

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Технології машинобудування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему: **“Розроблення проекту ділянки механічного цеху для виготовлення консолі 6464.20.00.012 з дослідження технологічних Параметрів довговічності спіралей шнеків”**

Виконав: студент 6 курсу, групи МТм-61
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

_____ Сороковнін Н.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Пилипець М.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Дячун А.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Лясога О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить пояснювальну записку і додатки (специфікації складальних креслень, комплекти технологічної документації), графічна частина проекту складається з 12 листів формату А1. В роботі проведено дослідження технологічних параметрів довговічності спіралей шнеків та проектування технологічного процесу механічної обробки консолі 6464.20.00.012, технологічного оснащення, розроблено заходи по охороні праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології, а також проведено техніко-економічне обґрунтування прийнятих конструкторсько-технологічних рішень.

Аналітична частина включає аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, актуальність теми роботи, методи вирішення поставленої проблеми та висновки та постановка задач на дипломну роботу магістра.

Науково-дослідна частина передбачає дослідження технологічних параметрів довговічності спіралей шнеків.

В технологічній частині проведено аналіз технічних умов креслення, наведено необхідні технологічні обґрунтування, розрахунки, розробку технологічного маршруту виготовлення деталі, вибір заготовки та розрахунок припусків, та інші технологічні рішення та їх обґрунтування.

Конструкторська частина проекту передбачає проектування технологічних та контрольних приспособлень.

В спеціальній частині проведено аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР ТП.

Проектна частина містить необхідні розрахунки для визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху. Проведено вибір типу та основних будівельних параметрів будівлі, розроблено компоновальний плану цеху та план розміщення обладнання і робочих місць.

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Сороковнін</i>				<i>РЕФЕРАТ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Пилипець</i>							1
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.контр.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Пилипець</i>							
						<i>ТНТУ, каф. ТМ гр. МТм-61</i>		

ВСТУП

Розвиток машинобудування на сьогоднішній день набуває все більшого значення. Сучасне машинобудування в умовах наукового - технологічної революції стає все більше багатоміноміклатурним. Для скорочення строків освоєння нової продукції виробництво вимагає створення ГАВ, які поєднують продуктивність автоматичної лінії з гнучкістю, яка раніше забезпечувалась тільки працею людини .

В результаті появи верстатів ЧПК та промислових роботів універсальний верстат, по суті перетворився в автомат, він суттєво відрізняється від верстатів автоматів масового виробництва можливістю швидкого переналагодження на випуск нової продукції.

Для скорочення термінів і підвищення ефективності підготовки виробництва та проектування технологічних процесів використовується різного типу автоматизовані системи керування на базі електронно-обчислювальних машин.

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Сороковнін</i>			<i>ВСТУП</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Пилипець</i>						1
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затвердив</i>		<i>Пилипець</i>						
						<i>ТНТУ, каф. ТМ гр. МТм-61</i>		

ЗМІСТ

ВСТУП _____

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА _____

1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами _____

1.2 Актуальність теми роботи _____

1.3 Методи вирішення поставленої проблеми _____

1.4 Висновки та постановка задач на дипломну роботу магістра _____

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА _____

2.1 Дослідженням технологічних параметрів довговічності спіралей шнеків _____

2.2 Аналіз причин відмов та їх наслідків _____

2.3 Системна модель проблеми довговічності пружних елементів тракових машин _____

2.4 Дослідження впливу технологічних факторів на довговічність гвинтових спіралей _____

2.5 Висновки _____

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА _____

3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб _____

3.2 Аналіз технологічності конструкції виробу _____

3.3 Аналіз типу і організаційної форми виробництва _____

3.4 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки _____

3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз _____

3.6 Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання _____

3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки _____

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Сороковнін</i>				<i>ЗМІСТ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Пилипець</i>							3
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.контр.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Пилипець</i>							
						<i>ТНТУ, каф. ТМ гр. МТм-61</i>		

3.8 Вибір різального, допоміжного та контрольованого вимірювального інструменту _____

3.9 Визначення режимів різання _____

3.10 Визначення технічних норм часу _____

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Пристрій для шліфування нижньої площини основи _____

4.1.1 Службове призначення пристрою, формулювання технічних вимог _____

4.1.2 Розробка та вибір раціональної схеми компоновки пристрою _____

4.1.3 Розрахунок на точність _____

4.1.4 Розрахунок зусилля кріплення та параметрів силового приводу _____

4.1.5 Опис конструкції та роботи пристрою _____

4.2. Пристрій для фрезерування _____

4.2.1 Опис конструкції та роботи пристрою _____

4.2.2. Розрахунок зусилля кріплення та параметрів силового приводу _____

4.3 Пристрій для фрезерування _____

4.3.1 Опис конструкції та роботи пристрою _____

4.3.2. Розрахунок зусилля кріплення та параметрів силового приводу _____

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Структура САПР _____

5.2 Оцінка рівня складності завдань. Вибір і коротка характеристика програмного і технічного забезпечення для розв'язування поставлених задач _____

5.3 Підготовка вихідної інформації для автоматизованого проектування технологічного процесу _____

5.4 Блок-схема діалогового проектування технологічного процесу _____

5.5 Аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР ТП _____

6 РОЗРАХУНОК, КОМПОНОВКА, ПЛАН ДІЛЬНИЦІ, ЦЕХУ

6.1 Розрахунок річної верстатомісткості _____

6.1.1 Розрахунок необхідної кількості основного виробничого обладнання _____

6.1.2 Розрахунок необхідної кількості основного виробничого обладнання для виготовлення деталей виробу _____

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 6.1.3 Розрахунок необхідної кількості верстатів для допоміжних дільниць цехів _____
- 6.1.4 Заточувальна дільниця використовується для централізованого заточування різального інструменту _____
- 6.1.5 Дільниця ремонту інструменту і оснащення застосовується для середнього і текучого ремонту _____
- 6.1.6 Цехова ремонтна база _____
- 6.1.7 Уточнення типу і організаційної форми виробництва _____
- 6.1.8 Збільшений розрахунок необхідної кількості виробничого персоналу _____
- 6.2 Визначення складу, та розрахунок площі цеху _____
- 6.3 Технологічний план дільниці _____

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

- 8.1 Розроблення заходів по механізованому прибиранню стружки _____
- 8.2 Розрахунок захисного заземлення обладнання _____
- 8.3 Безпека життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях _____
- 8.3.1 Заходи безпеки при виготовленні консолі 6464.20.00.012 _____

9 ЕКОЛОГІЯ

- 9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища _____
- 9.2 Забруднення довкілля, що виникають в результаті виготовлення консолі 6464.20.00.012 _____
- 9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля _____

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

					<i>PM 18-390.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

В процесі оброблення сферичних поверхонь, які функціонально є виконавчими поверхнями деталей машин, необхідно забезпечити не лише точність розмірів й форми, а й точність взаємного розміщення їх осей відносно зовнішніх і осьових базових поверхонь.

Параметри точності оброблення та якість сферичних і конічних поверхонь формуються протягом технологічного процесу, головною проблемою якого є підвищення продуктивності праці та зниження собівартості оброблення. Досягнення ефекту одночасного підвищення продуктивності, економічності, точності та якості оброблення будь-яких поверхонь деталей машин за рахунок розроблення нових технологічних засобів і методів оброблення, удосконалення конструкцій різальних інструментів, керування процесами оброблення – завжди було і буде в подальшому одним із головних напрямків розвитку технології машинобудування.

Питаннями звичайного і точного розточування присвячені роботи Одеської наукової школи під керівництвом д.т.н., проф. Лінчевського П.А., в якій працюють доктори технічних наук, проф. Джугерян Т.Г., Оргиян О.А., а також вчені Фютті С.С., Попов В.І., Ілященко О.О., Пукін О.П., Собакін А.В., Григорьян Г.Д., Дерев'янка О.Г., Гуліда Е. М., [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24] та інші.

Ними розглянуто питання технологічних основ проектування операцій точного розточування, класифікацію технологічних схем цих операцій, розрахунку коливання інструменту, впливу амплітуди та частоти коливання на похибки форми отвору. Крім цього, в Одесі сконцентровано не лише наукову школу, але й

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Сороковнін</i>			<i>АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Пилипець</i>						7
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затвердив</i>		<i>Пилипець</i>				<i>ТНТУ, каф. ТМ гр. МТм-61</i>		

виробництво доводочно-розточних верстатів для різних галузей народного господарства.

Школа займається також не лише обробленням точних отворів, а й питаннями суміщення операцій на цих верстатах та керування параметрами процесів розточування.

Одеською школою вперше реалізовано можливості ефективного використання інструментів одностороннього різання на прикладі звичайних розточувальних борштанг, органічно пов'язані питання конструювання різального інструменту, технології виготовлення з відповідними конструкторсько-технологічними розрахунками та розробленнями.

Для оброблення точних отворів на виглажувально-різальних верстатах використовують розточувальні інструменти одночасного різання, технічною новизною яких є використання напрямних елементів для точного базування в оброблюваних отворах.

Авторами [60] для розточування отворів використовуються два основні методи проектування різальних інструментів, які реалізуються системами – шпиндель – РІ і другий шпиндель – РІ – вузол направлення інструменту. В останньому додатково використовуються вузли направлення у вигляді кондукторних втулок як нерухомих напрямних, так і таких, що обертаються разом з інструментами.

Розточувальні інструменти з одним різальним лезом призначені для зняття припуску в межах 0,2-0,8 мм залежно від точності оброблюваного отвору та інструменту.

В існуючих конструкціях розточувальних оправок з направляючими елементами в якості матеріалів направляючих елементів використовують тверді сплави Т30К4, Т15К6 і ВК8 (для чавуну і сталей $V < 120$ м/хв), кольорові метали ($V < 350$ м/хв), кераміка на основі нітриту кремнію для оброблення чорних металів ($V > 120$ м/хв). Для оброблення алюмінієвих сплавів із швидкістю різання більше 300 м/хв для направляючих елементів доцільно використовувати двошарові алмазні пластини.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

Авторами [18] розроблено розточувальні оправи з віброгасниками ударної дії з дискретною підналадкою різального інструменту та розмірною компенсацією їх зношування.

Крім цього, авторами розроблено РІ, які працюють за методом ділення ширини припуску на 2 або більше частин, а також налагодження інструменту для його виставлення для розточування на первинний розмір.

На жаль, в монографії не розглянуто питання розточування конічних, сферичних отворів та поверхонь на різних типах металорізальних верстатів, а також оброблення великогабаритних деталей, які не обертаються. Не розглянуто їх класифікацію за багатоваріантною структурою та технологічні основи формоутворення сферичних, конічних отворів і поверхонь пристосуваннями багатоваріантного компонування.

В роботі Лепіхова В.Г. [16] розглянуто технологічні основи розточування отворів дволезовими плаваючими блоками з прямолінійними та пружними різальними ребрами. Розроблено основні положення теорії, розрахунку, конструювання та експлуатації самовстановлюючих розточувальних блоків і розверток. Описано конструкції плаваючих блоків, які коливаються в самовстановлюючих розвертках, визначено значення граничних параметрів різання, які забезпечують стабільність виконання технологічного процесу. Виведено аналітичні залежності для визначення технологічних і конструктивних параметрів. Встановлено, що плаваючі елементи з круглими різальними ребрами забезпечують підвищену точність оброблення отворів порівняно з різцями.

Запропоновано конструкції розверток з мікрометричним регулюванням елементів в діапазоні діаметрів 19–200 мм із відповідними параметрами кутів різання для оброблення сталей і чавунних заготовок.

У Всесоюзному науково-дослідному інструментальному інституті (ВНДІ) розроблено конструкції розточувальних блоків із механічним кріпленням чотирьохгранних пластин твердого сплаву, які включають 14 типів для оброблення отворів діаметром в діапазоні 50-150 мм і довжиною до 400-

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

900 мм.

Такі плаваючі головки забезпечують точність оброблення 0,02-0,03 мм із швидкістю різання до 120-150 м/хв і подачею 0,5-0,7 мм/об. Стійкість кожного різального ребра пластини твердого сплаву Т15К6 під час розточування гільз на вказаних вище режимах різання в середньому складає до 75 хв. Використання блоків з багатограними пластинами з твердого сплаву забезпечує підвищення продуктивності праці процесів розточування на 50% і зниження собівартості оброблення гільз.

Встановлено режими розточування отворів: швидкість різання $V=42-75$ м/хв, подача $S=0,2-0,5$ мм/об і глибина різання $t=0,2-0,5$ мм.

Виведено аналітичні залежності похибки оброблення від режимів різання:

$$\delta_p = ct_o \times V_f \times S_x,$$

де t , V , S – відповідно глибина, швидкість різання й подача;

y , a , x – відповідно показники степенів для глибини, швидкості різання й подачі, c – постійний коефіцієнт, який залежить від виду інструменту, марки матеріалу, тощо.

В працях Лепіхова В.Г. досліджено результати самовстановлюючих розверток для оброблення отворів діаметром 60 мм із сталі ШХ15, що дозволило знизити допуск майже в 2,5 рази порівняно з обробленням цих отворів розточувальними різцями. На жаль, у вище перерахованих працях не розглянуто технологічні процеси формоутворення сферичних, конічних отворів та поверхонь і прилади для їх заміру, особливо габаритних деталей, які в процесі різання є нерухомими, а обертаються РГ, лише вони можуть забезпечити якісні та кількісні показники процесів розточування.

В праці Холмогорцева Ю.П. [25] розглянуто питання оброблення точних отворів інструментами одностороннього різання та наведено раціональні конструктивні параметри інструментів і режими їх різання.

На основі оптимального управління розглянуто питання оптимізації оброблення отворів кінцевими інструментами з метою підвищення продуктивності

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

праці, точності та економічної доцільності процесів. Вказано шляхи зменшення неточності геометричної форми отворів, обґрунтовано питання вибору оптимізованої моделі технологічного процесу оброблення отворів багатолезовими кінцевими інструментами з відповідними функціями обмеження.

Розглянуто питання динамічної стійкості різальних інструментів, а також вибору раціональних конструктивних параметрів інструментів односторонньої дії тощо.

В роботі розглянуто в основному питання оброблення отворів свердлами та розвертками на токарних і свердлильних верстатах РІ, виготовлених з інструментальних і легованих сталей. Формоутворення конічних, сферичних, отворів у цих працях, особливо для великогабаритних заготовок, не розглянуто.

В праці Остаф'єва В.А. і Пономаренка А.І. [26] розглянуто питання оброблення точних отворів малих розмірів в приладобудуванні. Ці отвори обробляють кінцевими інструментами за технологічною схемою свердло-зенкер-розвертка або прошиванням. На жаль, конічних, сферичних отворів малих розмірів в корпусних деталях обмаль і їх виготовляють головним чином канавочними різцями.

1.2 Актуальність теми роботи

Сучасний стан розвитку машинобудування вимагає пошуку нових шляхів покращення експлуатаційних та технологічних параметрів деталей машин, технологічного оснащення, що дасть змогу покращити якість продукції, зменшити собівартість її виготовлення та ремонту. В машинобудуванні важливою є задача розроблення прогресивних технологічних процесів (ТП), прогресивного технологічного оснащення, різального та вимірювального інструментів і відпрацювання на технологічність конструкцій деталей з сферичними поверхнями, оскільки, останні мають широке практичне застосування в багатьох галузях

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ 18-390.00.00

техніки, металорізальних верстатів тощо. Виготовлення сферичних поверхонь корпусних деталей машин, пуансонів, матриць, характеризується важкими умовами перебігу процесу, низькою жорсткістю різальних інструментів і державок, а також поганим доступом до оброблюваних поверхонь. Оброблення цих поверхонь вимагає забезпечення точності геометричних параметрів, відхилення від сферичності, положення осі оброблюваних отворів відносно зовнішніх поверхонь, а також досягнення необхідної шорсткості поверхонь.

У зв'язку з цим, розширення технологічних можливостей, підвищення точності та продуктивності процесів оброблення сферичних поверхонь, розроблення технології їх виготовлення, технологічного оснащення, різального та вимірювального інструментів є актуальною задачею для машинобудівних і ремонтних підприємств держави.

1.3 Методи вирішення поставленої проблеми

На теперішній час актуальним питанням є покращення технологічних параметрів деталей машин, технологічного оснащення, що дасть змогу підвищити якість продукції, зменшити собівартість її виготовлення та ремонту. В машинобудуванні важливою є задача розроблення прогресивних технологічних процесів (ТП), спеціального оснащення, різального та вимірювального інструментів.

Процес виготовлення сферичних поверхонь корпусних деталей машин, пуансонів, матриць, характеризується важкими умовами перебігу процесу, низькою жорсткістю різальних інструментів і державок, а також поганим доступом до оброблюваних поверхонь. Оброблення цих поверхонь вимагає забезпечення точності геометричних параметрів, відхилення від сферичності, положення осі оброблюваних отворів відносно зовнішніх поверхонь, а також досягнення необхідної шорсткості поверхонь.

Отже, підвищення точності та продуктивності процесів виготовлення сферичних поверхонь, розроблення технології їх виготовлення, технологічного

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оснащення, різального та вимірювального інструментів є актуальною задачею для сучасних машинобудівних і ремонтних підприємств.

1.4 Висновки та постановка задач на дипломну роботу магістра

Головною задачею магістерської роботи є вдосконалення існуючого технологічного процесу виготовлення деталі та дослідженням технологічних параметрів довговічності спіралей шнеків. Для цього слід провести вибір оптимального методу одержання заготовки, вибрати технологічні бази, вибрати оптимальний з точки зору економічності, продуктивності і точності обробки технологічний маршрут виготовлення даної деталі.

Для вибраного маршруту необхідно розрахувати припуски на обробку і міжопераційні розміри, спроектувати заготовку. В процесі проектування треба буде вирішити такі інженерні задачі, як розрахунок розмірів деталі, вибір ріжучого та контрольного-вимірювального інструменту, розрахунок режимів різання і норм часу на обробку. Важливим буде правильний вибір технологічного обладнання, організація його роботи, забезпечення його ефективного використання по потужності, часу роботи.

В ході виконання дипломної роботи необхідно буде спроектувати спеціальні верстатні та контрольні пристрої для забезпечення ефективної і точної обробки деталі, провести розрахунки, необхідні для проектування ділянки механічної обробки, розглянути заходи по забезпеченню безпечних умов праці, а також провести розрахунок економічної ефективності прийнятих проектних рішень.

Головним результатом роботи буде комплект технологічної документації на виготовлення деталі «Консоль 64.64.20.00.012», а також креслення спеціальних верстатних та контрольних пристроїв з специфікаціями, карти налагодок на операції технологічного процесу.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідженням технологічних параметрів довговічності спіралей шнеків

Для виконання складних операцій транспортування сипучих матеріалів використовуються сучасні ефективні і мобільні засоби транспортування - гвинтові конвеєри (ГК). Роль основного робочого органу механізмів із гвинтовими пристроями виконує гвинт, що являється вузьким місцем в цих конструкціях. Робочий орган – шнек і його основний елемент гвинтову спіраль виготовляють з помірно вуглецевих та низьколегованих сталей. Високі навантаження на гвинтову спіраль приводять до пониження надійності та довговічності робочого органу, тай механізму в цілому. Підвищити довговічність робочого органу можна як конструктивними так і технологічними методами. Конструктивні методи вимагають зміни конструкції, що не завжди можливо. Тому, дослідження технологічних параметрів довговічності спіралей шнеків є важливим завданням, для вирішення якого необхідно провести оцінку надійності елементів робочого органу на стадії вибору матеріалу та технології виготовлення гвинтової спіралі.

Дослідження та узагальнення спільних закономірностей зміцнення та підвищення довговічності деталей машин виконані на декількох групах поширених для цих деталей сталей, таких як: Сталь 08кп, Сталь 10, Сталь 40.

Як правило робочий орган конвеєра працює в умовах циклічного навантаження.

Практика створення механізмів для транспортування та змішування свідчить, що граничний рівень довговічності таких деталей, як гвинтова спіраль, в багатьох випадках визначає рівень механічних показників в цілому механізму транспортування чи змішування, в яких вони використовуються.

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Сороковнін</i>			<i>НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Пилипець</i>						25
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затвердив</i>		<i>Пилипець</i>				<i>ТНТУ, каф. ТМ гр. МТм-61</i>		

Тому для підвищення міцності таких деталей використовують усі відомі методи зміцнення. Включно з гартуванням, обкатуванням роликами та холодним заневолюванням.

Термомеханічне оброблення спіралей здійснювали з використанням різних методів пластичного деформування: навивання, вальцювання і осадження. Застосування різних схем формоутворення в поєднанні з процесом зміцнення продиктовано подальшою необхідністю різних видів механічних випробувань, щоб забезпечити адекватне деформування в процесі оброблення та випробування. У процесі оброблення з різними видами деформування забезпечували однакову швидкість деформування.

Зразки спіралей під час гартування та відпуску нагрівали в серійній лабораторній печі, облаштованій потенціометричним регулятором температури.

В усіх випадках після гартування, ВТМО та відпуску заготовки шліфували, завдяки чому в процесі випробувань із розгляду вилучено вплив обезвуглецевого поверхневого шару, утвореного в процесі їх термооброблювання.

ВТМО заготовок з деформуванням навиванням з електроконтактним нагрівом виконували на спеціально сконструйованому верстаті [1]. Температурний режим в процесі оброблення контролювали за допомогою потенціометра типу ПСР-01.

Заготовки витків після деформування в гарячому стані та ЗТО (звичайне термічне оброблення) охолоджували у ванні з водою.

Контактне електронагрівання висунуло певні вимоги щодо вибору геометрії заготовок та шліфованих зразків. Значна втрата тепла в затискачах контактної пристрою приводила до нерівномірного повздовжнього нагрівання заготовки.

На рис. 2.1 показані застосовувані в досліді форма заготовки та епюра розподілу деформації на поверхні вздовж її осі в процесі ВТМО крученням.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Розподіл деформації вздовж заготовки після ВТМО крученням оцінювали на основі розгорнутої попередньої нанесеної лінії-риски на циліндричній поверхні заготовки вздовж твірної. З рис.2.2 видно, що границі рівномірного деформування падають із зоною рівномірного нагрівання. Виявлена закономірність стала підставою для вибору довжини робочої частини зразка для механічних випробувань.

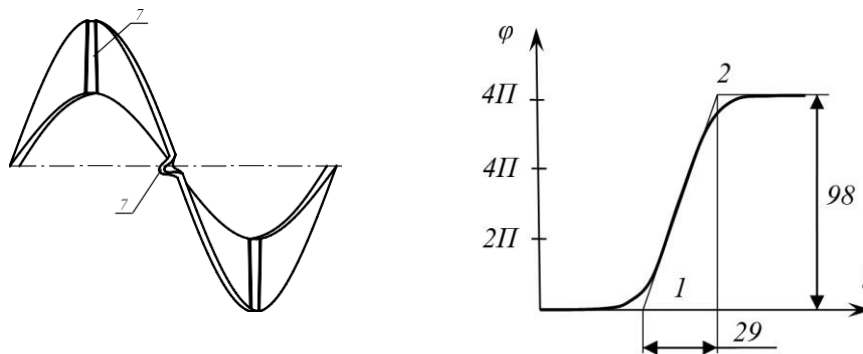


Рисунок 2.1 – Епюра розподілу деформації вздовж зразка під час електроконтактного нагрівання

ВТМО крученням призводить до нерівномірного деформування заготовки в радіальному напрямку. На відміну від інших видів деформування (кування, штампування, вальцювання, волочіння) кручення має симетричну, стосовно обертання, деформацію.

Враховуючи умови роботи та механічних випробувань статичним і циклічним крученням, за яких відповідальними, за тримку здатність зразка є, передусім волокна внутрішньої кромки спіралі, величину деформування в процесі оброблювання можна оцінити за формулою:

$$F_d = D \varphi / 2 \times (L_3 + 2,5 \Delta L_3) \times 100\% \quad (2.1)$$

де φ (рад) - кут закручування заготовки;

L_3 - довжина заготовки;

ΔL_3 - технологічний припуск на обробку кінців заготовки (початковий підзатиск і вільний кінець);

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

D - діаметр спіралі.

Технологію та основні параметри ВТМО в умовах близьких до виготовлення спіралей шнеків відпрацьовано на токарному верстаті 16К20 оснащеному спеціальним пристроєм для гарячого деформування крученням стрічок висотою 5 - 15 мм.

Тривалість операції закручування на верстаті не перевищувала 5 сек. Зразки до потрібних температур нагрівали індуктором (рис.2.2). Час витримання при заданій температурі - 15 хв. Під час транспортування з електропечі до затискних елементів машини та гарячого деформування зразок знаходився в спеціальному, трубчастій формі термостаті, виконаному з двох масивних шарнірно з'єднаних половинок, що дозволяв здійснювати розкривання вздовж своєї осі, підтримувати необхідну температуру.

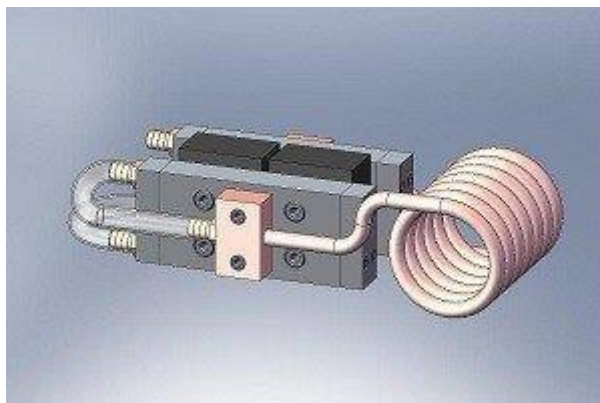


Рисунок 2.2 – Індукційний нагрівач для закручування стрічкової заготовки

Властивості зміцнених матеріалів оцінювали за результатами механічних випробувань в умовах циклічних і статичних навантажень.

Отримуваний рівень механічних властивостей як в умовах короткочасних, так і довготривалих випробувань суттєво залежить від технології та якості виготовлення.

Механічні властивості в умовах короткочасного розтягування оцінювали в стандартних навитих спіралях довжиною з п'яти витків за допомогою машини типу УМ-5А, додатково облаштованої електронним спорядженням для

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

автоматичного запису діаграм в координатах "зусилля – переміщення рухомого захоплювача". Швидкість переміщення останнього становила 0,06 мм/хв.

Властивості вуглецевих сталей 08кп і ст40, досліджували як після гартування ВТМО, так і після різних видів подальшого зміцнення зразків. У цьому випадку вдавались до суміщення в одному технологічному процесі операції гартування чи ВТМО з операціями обкатування та заневолювання, а також деформаційного старіння. Мета таких операцій - забезпечити гранично високі рівні втомної міцності в умовах циклічного навантаження, властивого роботі шнекових робочих органів.

Робочу частину загартованих зразків включно з криволінійними поверхнями поверхнево зміцнювали обкатуванням роликми на токарно-гвинторізному верстаті з частотою обертання шпинделя $n = 250$ хв.⁻¹ за два проходи з повздовжньою подачею $S = 0,1..0,2$ мм/об. Враховуючи вибрані розміри зразка та ролика, зусилля останньому перевищувала 800Н. Рівень напружень оцінювали за формулою Герца з врахуванням діаметра зміцнювального зразка та розмірів обкатувального ролика.

На основі дослідів гранично високий рівень поверхневого зміцнення відпущеної середньовуглецевої сталі забезпечувався вже за контактних напружень $\sigma_{кон}=6500$ МПа, не перегартовуючи поверхневі шари. Заневолювали шляхом холодного деформування крученням. Для цього використовували ручне навантаження. Зміцнені зразки за допомогою ВТМО крученням в процесі заневолювання закручували в тому ж напрямку, тому деформували під час термомеханічного оброблення. Величину кута закручування зразка під час заневолювання визначали за формулою:

$$\varphi_{зан} = \varphi_{пр}/K \quad (2.2)$$

де, $\varphi_{пр}$ – закручування, що відповідає границі пропорційності;

K – коефіцієнт заневолювання.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Враховуючи нестабільність значення границі пружності, досягнутої за одне навантаження, в процесі заневолювання застосовували п'ятикратне значення з величиною деформації $\varphi_{деф}$, що дорівнює значенню кута навантаження під час першого циклу. В результаті досягали стабільного значення границі пружності, яка стає завжди дещо нижчою, ніж границя пружності. Як у першому навантаженні. Схема навантаження зображена на рис.2.3.

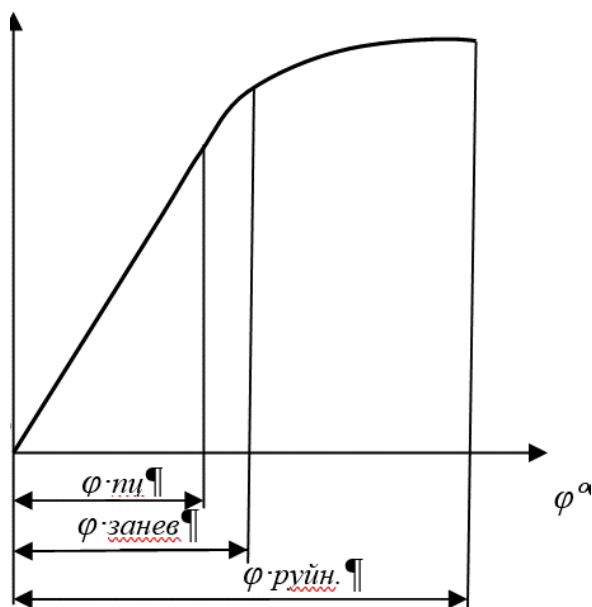


Рисунок 2.3 – Схема навантаження зразка в процесі його заневолювання

Тривалість операції закручування на машині під час ВТМО не перевищувала 2 сек.

Нерідко для додаткового підвищення втомлювальної міцності сталі, а також опору малим пластичним деформаціям, що проявляються за допомогою характеристики t_{np} , після операцій холодного зміцнення (обкатування, заневолювання) застосовують низькотемпературний відпуск в інтервалі 100°C протягом двох годин.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Аналіз причин відмов та їх наслідків

Відмова - це подія, яка призводить до повної чи часткової втрати працездатності. Вони діляться на функціональні, за яких виконання своїх функцій елементом чи об'єктом припиняється і параметричні, за яких деякі параметри об'єкта змінюються в недопустимих межах.

Причини відмов бувають випадкові і систематичні.

Випадкові - це, наприклад непередбачені перевантаження, дефекти матеріалу тощо.

Систематичні - це закономірні явища. Які спричиняють поступове накопичення пошкоджень.

Аналіз характеру відмов - це не що інше, як процедура попередньої оцінки конструкції, що застосовується для визначення її недоліків, які можуть спричинити перешкоди безпечній праці чи утруднювати забезпечення надійності.

Період нормальної експлуатації об'єктів характеризується тим, що інтенсивність їх відмов в інтервалі часу

($t1 - t3$) експлуатації. Здебільшого вони є закономірним наслідком поступового зношування і природнього старіння елементів.

Фізичний зміст відмов від зношення можна пояснити й тим, що в результаті кількісної зміни будь-якого параметра елемента, цей параметр виходить за межі встановленого допуску, внаслідок чого елемент втрачає частково чи повністю свої властивості, необхідні для нормального існування об'єкту.

Зараз найпоширенішим видом відмови є втомне руйнування, яке за своєю суттєвістю віддзеркалює поступову відмову, яка виникає під дією сильних циклічних навантажень. За втомних руйнувань біля поверхні з'являється одна чи декілька тріщин, які поширюються на решта об'єму, поки не виникає напруження, достатнє для появи раптового руйнування.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Дві теорії претендують на пояснення механізму утворення тріщин та створюваного ними втомного руйнування. Перша з них стверджує, що в номенклатурній структурі будь-якого металу існують мікроскопічні дефекти. Руйнування починається в найслабшій точці, тобто в найслабшій ланці ланцюга. Оскільки число таких ланок дуже велике, то як модель напрацювання до відмови, яку можна описати часом чи числом відмов, можна використовувати розподіл екстремальних значень.

Друга теорія стверджує, що взаємопов'язані структури в метали оцінюють одна одну приблизно так, як паралельні нитки зміцнюються в ручну. Це викликає ефект усереднення, оскільки навантаження розподіляється в пасмах. У цьому випадку відповідно до центральної граничної теореми, можна застосувати припущення про нормальний розподіл напрацювання до відмови.

Втомлюваність матеріалу описується кривою втомленості, отриманою для полірованих стандартних зразків, що піддаються згинанню перегином з певного рівня напружень до появи руйнування (рис. 2.4). Під дією різних факторів ця залежність має більшу дисперсію за менших напружень, ніж за більших.

Треба зазначити, що напруження елемента змінюється і воно перебуває під впливом таких факторів, як корозія, повзучість, зношування тощо.

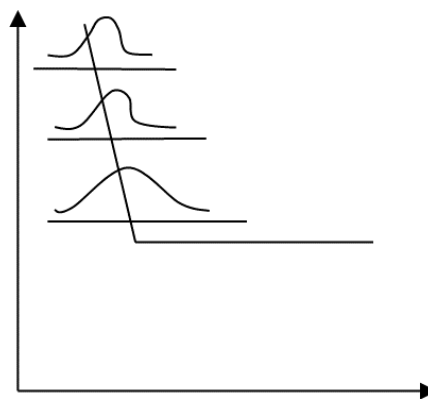


Рисунок 2.4 – Крива втомленості в логарифмічному масштабі

На практиці має місце певний розподіл напружень, подібний до показаного на рис. 2.5. Шляхом перетворення його відносно кривої втомленості дістаємо розподіл напрацювання чи відмови.

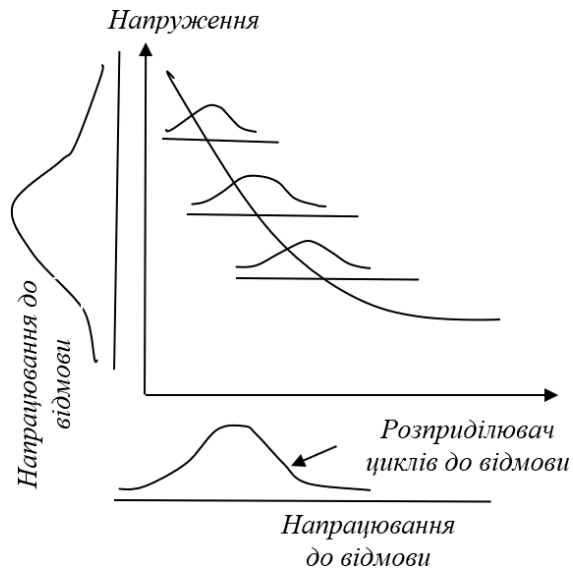


Рисунок 2.5 – Інтенсивність відмов за період служби виробу

Хоч цей графік показує складність реальної ситуації, на підставі теоретичних положень неможливо вибрати будь-який конкретний розподіл напрацювання до відмови. Проте, графік показує, що на рівні елементів експоненційний розподіл можна вилучити.

2.3 Системна модель проблеми довговічності пружних елементів тракових машин

Системний підхід як метод сформувався у зв'язку з вивченням об'єктів і явищ як систем і базується на ряді специфічних принципів: системності, ієрархічності, інтеграції і формалізації.

Принцип системності означає, що метод, пов'язаний з дослідженням і проектуванням об'єктів як систем, належить тільки до систем.

Принцип ієрархічності вимагає трирівневого аналізу об'єкта: власне його самого, як підсистеми, ширшої системи і у співвідношенні зі складовими його підсистемами.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РМ 18-390.00.00

Арк.

Принцип інтеграції полягає в тому. Що скерований на вивчення інтегративних властивостей системи, а принцип формалізації - що метод спрямований на вивчення кількісних характеристик системи.

Системи досліджують на макроскопічному та мікроскопічному рівнях. На мікроскопічному рівні оцінюють загальну поведінку системи, як одного цілого, без врахування її детальної структури. На мікроскопічному рівні дається оцінка поведінки кожної підсистеми та їх взаємодія.

Мета такого дослідження - створення моделі системи в її взаємодії з навколишнім середовищем, виявлення її інтегральних властивостей.

В конкретному випадку розглядаються пружні елементи, функція яких полягає в забезпеченні заданих параметрів якості робочого органу і показників його довговічності.

Аналіз досліджень технологічних операцій за параметрами зміцнення показує, що спрощений підхід до такого забезпечення призводить до грубих помилок, оскільки можна знехтувати рядом важливих технологічних факторів. До типових помилок можна віднести: недооцінку довкілля (перепади температур, відхилення від заданих параметрів, тощо). Уникнути цих та інших недоліків можна, якщо дослідження виконувати в рамках системного підходу. А їх результати подавати у формі, придатній для подальшої незалежної оцінки та співставлення з раніше отриманими результатами.

Під системою розуміють певну множину елементів, пов'язаних структурно та функціонально. Стосовно технологічних систем головна мета полягає у визначенні якісної специфіки того класу множин, елементи яких утворюють стійку єдність і забезпечують спільне функціонування. Будь-яка система є в той же час частиною іншої, а окремі її частини і підсистеми можна розглядати як самостійні системи.

В середині цієї загальної системи розташована підсистема "операції високотемпературної термомеханічної обробки (ВТМО)". Ця система обмежена гіпотетичною оболонкою (рис. 2.6). Зв'язки між цією підсистемою та довкіллям або іншою системою поділяються на входи x та виходи y . До входів

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

можна віднести швидкість нагрівання, температура аустенізації, ступінь деформації, температура деформації, час після деформації відпочинку, температура відпуску, час відпуску тощо.

До виходів належать продуктивність, собівартість, фізико-механічні властивості тощо. На ці зв'язки впливають властивості деталі «гвинтова спіраль», такі як середовище нагріву, хімічний склад, повітря, шорсткість, розміри та форма виробу, охолоджувальне середовище і т.д.

Охоплює раніше розглянуту підсистему інша система. Яка називається деталь. Тобто ця система включає в себе n-у кількість операцій виготовлення гвинтової спіралі, які пов'язані між собою тісними зв'язками. Ці операції являються ні чим іншим як логічним процесом виготовлення деталі " гвинтова спіраль". А зв'язків і властивостей цієї системи дуже багато: тип вихідної заготовки, метод отримання заготовки, характеристика пристроїв та обладнання для виготовлення гвинтових спіралей, тип виробництва, режими формування тощо. Сукупність таких систем типу "деталь" складає систему вироб. В нашому випадку це засіб транспортування - гвинтовий конвеєр, або будь-який інший механізм, що має робочим органом гвинтову спіраль. Ця система безпосередньо діє з довкіллям. Зв'язками тут можуть бути службове призначення виробу, його вартість, а також всі технічні характеристики. Властивостями цієї взаємодії служать властивості транспортованого матеріалу (в'язкий, сипучий, кусковий), метеорологічні умови (вологість, температура), вид траси транспортування (горизонтальна, вертикальна, криволінійна), пора року.

Моделювання систем передбачає комплексний інтегруючий підхід до поставленої проблеми і примушує розглядати її не як множину окремих елементів, а як сукупність елементів з наявністю зв'язків і відношень між собою та нерозривною єдністю з довкіллям.

Найпоширенішим видом втрати працездатності важко навантажених деталей є їх руйнування внаслідок недостатньої міцності. Тому одне з провідних місць серед найважливіших показників якості їх виготовлення

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

належить міцності та довговічності. Разом із тим треба точно знати, які характеристики механічних властивостей матеріалу в небезпечних точках і суттєві до міцності даної деталі.

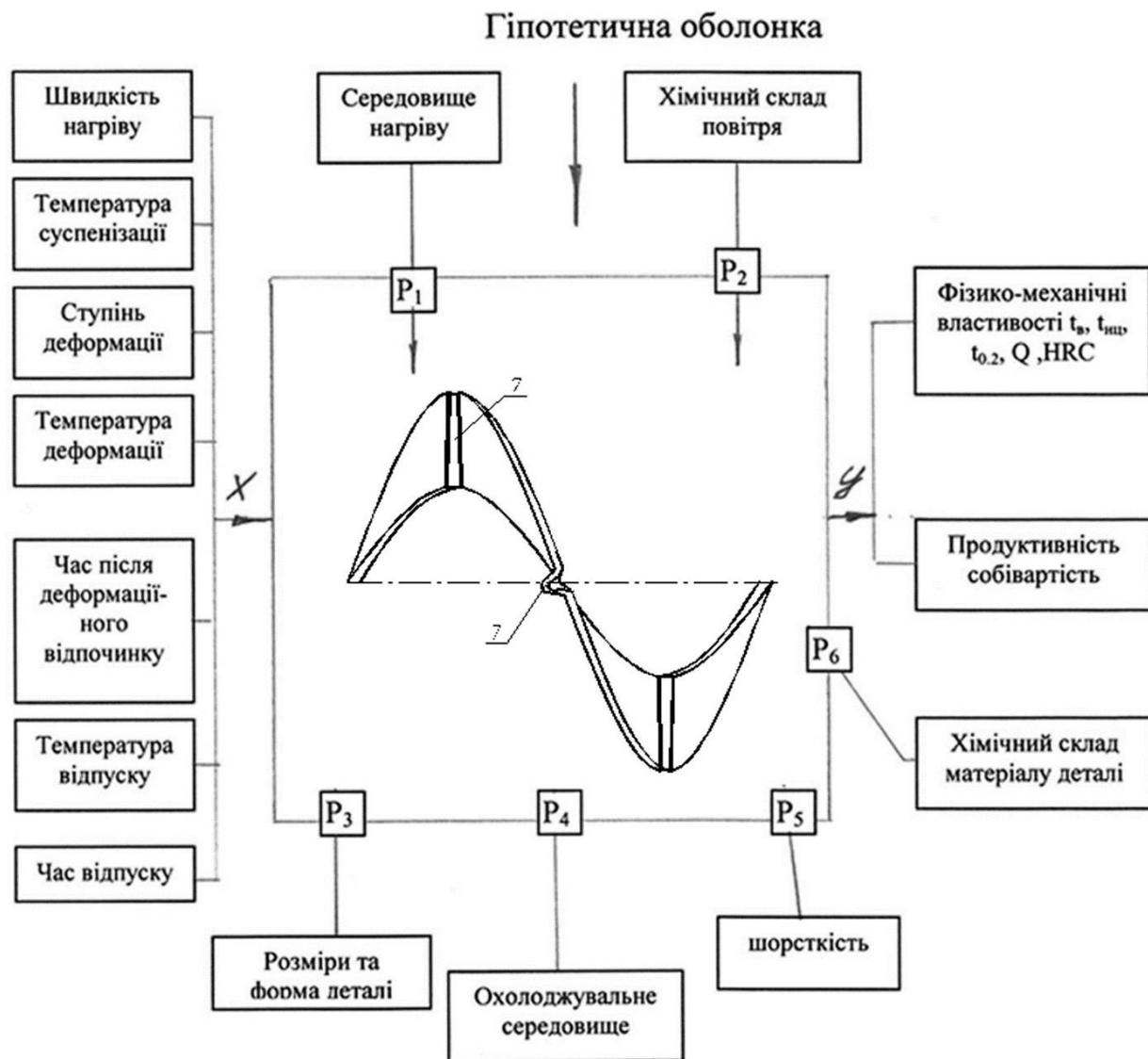


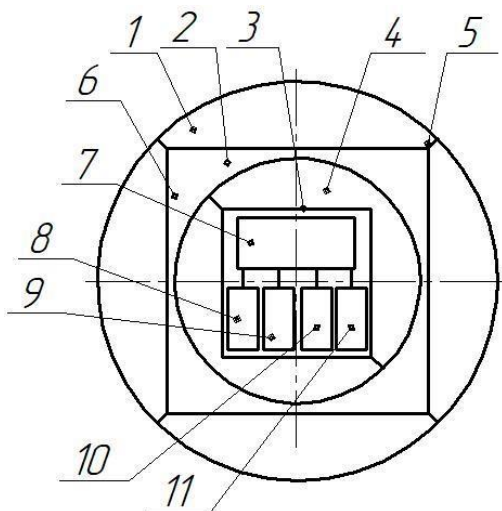
Рисунок 2.6 – Система типу «операції» ВТМО

Вирішити цю проблему можна як конструктивними методами, так і технологічними або в поєднанні обох методів.

Конструктивні методи передбачають пошук ефективнішої конструкції деталі або застосування так званого паралельного резервування, тобто методу підвищення надійності виробів шляхом застосування функціональної надмірності відносно до мінімально необхідної і достатньої для виконання виробами функції.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічні методи передбачають застосування нових технологій підвищення міцності деталей. А також пошук і застосування нових матеріалів. Виходячи з цього видно, що найбільшого ефекту при рішенні цієї проблеми можна досягнути поєднанням конструктивних і технологічних методів



- 1- довкілля
- 2- система
- 3- гіпотетичні оболонки
- 4 - виріб
- 5 - зв'язки
- 6 - деталь
- 7 - процес ВТМО
- 8 - процес обкатування
- 9 - процес заневолювання
- 10 - процес ДСМ
- 11 – викінчувальні операції

Рисунок 2.7 – Схема системної організації об'єктів

Моделювання систем передбачає комплексний інтегруючий підхід до поставленої проблеми і примушує розглядати її не як множину окремих елементів, а як сукупність елементів з наявністю зв'язків і відношень між елементами та з нерозривною єдністю з довкіллям.

Найпоширенішим видом втрати працездатності важко навантажених деталей є їх руйнування внаслідок недостатньої міцності. Тому одне з провідних місць серед найважливіших показників якості їх виготовлення належить міцності та довговічності. Разом із тим треба точно знати, які характеристики механічних властивостей матеріалу в небезпечних точках деталі суттєві до міцності даної деталі.

Вирішити цю проблему можна як конструктивними методами, так і технологічними методами або в поєднанні обох методів.

Конструктивні методи передбачають пошук ефективнішої конструкції деталі або застосування так званого паралельного резервування, тобто методу

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PM 18-390.00.00				

підвищення надійності виробів шляхом застосування функціональної надмірності по відношенню до мінімально необхідної і достатньо для виконання виробами функції.

Технологічні методи передбачають застосування нових технологій підвищення міцності деталей. А також пошук і застосування нових матеріалів.

Виходячи з цього видно, що найбільшого ефекту при рішенні цієї проблеми можна досягнути поєднанням конструктивних і технологічних методів.

2.4 Дослідження впливу технологічних факторів на довговічність гвинтових спіралей

Для досягнення довговічності гвинтових робочих органів необхідно провести оцінку надійності їх елементів і особливо **спіралей шнеків** на стадії проектування.

Для оцінки надійності передусім необхідно визначити й систематизувати різні види відмов системи, тобто треба знайти логічний **спосіб** визначення різних видів відмов. Зрозуміло, повну та катастрофічну відмову виявити легко, проте характеристики системи можуть погіршуватись поступово в часі і інколи тільки тонка межа відокремлює справний стан системи від відмови.

В основу розрахунків надійності покладено умову, що кожний елемент має певну міцність стосовно навантажень. Звичайний спосіб проектування, що базується на застосуванні таких надто довільних коефіцієнтів, як коефіцієнт безпеки та запас міцності, не дає підстав робити висновки про ймовірність відмов елемента. Вважають, що відмови можна цілком уникнути, використовуючи коефіцієнт безпеки, який перевищує певне значення. В дійсності при одному й тому ж коефіцієнті безпеки ймовірність відмови може коливатись в дуже широких межах.

Використання коефіцієнта безпеки виправдано лише у тому випадку, коли його значення задано на основі великого досвіду застосування елементів,

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналогічних розглядуваному. Крім того, конструктивні параметри нерідко стають випадковими величинами, що часто ігнорується.

Концентрація напружень чи місцеве збільшення напружень спричиняються різкою зміною форми деталі (наявність надрізів, отворів, різі, різкою зміною перерізу стрижнів тощо).

Показники надійності не ремонтноздатних систем ґрунтуються на тиглях функцій надійності $P(t)$ і функції відмови $F(t)$, пов'язаних відомою повністю

$$P = (t_n \cdot t) = F(t); \quad (2.3)$$

t_n – випадкова величина, що означає напруцювання на відмову.

Тоді $F(t)$ - ймовірність того, що система вийде з ладу до моменту часу t .

Іншими словами $F(t)$ - функція розподілу напрацювання до відмови.

Ймовірність безвідмовної роботи чи ймовірність того, що не відновлювальна система буде виконувати необхідну функцію в заданий момент часу t можна записати у вигляді

$$R(t) = 1 - F(t) = P(t_n > t), \quad (2.4)$$

де $R(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи.

Для розрахунку необхідної ймовірності безвідмовної роботи елемента за **нормального** розподілу міцності S та напруження **в** умовах циклічного навантаження звернемось до рівняння, яке показує густину нормального розподілу напруження і має вигляд

$$f_s(s) = \frac{1}{\sigma_s \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{s - \mu_g}{\sigma_g} \right)^2 \right], \quad (2.5)$$

а густина нормального розподілу міцності S

$$f_s(s) = \frac{1}{\sigma_s \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{s - \mu_s}{\sigma_s} \right)^2 \right], \quad (2.6)$$

де μ_g математичне сподівання напруження;

μ_s – математичне сподівання міцності;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

σ_g – середнє квадратичне відхилення напруження;

σ_s – середнє квадратичне відхилення міцності.

Зведемо випадкову величину $y = S - s$ оскільки величини S і s підпорядковуються нормальному закону розподілу, то і випадкова величина y має нормальний розподіл з математичним очікуванням

$$\mu_y = \mu_S - \mu_s, \quad (2.7)$$

І середнім квадратичним відхиленням

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_S^2 + \sigma_s^2}, \quad (2.8)$$

Тепер ймовірність безвідмовної роботи можна виразити через Y

$$R = P(y > 0) = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y - \mu_y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \cdot dy, \quad (2.9)$$

Якщо у виразі (2.9) зробити заміну $Z = (y - \mu_y) / \sigma_y$, то $\sigma_y dz = dy$

У разі $y=0$, нижня межа випадкової величини Z має вигляд

$$z = \frac{0 - \mu_y}{\sigma_y} = -\frac{\mu_s - \mu_S}{\sqrt{\sigma_S^2 + \sigma_s^2}}, \quad (2.10)$$

при $y \rightarrow +\infty$ верхня межа $Z \rightarrow +\infty$

Отже,

$$R = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\frac{\mu_s - \mu_S}{\sqrt{\sigma_S^2 + \sigma_s^2}}}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz, \quad (2.11)$$

Розуміло, що $z = (y - \mu_y) / \sigma_y$ є нормованою випадковою величиною, розподіленою за нормальним законом. Отже, ймовірність безвідмовної роботи знайти за допомогою таблиць функції нормального розподілу.

Позначимо від'ємне значення нижньої межі інтеграла у формулі (2.10), як Z_0

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

$$z_0 = -\frac{\mu_s - \mu_S}{\sqrt{\sigma_S^2 + \sigma_s^2}} \quad (2.12)$$

Співвідношення (2.10), використовуване для визначення нижньої межі нормованої випадкової величини z_0 розподіленої за нормальним законом є рівнянням зв'язку.

Для подальшого дослідження потрібно виконати розрахунок витка спіралі, на який діє навантаження крученням

Напруження зрізу розрахуємо за залежністю

$$\tau = \frac{1}{2} G \theta d, \quad (2.13)$$

Крутний момент

$$T = G \theta l_p, \quad (2.14)$$

де G - модуль пружності на зріз;

d – внутрішній діаметр витка;

θ - кут закручування;

l_p - полярний момент інерції: (для круглого перерізу $l_p = \pi d^4/32$).

Підставляючи (2.14) в (2.13) отримаємо

$$\tau = \frac{Td}{2l_p} = \frac{16T}{\pi d^2} = \frac{2T}{\pi r^2}, \quad (2.15)$$

Потрібно розрахувати спіраль при заданій ймовірності безвідмовної роботи, рівній 0,999.

Вихідні дані:

- Прикладений крутний момент:

$$T = 226905,3 \text{ Нм};$$

$$\sigma_m = 22690,53 \text{ Нм}$$

- Допустиме напруження зрізу:

$$S = 360 \text{ МПа};$$

					PM 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_s = 36,0 \text{ Мпа}$$

- Перемінливість радіусу спіралі:

де α - допуск

За допомогою формули (2.15) отримаємо

$$\tau = \frac{2T}{\pi r^{-3}} = \frac{2 \cdot 226905,3}{\pi r^{-3}}, \quad (2.16)$$

$$\sigma_\tau = \sqrt{\frac{4\sigma_T^2}{\pi^2 r^{-6}} + \frac{36T^2 \sigma_T^2}{\pi^2 r^{-8}}} = \frac{2 \cdot 22690,53}{\pi r^3} \sqrt{1 + (10\alpha)^2}, \quad (2.17)$$

Підставляючи отримані результати в рівняння зв'язку, отримаємо

$$-3,09 = - \frac{360 \times 10^6 - 2 \cdot 226905,3 / \pi \cdot r^{-3}}{\sqrt{(36 \cdot 10^6)^2 + (2 \cdot 22690,53 / \pi \cdot r^{-3})^2 (1 + 100\alpha^2)}}, \quad (2.18)$$

При $\alpha = 0,03$ рівняння має наступні корені:

$$r'_1 = -0,097821 \text{ м}$$

$$r'_2 = -0,061083 - 0,105798j$$

$$r'_3 = -0,061083 + 0,105798j$$

$$r'_4 = 0,048910 - 0,0847j$$

$$r'_5 = 0,048910 + 0,084716j$$

$$r'_6 = 0,122166 \text{ м}$$

При $r'_1 = 12,217$ мм отримуємо потрібну ймовірність безвідмовної роботи

$$R = 0,999$$

- Дослідження впливу допусків на розміри робочої поверхні

Змінюючи у формулі (2.18) значення α при $r'_1 = 12,217$ мм, врахуємо відповідні значення Z та ймовірність безвідмовної роботи R . Отримані результати зводяться в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Залежність ймовірності безвідмовної роботи R від допуску на r'

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Квалітет	Допуск на f_1 , мм	-2	R
6 кв	0.013	3.156	0.999184
7 кв	0.021	3.130	0.999126
8 кв	0.033	3.099	0.999030
9 кв	0.052	3.078	0.998930
10 кв	0.084	3.051	0.998856
11 кв	0.130	2.658	0.995975

- **Дослідження впливу радіуса отвору спіралі**

В таблиці 2.2 показано співвідношення між середнім радіусом отвору спіралі, на який діє навантаження крученням та ймовірністю безвідмовної роботи, коли α і σ_s мають початкові значення.

Таблиця 2.2 – Залежність R від допуску на r'

Середній радіус r' мм	-Z	R
9,782	2,981	0,998559
12,217	3,099	0,99903
15,130	4,060	0,999975
20,465	4,831	0,999999
25,250	4,99	0,999999
30,100	5,423	1,00000

- **Дослідження впливу міцності матеріалу**

Підставляючи в формулу (2.18.) $r' = 12,217$ мм та $\alpha = 0,033$ мм і вар'юючи середнє квадратичне відхилення допустимої міцності на зріз, отримуємо відповідну зміну значень ймовірності безвідмовної роботи. Результати зводимо в таблицю 2.3

Таблиця 2.3 – Значень ймовірності безвідмовної роботи

Середнє квадратичне відхилення міцності σ_s , кПа	-Z	R
15600	4,710	0,999998
28400	3,831	0,999936
36000	3,090	0,999030
41200	2,800	0,997445
46100	2,354	0,990613
50000	2,143	0,98341

- **Залежності ймовірності безвідмовної роботи від впливу досліджуваних параметрів**

Для побудови графіків залежностей ймовірності безвідмовної роботи від впливу таких параметрів, як допуск на розмір робочої поверхні, середнє квадратичне відхилення міцності на зріз та радіус отвору спіралі, результати обрахунків зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Залежність R від α , σ_s , r

№ п\п	R	α , мм	σ_s , кПа const	r, мм	R	α , мм const	σ_s , кПа	r, мм	R	α , мм const	σ_s , кПа	r, мм
1	0,9992	0,013	36000	12,217	0,9992	0,033	15600	12,217	0,99856	0,033	36000	9,782
2	0,9991	0,021	36000	12,217	0,9991	0,033	28400	12,217	0,99903	0,033	36000	12,217
3	0,9990	0,033	36000	12,217	0,9990	0,033	36000	12,217	0,99998	0,033	36000	15,130
4	0,9989	0,052	36000	12,217	0,9989	0,033	41200	12,217	0,99999	0,033	36000	20,465
5	0,9988	0,084	36000	12,217	0,9988	0,033	46100	12,217	0,99999	0,033	36000	25,25
6	0,9960	0,130	36000	12,217	0,9960	0,033	50000	12,217	1,000	0,033	36000	30,10
1	0,9990	0,013	36000	9,782	1,000	0,033	15600	9,782	0,99991	0,033	15600	9,782
2	0,9988	0,021	36000	9,782	0,99999	0,033	28400	9,782	0,99999	0,033	15600	12,217
3	0,9985	0,033	36000	9,782	0,99998	0,033	36000	9,782	0,99999	0,033	15600	15,130
4	0,9977	0,052	36000	9,782	0,9998	0,033	41200	9,782	1,000	0,033	15600	20,465
5	0,9966	0,084	36000	9,782	0,9994	0,033	46100	9,782	1,000	0,033	15600	25,25
6	0,9958	0,130	36000	9,782	0,9982	0,033	50000	9,782	1,000	0,033	15600	30,10
1	0,9999	0,013	36000	15,13	1,000	0,033	15600	15,130	0,9990	0,033	28400	9,782
2	0,9999	0,021	36000	15,13	0,99999	0,033	28400	15,130	0,99994	0,033	28400	12,217
3	0,9999	0,033	36000	15,13	0,99999	0,033	36000	15,130	0,99999	0,033	28400	15,130
4	0,9999	0,052	36000	15,13	0,9998	0,033	41200	15,130	0,99999	0,033	28400	20,465
5	0,9999	0,084	36000	15,13	0,9994	0,033	46100	15,130	0,99999	0,033	28400	25,25
6	0,9999	0,130	36000	15,13	0,9982	0,033	50000	15,130	1,000	0,033	28400	30,10
1	0,9999	0,013	36000	20,465	1,000	0,033	15600	20,465	0,9970	0,033	41200	9,782
2	0,9999	0,021	36000	20,465	0,99999	0,033	28400	20,465	0,99745	0,033	41200	12,217
3	0,9999	0,033	36000	20,465	0,99998	0,033	36000	20,465	0,9998	0,033	41200	15,130
4	0,9998	0,052	36000	20,465	0,99986	0,033	41200	20,465	0,99986	0,033	41200	20,465
5	0,9995	0,084	36000	20,465	0,99952	0,033	46100	20,465	0,99995	0,033	41200	25,25
6	0,9989	0,130	36000	20,465	0,99931	0,033	50000	20,465	0,99999	0,033	41200	30,10
1	0,9999	0,013	36000	25,25	1,000	0,033	15600	25,25	0,9850	0,033	46100	9,782
2	0,9999	0,021	36000	25,25	0,99999	0,033	28400	25,25	0,99061	0,033	46100	12,217
3	0,9999	0,033	36000	25,25	0,99999	0,033	36000	25,25	0,9994	0,033	46100	15,130
4	0,9999	0,052	36000	25,25	0,99995	0,033	41200	25,25	0,99952	0,033	46100	20,465
5	0,9998	0,084	36000	25,25	0,99980	0,033	46100	25,25	0,99980	0,033	46100	25,25
6	0,9990	0,130	36000	25,25	0,99950	0,033	50000	25,25	0,99983	0,033	46100	30,10
1	1,000	0,013	36000	30,10	1,000	0,033	15600	30,10	0,99810	0,033	50000	9,728
2	1,000	0,021	36000	30,10	1,000	0,033	28400	30,10	0,99983	0,033	50000	12,217
3	1,000	0,033	36000	30,10	1,000	0,033	36000	30,10	0,99960	0,033	50000	15,130
4	0,9999	0,052	36000	30,10	0,99999	0,033	41200	30,10	0,99931	0,033	50000	20,465
5	0,9998	0,084	36000	30,10	0,99983	0,033	46100	30,10	0,99950	0,033	50000	25,25
6	0,9993	0,130	36000	30,10	0,99960	0,033	50000	30,10	0,99960	0,033	50000	30,10

											Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PM 18-390.00.00							

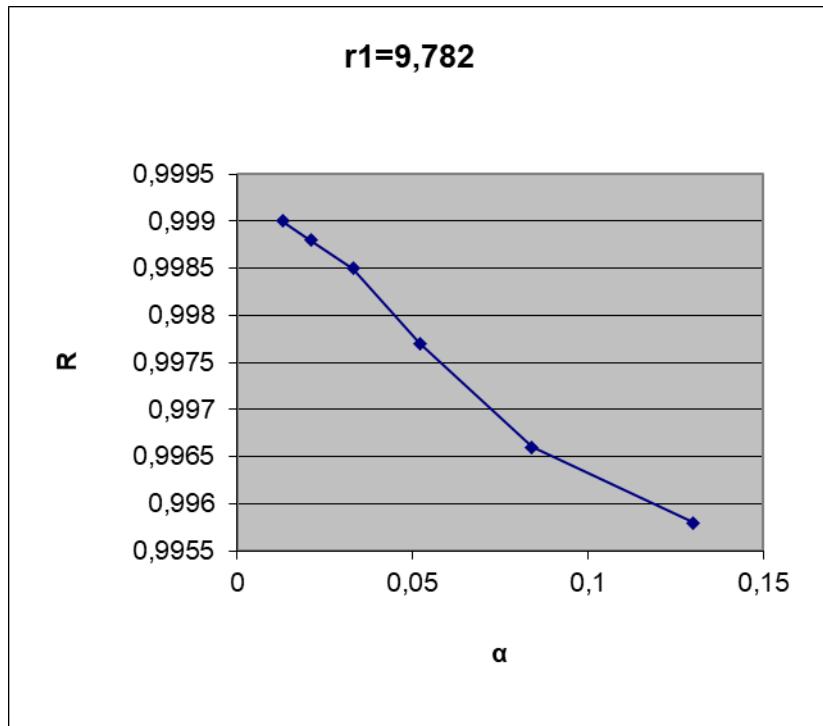


Рисунок 2.8 – Залежність R від α , при $r1=9,782$

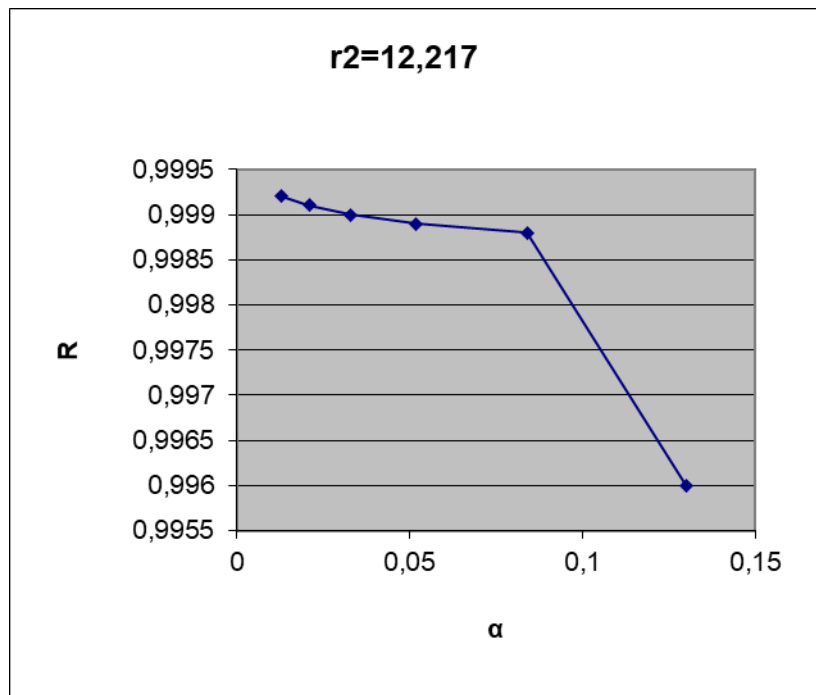


Рисунок 2.9 – Залежність R від α , при $r1=12,217$

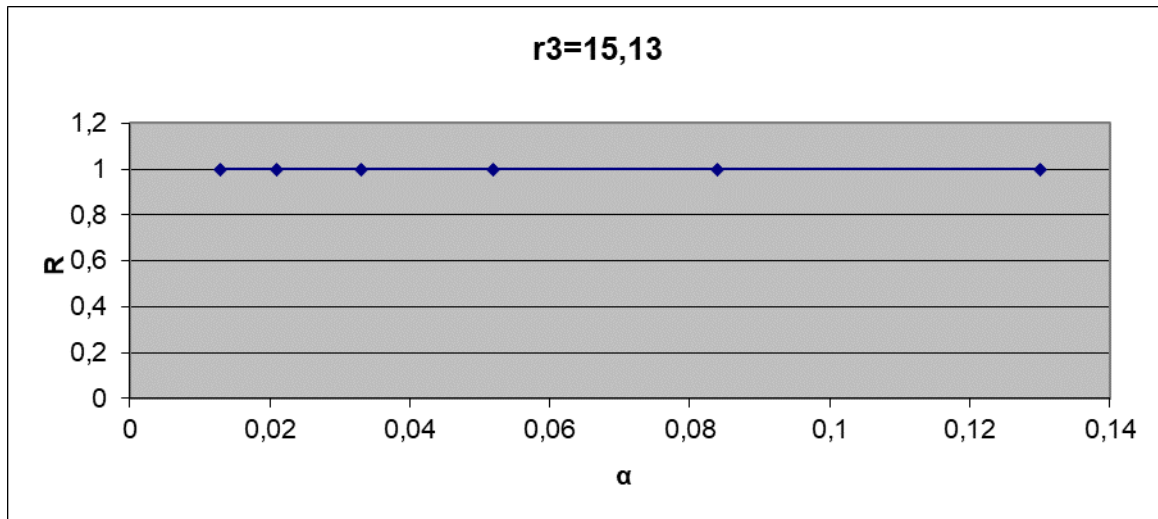


Рисунок 2.10 – Залежність R від α , при $r1=15,3$

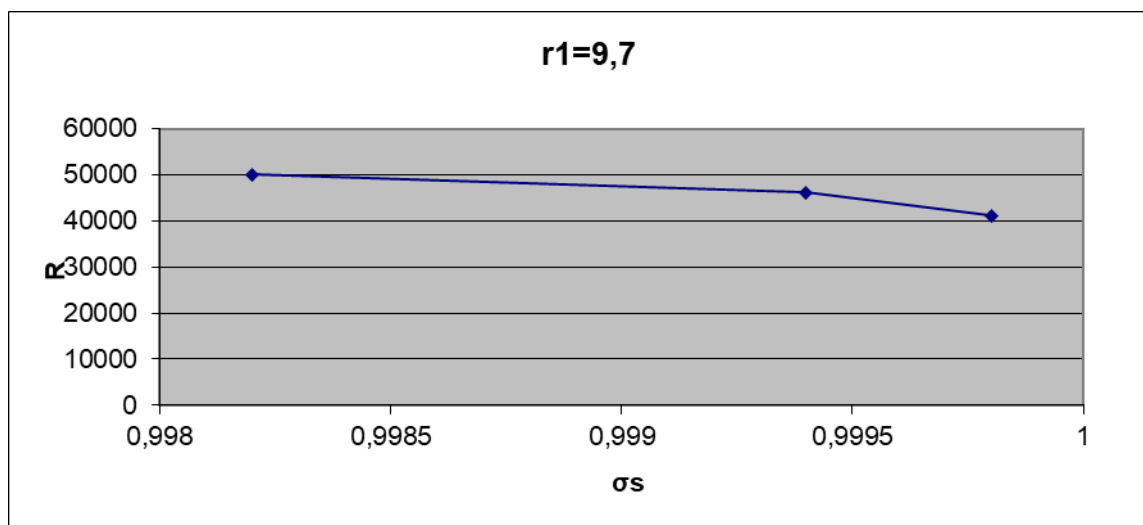


Рисунок 2.11 – Залежність R від σ_s , при $r1=9,7$

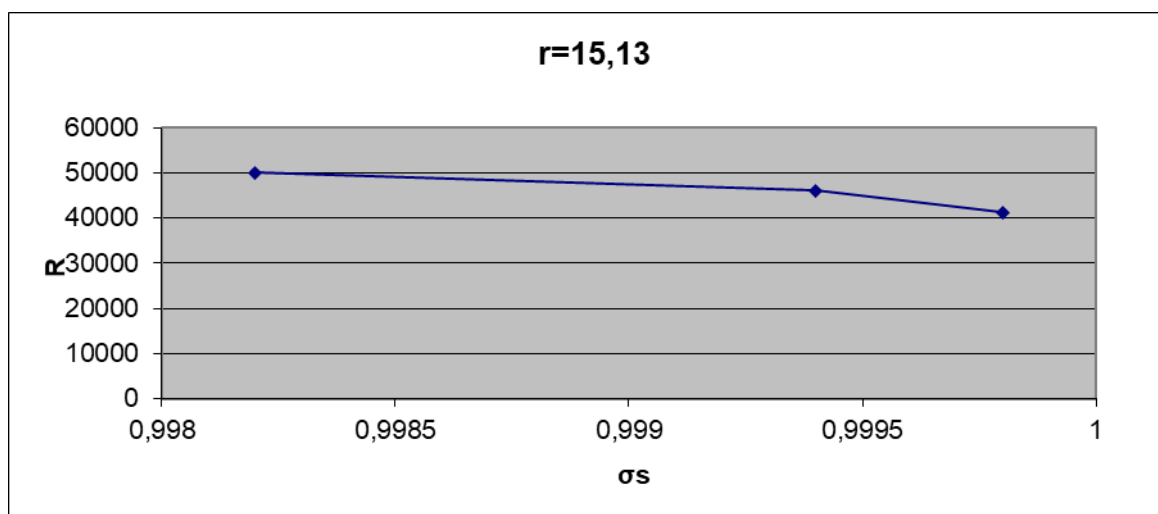


Рисунок 2.11 – Залежність R від σ_s , при $r1=15,13$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

PM 18-390.00.00

Арк.

2.5 Висновки

Встановлено, що ймовірність безвідмовної роботи тим більша, чим менше величина допуску на розмір робочої поверхні. Величина допуску збільється з-за умови економічної та технологічної доцільності.

Встановлено, що ймовірність безвідмовної роботи тим більша, чим більше радіус внутрішнього радіусу спіралі. Радіус робочої поверхні спіралі вибирається з конструкційних міркувань та технічних умов, що до нього ставляться.

Встановлено, що ймовірність безвідмовної роботи тим більша, чим менша середня квадратична міцність на зріз.

Імовірнісні розрахунки дають змогу дослідити вплив факторів на ймовірність безвідмовної роботи, як окремо кожного, так і їх загальний вплив, а також визначити оптимальні параметри.

В графіків 2.8-2.9 бачимо, що три значення радіусу вала $r_1=9,782$ мм, $r_2=12,217$ $r_3=15,13$ мм при постійній середній квадратичній міцності на зріз $\sigma_s = 36000$ кПа в межах допуску 9,10,11 квалітетів мають дуже низьку ймовірність безвідмовної роботи. Це пояснюється тим, що при малому радіусі валу дуже велике поле допуску створює концентратор напружень у вузькій частині робочої поверхні спіралі. При більших радіусах отвору це явище не спостерігається, тобто є незначне падіння ймовірності безвідмовної роботи в допустимих межах. Таким чином, чим менше радіус внутрішнього отвору спіралі, тим точніше його треба виготовляти.

В графіків 2.10-2.11 бачимо, що значення радіусу отвору $r_1=9,782$ мм $r_2=15,13$ мм при значеннях середньої квадратичної міцності на зріз $\sigma_s = 41200$ кПа, $\sigma_s = 46100$ кПа. $\sigma_s = 50000$ кПа мають малу ймовірність безвідмовної роботи. Це пояснюється тим, що на деякому проміжку роботи робочого органу на робочій поверхні з'являються мікро тріщини, які і стають причиною відмови. Таким чином, потрібно підібрати оптимальне значення σ_s при заданому радіусі робочої ділянки спіралі.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Також можна відмітити, що при сталому допуску значення радіусів отворів $r_1=9.782$ мм, $r_2= 15.13$ мм, маючи середню квадратичну міцність в межах 200...50000 кПа, отримують малу ймовірність безвідмовної роботи. Це пояснюється малою пластичністю матеріалу.

Результати випробувань механічних властивостей зразків після високотемпературної термомеханічної обробки показали помітний приріст значень границі плинності, відносних подовження і звуження, ударної в'язкості (КСУ і КСВ) в порівнянні з властивостями після стандартної термічної обробки. Застосування високотемпературної термомеханічної обробки дозволяє реалізувати ефект дрібного зерна з розвиненою субструктурою і позитивний вплив залишкового аустеніту на міцність і пластичні властивості досліджуваних сталей.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва.

Аналіз технічних вимог на виріб

Консоль 64.64.20.00.012 входить у вузол стола 64.64.20.00.000 СК копірувально-фрезерного вестату 6464.

Вузол 64.64.20.00.000 СК призначений для надання столу повздовжнього, поперечного і вертикального переміщень.

Консоль 64.64.20.00.012 має вертикальні і горизонтальні направляючі. По горизонтальним направляючим стіл здійснює повздовжнє переміщення, а по вертикальним направляючим консоль разом із столом здійснюють вертикальне переміщення. Направляючі мають основне значення для службового призначення консолі. Вони повинні бути взаємно перпендикулярні. Не перпендикулярність направляючих між собою не повинна бути більшою 0,016 мм.

Важливу роль відіграють також отвори діаметрами 40Н7 і 50Н7. В отворі діаметром 40Н7 встановлюється гвинт вертикального переміщення консолі, а в отворі діаметром 50Н7 встановлюється вал з маховиком, який надає гвинту через конічну передачу обертовий рух, завдяки чому консоль здійснює вертикальне переміщення.

Осі отворів повинні перетинатись.

Відхилення не більше 0,05мм. Не перпендикулярність осей отворів не більше 0,05мм. Непаралельність осі отвору діаметром 40Н7 до вертикальних направляючих не більше 0,05мм на довжині 240мм.

В точці на поверхні встановлюється маховик гвинт повздовжньої подачі стола, за допомогою яких стіл здійснює повздовжнє переміщення по горизонтальних направляючим консолі. В зв'язку з цим при механічній обробці

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сороковнін			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів		Пилипець						34
Реценз.								
Н.контр.		Дячун						
Затвердив		Пилипець				<i>ТНТУ, каф. ТМ гр. МТм-61</i>		

повинна дотримуватися умова що не перпендикулярність поверхні 9 до горизонтальних направляючих повинна бути не більше 0,016 мм.

Матеріал консолі сірий чавун марки СЧ21 з границею міцності при розтягу 21 кгС/мм² і границею міцності при зміні 40 кгС/мм².

На консолі розміщені вертикальні і горизонтальні направляючі. Не перпендикулярність направляючих між собою не повинна бути більшою 0,016 мм.

Осі отворів діаметрами 40Н7 і 50Н7 не повинні перетинатись. Відхилення не більше 0,05мм. Не перпендикулярність осей отворів не більше 0,05мм. Непаралельність осі отвору діаметром 40Н7 до вертикальних направляючих не більше 0,05мм на довжині 240мм. Матеріал для виготовлення заданої деталі сірий чавун СЧ-20 ГОСТ 1412-79.

Технічні вимоги на вузол стола 64.64.20.00.000 СК копірувально-фрезерного вестату 6464 і деталі консоль 64.64.20.00.012 повністю відповідають їх службовому призначенню.

Матеріал з якого виготовлена деталь – сірий чавун СЧ20 ГОСТ 1412-85 має наступний хімічний склад, який наведений у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад СЧ20 ГОСТ 1412-85

Вуглець, %	Кремній, %	Марганець, %	Сірка, %
2,5...4	0,5...4,5	0,4...0,6	до 0,25

Чавун добре працює при стискаючих навантаженнях, гасить вібрації, легко обробляється різанням має невелику вартість в порівнянні з чавунами перлітного класу.

Технічні вимоги:

- межа міцності на розтяг: $\sigma_p = 206 \text{ Н/мм}^2$
- межа міцності на згин: $\sigma_{зг} = 392 \text{ Н/мм}^2$
- твердість по Брінелю: НВ = 170...241

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Решта вимог викладені на креслені та їх послідовність задовольняють вимогам діючих стандартів і не потребують або перегрупування.

3.2 Аналіз технологічності конструкції виробу

Деталь - консоль 6464.20.00.012. Деталь виготовляється із сірого чавуну СЧ21 литвом, тому конфігурація зовнішнього контуру і внутрішніх поверхонь не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. Але при цьому дуже нетехнологічними є ребра з внутрішніх сторін консолі, але ці елементи визначаються конструктивними особливостями і змінити їх дуже важко.

Нетехнологічний в даній конструкції являються 4 отвори М4-7Н на поверхні 4, так як для їх обробки необхідно використовувати інструменти з видовбувачами.

Нетехнологічним являються канавки глибиною 2мм і кутом 80° , так як необхідним використовувати спеціальний інструмент - кінцеву конічну фрезу із дуже твердого сплаву з високим фізико - механічними властивостями.

Нетехнологічними в даній конструкції є ще отвір діаметром 20Н7, так як він виконується під кутом 45° до осі симетрії деталі, і це змушує нас використовувати спеціальний пристрій або обладнання. Крім цього отвори діаметрами 50Н7 і 40Н7 повинні бути виконанні в границях вказаних відхилень з точністю 0,025мм, що досягається дворазовим розверчуванням.

Нетехнологічним є поверхні Е і Щ на направляючих, так як вони розташовані під гострим кутом 55° , але замінити їх ми не можемо, бо ці поверхні визначаються конструктивними особливостями.

В іншому деталі достатньо технологічна, так як конструкція дозволяє обробляти поверхні направляючих за один прохід, обробляти отвори одночасно на багатошпindelних верстатах і використовувати багатошпindelні головки. Деталь має хороші базові поверхні.

Кількісна оцінка технологічності характеризуються таким показниками:

А) коефіцієнтом точності:

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_T = 1 - 1/T_{cp} \quad (3.1)$$

де T_{cp} - середній квалітет точності поверхонь деталі.

n_i - кількість поверхонь даного квалітету.

$$T_{cp} = (7 \cdot 30 + 8 \cdot 3 + 14 \cdot 43) / 76 = 11.$$

$$K_T = 1 - 1/11 = 0,91 > 0,83$$

Отже, деталь є технологічною по точності.

Б) Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = 1 - 1/Ш_{cp} \quad (3.2)$$

$$Ш_{cp} = \sum Ш_i \cdot n_i / \sum n_i \quad (3.3)$$

де $Ш_i$ - шорсткість i -тої поверхні;

n_i - кількість поверхонь даної шорсткості;

$$Ш_{cp} = (0,63 \cdot 4 + 1,25 \cdot 6 + 2,5 \cdot 4 + 10 \cdot 62) / 76 = 8,42.$$

$$K_{ш} = 1 - 1/8,42 = 0,88 > 0,86$$

Отже деталь є технологічною за шорсткістю.

В) Коефіцієнт уніфікації:

$$I_{cp} = \sum n_{i1} / \sum n_{zi} \quad (3.4)$$

де n_{i1} - уніфікована поверхня;

n_{zi} - загальна кількість поверхонь, які обробляються.

$$I_{cp} = 36/47 = 0,76 < I_{норм} = 0,85.$$

Отже, деталь нетехнологічна за ступенем уніфікації.

Г) коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м} = m_{дет} / M_{заг} \quad (3.5)$$

					<i>PM 18-390.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $m_{дет}$ - маса готової деталі;

$M_{заг}$ - маса заготовки.

$$K_{в.м.} = 39,4/40 = 0,985 > K_{в.м.норм.} = 0,85.$$

Отже, деталь технологічною.

3.3 Аналіз типу і організаційної форми виробництва

Тип виробництва - це класифікаційна категорія, що виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності стабільності і об'єму випуску продукції (ГОСТ 14004-83).

Тип виробництва визначається за коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о.}$ (ГОСТ 3 Л 108-74), тобто відношення числа всіх різних технологічних операцій, виконаних, або підлягаючих виконанню на протязі місяця, до числа робочих місць.

$$K_{з.о.} = Q/m_n \quad (3.6)$$

де Q - сумарне число різних операцій ;

m_n - число робочих підрозділу, які виконують різні операції.

Розрахунок кількості верстатів проводимо згідно формули

$$m = \frac{N T_{шт}}{g \cdot 60 \Phi_{\delta} \eta_{з.н.}} \quad (3.7)$$

де N - річна програма випуску продукції;

Φ_{δ} - дійсний річний фонд часу, год;

$\eta_{з.н.}$ - нормативний коефіцієнт завантаження.

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = 35/22 = 1,6.$$

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Розрахунок основного технологічного часу

№ п/п	Назва операції та її зміст	Основний технологічний час	
		формула	величина
005	Горизонтально-розточна Чорнове фрезкування поверхні Горизонтальних направляючих	$T_0=0,006 \cdot l$	7,5
010	Горизонтально-розточна Чорнове фрезкування поверхні Вертикальних направляючих	$T_0=0,006 \cdot l$	6,9
020	Горизонтальна – розточна	$T_0=0,004 \cdot l$	4,8
	Фрезерувати начисто гориз.напр.	$T_0=0,006 \cdot l$	1,08
	Фрезерувати поверхню П	$T_0=0,007 \cdot l$	1,68
	Фрезерувати катавку 4x4	$T_0=0,006 \cdot l$	4,68
	Фрезерувати катавку під $80^\circ; h=2$	$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	12,24
035	Горизонтальна – розточна	$T_0=0,004 \cdot l$	4,6
	Фрезерувати начисто гориз.напр.	$T_0=0,006 \cdot l$	1,08
	Фрезерувати поверхню П	$T_0=0,007 \cdot l$	1,61
	Фрезерувати катавку 4x4	$T_0=0,006 \cdot l$	3,6
	Фрезерувати катавку під $80^\circ; h=2$	$T_0=0,006 \cdot l$	2,83
	Фрезерувати рамку 158x118	$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	13,72
040	Горизонтально – розточна Фрезерувати рамку 78x110	$T_0=0,006 \cdot l$	1.8
045	Горизонтально – розточна	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.261
	Свердлити отвір $\varnothing 6,7$ на $h=75$	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.312
	Розсвердлити 0 отвір до 15 на $h=40$	$T_0=0,00021 \cdot d \cdot l$	0.139
	Зенкерування до 15,79 $h=40$	$T_0=0,00043 \cdot d \cdot l$	0.275
	Розвернути до 16Н8 на $h=40$	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.096
	Нарізати різ М8-7Н на $h=30$	$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	1.077

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ 18-390.00.00

050	Радіально – свердлильна	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.053
	Свердли 4отв. $\varnothing 3,2$ наскрізь	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.512
	Нарізати різь М4-7Н наскрізь	$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	0.565
055	Радіально – свердлильна	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.053
	Свердли 4отв. $\varnothing 3,2$ наскрізь	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.512
	Нарізати різь М4-7Н наскрізь	$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	0.565
060	Радіально – свердлильна		
	Свердли 2отв. $\varnothing 8,5$ на $h=170$	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	1.503
	Зенкерувати 2отв. до $\varnothing 9,8$ на $h=11$	$T_0=0,00021 \cdot d \cdot l$	0.045
	Розвернути 2отв.до 10Н8 на $h=11$	$T_0=0,00043 \cdot d \cdot l$	0.095
	Свердли отвір $\varnothing 9$ на прохід	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.178
	Розсвердли до $\varnothing 10,2$ на $h=11$	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.058
	Нарізати різь М12-7Н на $h=11$	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.053
	Свердли отвір $\varnothing 5$ на прохід	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.099
	Нарізати різь М6-7Н на $h=12$	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.029
	Свердли 3отвір $\varnothing 8,5$ на прохід	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.504
Нарізати різь М10-7Н на прохід	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.456	
		$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	3.02
065	Радіально – свердлильна	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.166
	Свердли 4отв. $\varnothing 5$ на $h=16$	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.134
	Нарізати різь М6-7Н на $h=14$	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.091
	Свердли отвір $\varnothing 5$ на прохід	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.125
	Розсвердли до $\varnothing 12$ на $h=20$	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.036
	Нарізати різь М6-7Н на прохід	$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	0.552
070	Радіально – свердлильна	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.04
	Свердли 3 отв. $\varnothing 3,2$ на прохід	$T_0=0,004 \cdot d \cdot l$	0.039
	Нарізати різь М4-7Н на прохід	$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	0.079

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РМ 18-390.00.00

Арк.

Продовження таблиці 3.2

075	Радіально – свердлильна Свердлити отвір Ø 3,2 на h= 16 Нарізати різь М4-7Н на h=14	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$ $T_0=0,004 \cdot d \cdot l$ $T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	0.106 0.09 0.196
080	Радіально – свердлильна Свердлити 2отвір Ø 5 на h=30 Свердлити 2отвір 5 на h=38 Нарізати різь М6-7Н на h~12 Свердлити отвір Ø 8,5 на прохід Нарізати різь М10-7Н на прохід	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$ $T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$ $T_0=0,004 \cdot d \cdot l$ $T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$ $T_0=0,004 \cdot d \cdot l$ $T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	0.156 0.198 0.058 0.168 0.152 0.732
085	Радіально – свердлильна Свердлити 2отвір Ø 5 в замазочних канавках на h=80	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	0.416
090	Поздовжньо – шліфувальна Шліфувати поверхні горизонтальних направляючих	$T_0=0,0025 \cdot l$	1.8
095	Поздовжньо – шліфувальна Шліфувати поверхні вертикальних направляючих	$T_0=0,0025 \cdot l$	1.725
100	Горизонтально–розточна Фрезерувати поверхню І начисто	$T_0=0,004 \cdot l$	0.72
105	Горизонтально – розточна Свердлити отвір Ø 25 на прохід Розсвердлити отв. до 0 38 Зенкерувати отв. до 0 39,75 Розвернути отвір до 0 39,93	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$ $T_0=0,00031 \cdot d \cdot l$ $T_0=0,00021 \cdot d \cdot l$ $T_0=0,00043 \cdot d \cdot l$	0.91 0.825 0.584 1.202

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

PM 18-390.00.00

Арк.

	Розвернути отвір до 40H7 на прохід	$T_0=0,00086 \cdot d \cdot l$ $T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	2.408 5.929
110	Горизонтально - розточна	$T_0=0,00052 \cdot d \cdot l$	1.43
	Свердлити отвір 0 25 на прохід	$T_0=0,00031 \cdot d \cdot l$	1.637
	Розсвердлити отв. до 0 48	$T_0=0,00021 \cdot d \cdot l$	1.148
	Зенкерувати отв. до 0 49,93	$T_0=0,00043 \cdot d \cdot l$	2.362
	Розвернути отвір до 0 49,43	$T_0=0,00086 \cdot d \cdot l$	4.73
	Розвернути отвір до 0 50H7	$T_{\Sigma 0} = \sum \cdot T_{oi}$	11.307

Таблиця 3.3 – Розрахунок обладнання

№ п/п	Назва операції	$T_{шт,ХВ}$	m_p	m_n	$N_{з.ф.}$	$N_{ф.}$
005	Горизонтально - розточна	12,5	0,973	1	0,973	1
010	Горизонтально - розточна	11,9	0,926	1	0,926	1
020	Горизонтально - розточна	17,24	1,342	2	0,671	2
025	Горизонтально - розточна	18,72	1,457	2	0,7285	2
030	Горизонтально - розточна	6,8	0,53	1	0,53	2
035	Горизонтально - розточна	6,077	0,473	1	0,473	2
040	Радіально - свердлильна	5,565	0,433	1	0,433	2
045	Радіально - свердлильна	5,565	0,433	1	0,433	2
050	Радіально - свердлильна	8,02	0,624	1	0,624	2
055	Радіально - свердлильна	5,552	0,432	1	0,432	2
060	Радіально - свердлильна	5,079	0,395	1	0,395	2
0675	Радіально - свердлильна	5,196	0,404	1	0,404	2
070	Радіально - свердлильна	5,732	0,446	1	0,446	2
075	Радіально - свердлильна	5,416	0,421	1	0,421	2
080	Поздовжньо - шліфувальна	6,8	0,53	1	0,53	2

					PM 18-390.00.00		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

085	Поздовжньо - шліфувальна	6,725	0,523	1	0,523	2
090	Горизонтально - розточна	5,72	0,445	1	0,445	2
095	Горизонтально - розточна	10,929	0,85	1	0,85	1
100	Горизонтально - розточна	16,307	1,27	2	0,695	2
	Всього разом			22		35

Отже згідно ГОСТ 3.1108-74 в нашому випадку багатосерійне виробництво. Форми організації технологічних процесів у відповідності ГОСТ 14.312-74 залежать від встановленого порядку виконання операцій технологічного процесу, розташування технологічного процесу розташування технологічного обладнання, кількість деталей і напрямок їх руху в процесі виготовлення.

Заданий добовий випуск продукції:

$$N_{\delta} = N / 254$$

де 254 - кількість робочих днів у році

$$N_{\delta} = 15000 / 254 = 59.055$$

Із залежності визначимо кількість деталей, які обробляються за добу з врахуванням трудомісткості:

$$t = T_{н.р.} / \Phi_{\delta} \quad (3.8)$$

де $T_{н.р.}$ - нормативна трудомісткість річної програми;

Φ_{δ} - дійсний річний фонд часу, роботи обладнання;

$$t = 45894 / 4015 = 22,86.$$

Так як N_{δ} більше t , то організаційна форма виробництва групова.

Із слідуючої залежності вираховуємо кількість деталей в партії.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

$$n=N_a/F \quad (3.9)$$

де N - річна програма випуску деталей;

a - число днів на які необхідно мати запас деталей;

F - число робочих днів в році.

$$n=1500 \cdot 5 / 254 = 296,44.$$

Приймаємо $n = 300$.

3.4 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Метод виконання заготовки визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, масштабом і серійністю випуску а також економічністю виготовлення.

Вибрати заготовку - означає встановити спосіб її отримання, намітити припуски на обробку кожної поверхні і вказати допуски на неточність виготовлення.

При виборі заготовки необхідно прямувати до того, щоб форма і розміри заготовки максимально наближались до форми і розмірів готового виробу.

Матеріал деталі - сірий чавун СЧ 21 ГОСТ 1412-79.

Маса деталі – 40 кг.

Річна програма - 15000 шт.

Такт випуску - 15,8

Виробництво багатосерійне.

Згідно стандартів встановлюємо два найбільш раціональні варіанти

ВИЛИВОК:

- ЛИТВО В КОКІЛЬ;
- ЛИТВО В ЗЕМЛЯНІ ФОРМИ ПРИ МАШИННІЙ ФОРМОВЦІ.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

Таблиця 3.4 – Вибір способу отримання заготовки

Вид заготовки Показник	Литво в кокіль	Литво в земляні форми при машинній формовці
Клас точності	7	7
Група складності	3	3
Маса заготовки, кг	41,2	40
Вартість 1 т. заготовок з чавуну СЧ20	17360	17360
Вартість 1т. відходів в грн.	1400	1400

Вартість заготовки по першому варіанту:

$$Ц_{\text{заг.1}} = \left(\frac{C_1 \cdot Q \cdot k_B \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_M \cdot k_n}{1000} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000} \quad (3.10)$$

де C_1 - базова вартість 1т. заготовок;

$k_B \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_M \cdot k_n$ - коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок.

$$Ц_{\text{заг.1}} = \left(\frac{17360}{1000} \cdot 41,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (41,2 - 39,5) \cdot \frac{1400}{1000} = 714,24 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки по другому варіанту:

$$Ц_{\text{заг.1}} = \left(\frac{17360}{1000} \cdot 40 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (40 - 39,5) \cdot \frac{1400}{1000} = 696,09 - 0,7 = 694,39 \text{ грн.}$$

По другому варіанті дешевше на 18,15 грн.

Економічний ефект для співставлення способів:

$$E = (Ц_{\text{заг.1}} - Ц_{\text{заг.1}}) \cdot N = (715,24 - 694,39) \cdot 15000 = 272250 \text{ грн.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РМ 18-390.00.00				

Вибираємо отримання виливки по 1-му класу точності литвом в земляні форми при машинній формовці.

Визначаємо техніко-економічний показник використання матеріалу, який виражає відношення чистої ваги до ваги заготовки і призначаємо коефіцієнт використання матеріалу $\gamma = \frac{q}{Q}$ де q - чиста вага деталі, Q - вага заготовки.

$$\gamma = \frac{39,5}{40} = 0,9875 \quad (3.11)$$

Таким чином заготовка з сірого чавуна СЧ 21 ГОСТ 1412-79 відповідає техніко-економічним вимогам для виготовлення деталі.

3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз

Технологічні методи обробки вибираються за умов забезпечення уточнення заготовки до відхилень, заданих допусками на готову деталь. Для його визначення користуються розрахунковим уточненням.

$$E_p = T_3 / T_q \quad (3.12)$$

де T_3 , T_q - відповідно допуску на означену характеристику точності партії заготовок і деталей.

Розрахункове уточнення E_p може бути забезпечене різними методами обробок кожній з яких дає свою величину.

$$E_n = E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot \dots \cdot E_m = \prod_{i=1}^m E_i \quad (3.13)$$

Показником того, що необхідна кількість методів обробок поверхні деталі визначається правильно, є нерівність:

$$E_p \leq E_n \quad (3.14)$$

Кількість методів обробок m визначається за формулою:

$$m = \lg E_p / 0,46 \quad (3.15)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Уточнення E_i будь якого методу обробки наближено визначається за формулою:

$$E_i = T_{i-1} / T_i \quad (3.16)$$

де T_{i-1} , T_i - відповідно допуски, що забезпечуються попереднім і даним методами обробок.

Таблиця 3.5 – Вибір методів обробки поверхонь

Назва поверхонь і методів обробок	квалітет	Допуск, мкм	Уточнення		
		Позн.	Велич	Формула	Значення
Поверхня Ø40H7	7	T_δ	25	$E_i = E_p$	16
Заготовка	13	T_3	400	$= T_3 / T_\delta$	
Зенкерування	11	T_1	160		2,05
Розверчування нормальне	8	T_2	39	$E_1 = T_3 / T_1$	4,103
Розверчування тонке	7	T_3	25	$E_2 = T_1 / T_2$ $E_3 = T_2 / T_3$	1,56
Поверхня Ø50H7	7	T_δ	25	$E_n = \prod_{i=1}^3 E_i$	2,5
Заготовка	13	T_3	400	$E_1 = T_3 / T_1$	4,103
Зенкерування	11	T_1	160	$E_2 = T_1 / T_2$	1,56
Розверчування нормальне	8	T_2	39	$E_3 = T_2 / T_3$	
Розверчування тонке	7	T_3	25	$E_n = \prod_{i=1}^3 E_i$	16

Всі інші поверхні за коефіцієнтом уточнення обробляються за один раз.

Але так як горизонтальні і вертикальні направляючі мають шорсткість R_a 0,63, то їх необхідність обробляти три рази чорновим фрезеруванням, чистовим фрезеруванням і шліфуванням.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

При виборі технологічних баз необхідно дотримуватися наступних правил і положень.

Для чорнових баз:

- поверхні, які мають мінімальні припуски на обробку;
- поверхні рівні і чисті;
- поверхні заготовки, які надійно отримуються при їх виготовленні;
- чорнову базу використовувати лише один раз. Для числових баз ставлять наступні вимоги:
- слід вибрати основні бази, тому що допоміжні здорожують процес обробки консолі;
- слід вибрати поверхні, від яких заданий допустимий розмір;
- поверхні, які найменше деформуються під дією сили записку;
- дотримуватись принципу єдності і постійності баз;
- взяти до уваги зручність установки деталі та простоту і собівартість пристрою.

При виборі чорнових баз необхідно враховувати те, що при їх використанні обробляються поверхні числових баз.

Вибір базування для операції 005 поздовжньо-фрезерна.

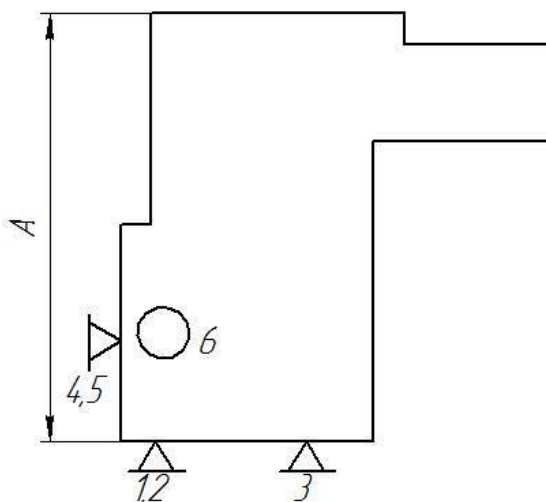


Рисунок 3.1 – Схема базування

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Конструкторські бази співпадають з технологічними, отже похибка базування рівна нулю, тобто $E_{\delta}=0$.

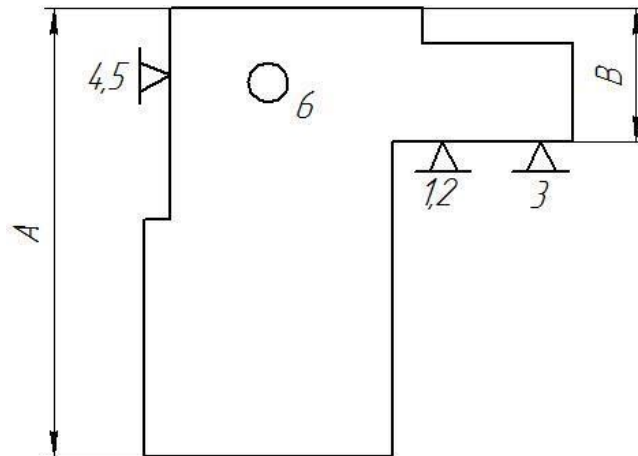


Рисунок 3.2 – Схема базування

Для даної схеми базування похибка базування буде обчислюватися за формулою:

$$E_{\delta}=TB=0,87 \text{ мм.}$$

Отже, перший варіант дає менше значення похибки базування.

Базування для операції 010

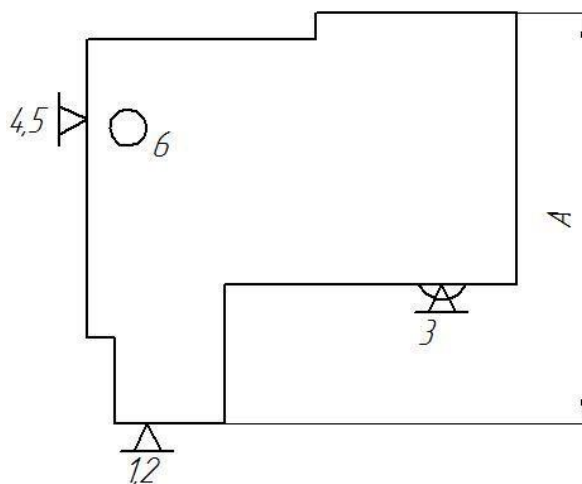


Рисунок 3.3 – Схема базування

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

Продовження таблиці 3.6

4	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати поверхні вертикальн. направл.	6,61	0,549	1	6642	14x4
5	Горизонтально -розточна Фрезерувати начисто горизонт, направ л. Фрезерувати поверхню П в розмірі 22,3 Зняти фаски з направляючих.Фрезеруват и канавку 4x4.Фрезерувати канавки <math><80^\circ;h=2</math>	17,24	1.342	2	2A622Ф2	11
6	Горизонтально -розточна Фрезерувати начисто вертик. направл. Фрезерувати поверхню Т в розмірі 40,3 Зняти фаски з направляючих. Фрезерувати канавку 4x4.Фрезерувати канавки <math><80^\circ;h=2</math> Фрезерувати поверхні рамки 78x110	18,72	1,457	2	2A622Ф2	11
7	Горизонтально -розточна Фрезерувати поверхні рамки 78x110	6,8	0,53	1	2A622Ф2	11

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

8	Горизонтально -розточна Свердлити отвір 6,7 на h=75 Розсвердлити отвір до Ø на h=75 Розсвердлити отвір до Ø15 на h=40 Зенкувати отвір до Ø15,79 на h=40 Розвернути отвір до Ø 16Н8 на h=40 Нарізати різь М8-7Н на h=30	6,077	0,473	1	2А622Ф2	11
9	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати основу Ф і поверхню П	6,08	0,505	1	6605	7x2
10	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати поверхні У і Т	6,08	0,505	1	6605	7x2
11	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати начисто горизонт, направляючі	6,68	0,554	1	6642	14x4
12	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати начисто вертикал, направляючі	6,61	0,549	1	6642	14x4
13	Поздовжньо - фрезерна Зняти фаски на горизонтальних направляючих. Фрезерувати канавку 4x4	6,68	0,549	1	6632	10x3

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14	Поздовжньо - фрезерна Зняти фаски на вертикальних направляючих Фрезерувати канавку 4x4	6,61	0,549	1	6M13K	7
15	Копірувально - фрезерна. Фрезерування канавки на горизонтальних направляючих	9,68	0,8	1	6M13K	7
16	Копірувально- фрезерна. Фрезерувати канавки на вертикальних направляючих	8,6	0,714	1	6M13K	7
17	Копірувально- фрезерна. Фрезерувати вікно в розмірі 110x78	6,8	0,53	1	6M13K	7
18	Копірувально- фрезерна. Фрезерувати вікно в розмірі 158x118	7,83	0,65	1	6M13K	7
19	Вертикально- свердлильна. Свердли отвір Ø6,7 на h=75 Розсвердлити отвір наØ 15 на h=40 Зенкерувати отвір на Ø 15,79 на h=40 Нарізати різь М8 - 7Н на h=30	6,077	0,504	1	2H125	2,5

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

PM 18-390.00.00

20	Радіально-свердлильна. Свердлити 4 отвори Ø3,2 наскрізь і зенкерувати фаски на поверхні Ø Нарізати різь в 4-х отв. М4 - 7Н	5,565	0,433	1	2М55	5,5
21	Радіально-свердлильна. Свердлити 4 отв. Ø 3,2 наскрізь і зенкерувати фаски на поверхні Х Нарізати різь в 4-х М4 - 7Н	6,565	0,433	1	2М55	5,5
22	Радіально-свердлильна. Свердлити отвір Ø 8,5 до Ø 9,8 на h=1 1 Розсвердлити отвір до Ø 10Н8 на h=1 1 Свердлити отвір Ø 9 наскрізь Розсвердлити до Ø 10,2 на h=1 1 і зняти фаску. Нрізати різь М12 - 7Н на h=1 1. Свердлити отвір Ø 8,5 на h=170. Зенкерувати отвір до Ø9,8 на h=1 1. Розвернути отвір до Ø10Н8 на h=1 1. Свердлити отвір Ø5 наскрізь і зенкерувати.	8,02	0,624	1	2М55	5,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РМ 18-390.00.00

Арк.

	Нарізати різь М6 - 7Н на h=12. Свердли 3 отвори М10 - 7Н до Ø8,5 наскрізь і зенкерувати. Гарізати різь в 3-х отворах М10 - 7Н					
23	Радіально-свердлильна. Свердли 4 отвір	5,552	0,432	1	2М55	5,5
24	Ø5 на h=16 на поверх. Т. Зняти фаски	5,079	0,395	1	2М55	5,5
25	Нарізати різь в 4-х отворах М6-7Н на h=14	5,196	0,404	1	2М55	5,5
26	Радіально-свердлильна. Свердли 2 отвір Ø5 в змазочних канавках на горизонтальних направл. Свердли отвір Ø8,5 наскрізь. Зняти фаску. Нарізати різь М10-7Н наскрізь.	5,732	0,442	1	2М55	5,5
27	Радіально-свердлильна. Свердли 2 отвір Ø 5 в змазочних канавках на вертикальних направл. до входу в отвір Ø8,5	5,416	0,421	1	2М55	5,5

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

PM 18-390.00.00

28	<p>Свердлильна.</p> <p>Свердли 4 отв. Ø5 на h-16 на отв. пов. Т</p> <p>Свердли 4 отв. Ø5 на h=12 на отв. пов. Т</p> <p>Свердли 4 отв. Ø3,2 на пов.Х наскрізь Нарізати різь М6-7Н в 4 отв. на h=14 і в 1 отворі нарізати на поверхні Т . Нарізати різь М4-7Н в 4 отворі на поверхні Х наскрізь</p>	5,13	0,426	1	Г4П	10,7
29	<p>Свердлильна.</p> <p>Свердли 4 отв. Ø3,2 наскрізь на пов. Φ і 4 отв. Ø3,2 на h—16 на пов. 4 Нарізати різь М4-7Н в 4 отв. На пов. Φ наскрізь і в 4отв. На пов. 4 на h=14</p>	5,05	0,419	1	Г4П	10,7
30	<p>Свердлильна.</p> <p>Свердли 2 отв. Ø 8,5 на h=170 і зенкувати до Ø 9,8 на h=1 1. Свердли 4 отв. Ø 5 наскрізь і зенкувати</p>	5,809	0,482	1	Г4П	10,7

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

PM 18-390.00.00

	фаску.Свердлити отвір Ø9 наскрізь, розсвердлити до Ø 10,2 на h=14 і зняти фаску. Свердлити 3 отв. Ø 8,5 наскрізь і зенкувати фаску. Свердлити 2 отв. Ø 5 наскрізь і зенкувати фаску. Свердлити отв. Ø 8,5 наскрізь і зенкувати фаску. Розвернути 2 отв. до Ø 10H8 на h=1 1 Нарізати різь М6-7H на h=12 Нарізати різь М6- 7H на h=12 Нарізати різь в 3 отв. М10-7H наскрізь Нарізати різь в 2 отв. М6- 7H на h=12 Нарізати різь М10-7H наскрізь	5,809	0,482	1	Г4П	10,7
31	Свердлильна. Свердлити 2 отв. Ø 5 в змазочних канавках вертик. направл. І 2 отв. Ø 5 в горизонтальн.	5,208	0,432	1	ГВ1П	6
32	Повздожньо - шліфувальна Шліфувати поверхні горизонтал. направ.		0,53	1	3510	36,8

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РМ 18-390.00.00	

33	Повздовжньо - шліфувальна Шліфувати поверхні вертикальних направ.	6,725	0,523	1	3510	36,8
34	Повздовжньо - шліфувальна Шліфувати поверхні горизонтал. направ.	5,6	0,465	1	3508	36,8
35	Повздовжньо - шліфувальна Шліфувати поверхні вертикальних направ.	5,575	0,463	1	3508	36,8
36	Горизонтально - розточна Фрезерувати поверхню I	5,72	0,445	1	2A622Ф2	11
37	Вертикально — фрезерна Фрезерувати поверхню I	5,72	0,445	1	6Н13П	10
38	Горизонтально -розточна Свердлити отвір Ø25 на прохід Розсвердлити отвір до Ø 38 на прохід Зенкерувати отвір до Ø 39,75 на прохід Розвернути отвір до Ø 39,93 на прохід Розвернути отвір до Ø 40Н7 на прохід	10,92 9	0,85	1	2622В	10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PM 18-390.00.00	Арк.

39	Горизонтально -розточна Свердлити отвір Ø 25 на прохід Розсвердлити отвір до Ø 38 на прохід Зенкерувати отвір до Ø 49,71 на прохід Розвернути отвір до Ø 49,93 на прохід Розвернути отвір до Ø 50Н7 на прохід	16,30 7	1,27	2	2622В	10
40	Свердлильна Зенкерувати отвір з Ø 38 до 39,75 Розвернути отвір до Ø 39,93 на прохід Розвернути отвір до Ø 40Н7 на прохід	9,194	0,76	1	ГЗП	11
41	Свердлильна Зенкерувати отвір з Ø 48 до 49,71 Розвернути отвір до Ø 49,93 на прохід Розвернути отвір до Ø 50Н7 на прохід	13,24	1,03	1	ГЗП	11

Оптимальний технологічний процес.

005 Повздовжньо –фрезерна; 010 Повздовжньо –фрезерна;
015 Повздовжньо –фрезерна;020 Повздовжньо –фрезерна;
030 Повздовжньо–фрезерна;035 Повздовжньо –фрезерна;
040 Повздовжньо –фрезерна;045 Повздовжньо –фрезерна;
050 Копірувально – фрезерна;055 Копірувально – фрезерна;
060 Копірувально – фрезерна;065 Копірувально – фрезерна;
070 Вертикально – свердлильна;075 Агрегатно – свердлильна;
080 Агрегатно – свердлильна;085 Агрегатно – свердлильна;
090 Агрегатно – свердлильна;095 Плоско – шліфувальна;
100 Плоско – шліфувальна;105 Вертикально – фрезерна;
110 Агрегатно – свердлильна;115 Агрегатно – свердлильна.

						Арк.
					РМ 18-390.00.00	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

Враховуємо припуск на обробку і проміжні граничні розміри для діаметру 40H7 отвору консолі. Розрахунок будемо вести шляхом заповнення таблиці 3.7 в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки отвору і всі значення елементів припуску.

Таблиця 3.7 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам на обробку отв. Ø40H7

Технологічні переходи обробки поверхні Ø40H7(+0,025)	Елементи припуску, мкм				Розрахункова припуск 2z _{min} , мкм	Розрахунковий розмір d_p , мкм	Допуск S, мкм
	Rz	T	ζ	ε			
Заготовка	30	170	58		-	39,095	250
Зенкерування	30	-	-		2·325	39,745	100
Розверчування:							
нормальне	10	-	-		2·80	39,905	39
точне	5	-	-		2·60	40,025	25

Технологічні переходи обробки поверхні Ø40H7(+025)	Граничні розміри, мкм		Граничні значення припусків, мкм	
	d _{max}	d _{min}	2Z _{min} ^{2p}	2Z _{max} ^{2p}
Заготовка	38,85	39,10	-	-
Зенкерування	39,65	39,75	650	800
Розверчування:				
нормальне	39,871	39,91	160	221
точне	40,00	40,025	115	129

Розрахунок мінімального значення припуску проводимо, користуючись основною формулою:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\zeta^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (3.17)$$

де $R_{Z_{i-1}}$ – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

ζ_{i-1} – глибина дефективного поверхневого шару;

ε_i – похибка установки на виконаному переході.

Величина висоти нерівностей профілю і глибини дефективного поверхневого шару для заготовки вибираємо за таблицями [7]. Після першого технологічного переходу глибини дефективного поверхневого шару для деталей з чавуну виключається з розрахунків, а величина висоти нерівностей профілю для наступних переходів вибираємо за таблицею [7].

Сумарне значення просторового відхилення для заготовки даного типу визначаємо по формулі:

$$\zeta = \sqrt{C_0^2 + (\Delta k \cdot l)} \quad (3.18)$$

де Δk – питомий вивід;

C_0 – зміщення осі отвору при свердлінні;

l – довжина свердління;

Величина питома відводу вибираємо по таблиці 28 [7] і підставивши у формулу отримуємо:

$$\zeta = \sqrt{30^2 + (0.7 \cdot 70)} = 57.45 \text{ мкм.} \quad (3.19)$$

Величини залишкового відхилення для наступних переходів визначаємо за формулою:

$$\zeta_{\text{зал}} = R_y \cdot \zeta_{\text{заг}} \quad (3.20)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

де R_y - коефіцієнт уточнення форми.

Похибка форми при зенкеруванні визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon^2_{\delta} + \varepsilon^2_{\text{пр}} + \varepsilon^2_{\text{з}}} \quad \text{пр} \quad (3.21)$$

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

ε_{δ} - похибка закріплення;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - похибка положення.

Похибка базування виникає за рахунок перекосу заготовки в горизонтальній площі при встановленій її на вертикалі направляючі. Перекос при цьому виникає за рахунок поля допуску на розмір $1000 \pm 0,1$ мм між направляючими.

$$\varepsilon_{\delta} = 1 \cdot \tan \alpha = 1 \cdot T \sqrt{230} = 70.$$

$$0,2 \sqrt{2300} = 0,060 \text{ мм} = 60 \text{ мкм.}$$

Похибку закріплення вибираємо по таблиці 40 [1] і приймаємо рівною 90 мкм.

Похибка положення визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{3 \cdot \varepsilon^2_{\text{зн}} + \varepsilon^2_{\text{в}} + \varepsilon^2_{\text{уст}}} \quad (3.22)$$

де $\varepsilon_{\text{зн}}$ - похибка зношення установчих елементів;

$\varepsilon_{\text{в}}$ - похибка установки приспособлення на верстаті;

$\varepsilon_{\text{уст}}$ - похибка установчих елементів.

Похибка зношення установчих елементів визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{\text{зн}} = \beta \cdot N^n \quad (3.23)$$

де N -число контактів деталі з опорою;

β -кофіцієнт, який залежить від типу опори;

$n=0,5$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Значення коефіцієнта β вибираємо за табл. 1 [6] і визначаємо похибку зношення.

$$\varepsilon_{зН} = 0,003 \cdot 15000^{0,5} = 0,37 \text{ мкм.}$$

Технологічні можливості виготовлення приспособлень забезпечують похибку установчих елементів в границях 0-15мкм, а похибку установки приспособлення на верстаті в границях 10-20мкм. Таким чином похибка положення буде рівною:

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{3 \cdot 0,37^2 + 10^2 + 10} = 20 \text{ мкм.}$$

Тоді похибка установки при зенкеруванні:

$$\varepsilon_{y2} = \sqrt{60^2 + 90^2 + 20^2} = 110 \text{ мкм.}$$

Величина залишкової похибки установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_{y2} = R_y \cdot \varepsilon_{y1} + \varepsilon_{інд} \quad (3.24)$$

де $\varepsilon_{інд}$ - похибка індексації – повороту затискних пристроїв при обробці деталі на багато позиційних верстатах.

Отже, залишкова похибка установки після нормального розвірчування буде рівною:

$$\varepsilon_{y2} = 0,005 \cdot 110 + 50 \approx 50 \text{ мкм.}$$

Після точного розвірчування:

$$\varepsilon_{y3} = 0,002 \cdot 110 + 50 \approx 50 \text{ мкм.}$$

На основі записаних в табл. 2.5 даних проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків, користуючись формулою.

Мінімальний припуск під зенкерування:

$$2Z_{min1} = 2(30 + 170 + \sqrt{58^2 + 110^2}) = 2 \cdot 325 \text{ мкм.}$$

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальний припуск під розвірчування:

- нормальне - $2Z_{min2} = 2(30 + \sqrt{50^2}) = 2 \cdot 80$ мкм.

- тонке - $2Z_{min2} = 2(10 + \sqrt{50^2}) = 2 \cdot 60$ мкм.

Між операційні розрахункові розміри визначаємо послідовним відрахуванням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу від кінцевого розрахункового розміру.

Таким чином, маючи розрахунковий розмір 40,025 мм після останнього переходу, для решта переходів отримуємо:

- для нормального розверчування:

$$dp1 = 40.025 - 0.120 = 39.905 \text{ мм};$$

- для зенкерування:

$$dp2 = 39.905 - 0.160 = 39.745 \text{ мм};$$

- для заготовки:

$$dp3 = 39.745 - 0.65 = 39.095 \text{ мм}.$$

Найбільші значення розмірів отримуємо по розрахунковим розмірам округлюючи до точності допуску відповідного переходу. Найменші граничні розміри отримуємо з найбільших розмірів відніманням допусків відповідних переходів.

Мінімальні граничні значення припусків дорівнюють різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходу, а максимальні значення припусків – відповідно найменших граничних розмірів.

Тоді для зенкерування:

$$2Z_{min1}^{2p} = 39.75 - 39.10 = 0.65 = 650 \text{ мкм};$$

$$2Z_{max1}^{2p} = 39.65 - 38.85 = 0.80 = 800 \text{ мкм};$$

Для нормального розвірчування:

$$2Z_{min2}^{2p} = 39.91 - 39.75 = 0.16 = 160 \text{ мкм};$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

$$2Z_{max}^{2p} = 39.871 - 39.65 = 0.221 = 221 \text{ мкм.}$$

Для точного розвірчування:

$$2Z_{min}^{2p} = 40,025 - 39,091 = 0,115 = 115 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{min}^{2p} = 40,00 - 39,0871 = 0,129 = 129 \text{ мкм.}$$

На основі даних розрахунку проводимо перевірку і будуємо схему

Графічного розташування припусків і допусків на обробці отвору $40+0,025$. Загальні припуски Z_{0min} і Z_{0max} визначаємо, сумуючи проміжні припуски:

$$2Z_{0min} = 650 + 160 + 115 = 925 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{0max} = 800 + 221 + 129 = 1150 \text{ мкм;}$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{0ном} = Z_{0min} + B_3 - B_4 = 925 + 125 - 25 = 1025 \text{ мкм;}$$

$$d_{3ном} = d_{0ном} - Z_{0ном} = 40 - 1,025 = 38,975 \text{ мкм.}$$

Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 40+0,025$ консолі.

Всі інші оброблювані поверхні припуски поля допусків вибираємо за ГОСТ 26645-85 таблиці 2 і 3 [9].

Таблиця 3.8 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні консолі 6464.20.00.012 за ГОСТ 26645-85

Поверхня	Розмір	Припуск		Допуск
		Табличний	Розрахунковий	
1	400	2,8	-	$\pm 0,8$
2	390	2,8	-	$\pm 0,8$
3	22	1,8	-	$\pm 0,4$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

4	40	2	-	$\pm 0,45$
5	110	2,4	-	$\pm 0,6$
6	230	2,8	-	$\pm 0,7$
7	390	2,8	-	$\pm 0,8$
8	$\varnothing 40$	2·1,0	2·0,51	$\pm 0,45$
9	$\varnothing 50$	2·1,0	-	$\pm 0,5$
10	400	2,8	-	$\pm 0,8$
11	20	1,8	-	$\pm 0,4$
12	100	2,4	-	$\pm 0,55$

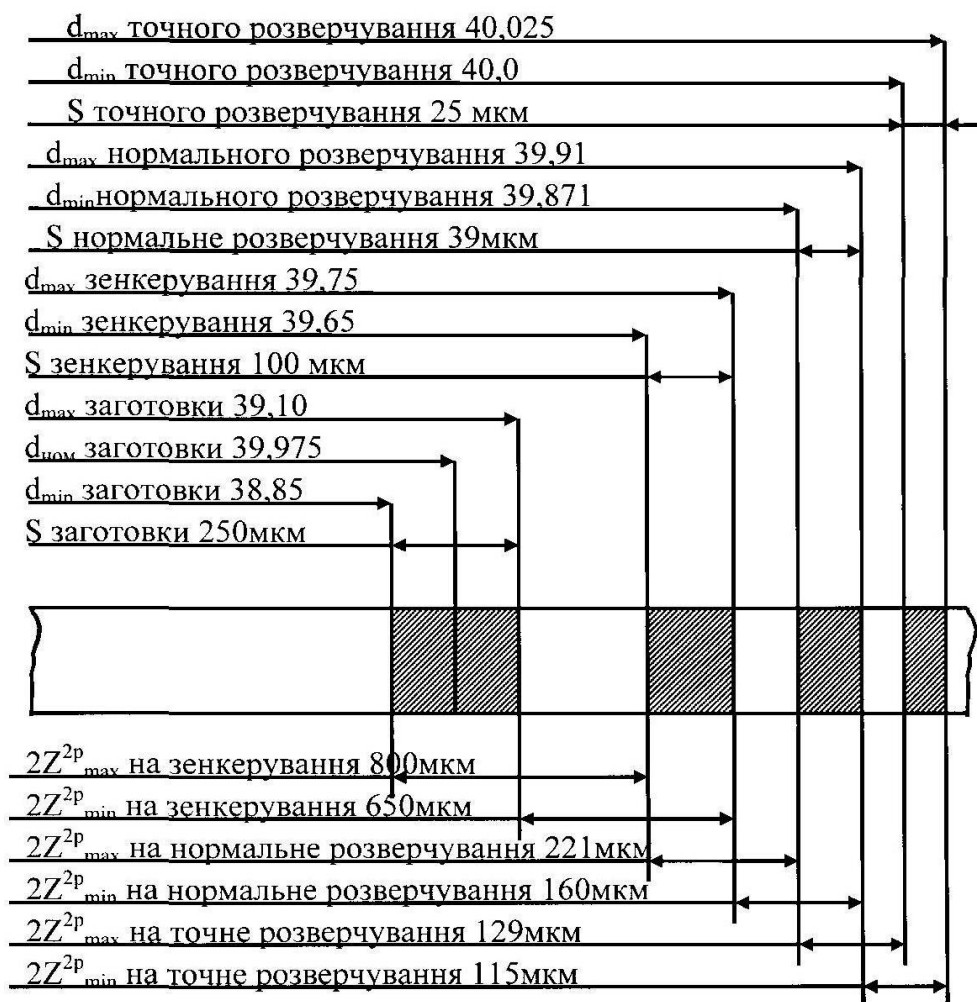


Рисунок 3.5 – Графічне розташування припусків та допусків на обробку отвору $\varnothing 40+0,025$ консолі.

3.8 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

1. Встановлення контрольних операцій.

1.1 Вхідний контроль заготовки.

а) Зовнішній огляд заготовок для виявлення дефектів матеріалу і механічних пошкоджень заготовок (на поверхнях вертикальних і горизонтальних напрямних вм'ятин, шлакові утворення і раковини не допускаються на поверхнях Ф,П,Т величина виступів не більше 0,5мм; на поверхні І глибина вм'ятин і раковин не більше 0,2мм);

б) контроль твердості матеріалу ,яка згідно з ГОСТ 1412-70 для матеріалу С421 -40 повинна становити 21ОНВ;

в) контроль геометричних розмірів виливка .

1.2 Величина вибірки для вхідного контролю партії заготовок:

а) зовнішній огляд - контролюються всі заготовки ;

б) контроль твердості матеріалу-2,3 заготовки з партії;

в) контроль геометричних розмірів - 2,3 заготовка з партії.

1.3 Операційний контроль. Операційний

контроль здійснює верстатник .

Контроль діаметрів і лінійних розмірів проводиться для всіх деталей, а контроль шорсткості поверхонь вибіркової - для п'яти процентів всіх деталей.

1.4 Вибір засобів контролю параметрів деталі.

а) для контролю діаметрів вибираємо калібр пробки по ГОСТ 14810-69: для діаметру 10Н8- пробка 8133-0922Н8;

для діаметру 16Н8- пробка 8133-0930Н8; для діаметру 40Н7- пробка 8133-0954Н7; для діаметру 50Н7- пробка 8133-0969Н7.

б) для контролю метричної різі вибираємо калібр-пробки по ГОСТ 17757-72: для різі М4-7Н- пробка 8221-3023-7Н;

для різі М6-7Н- пробка 8221-3030-7Н; для різі М10-7Н- пробка 8221-3044-7Н;

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для різі М12-7Н- пробка 8221-3053-7Н;

в) для контролю лінійних розмірів використовують лінійку, штангенциркуль.

ЩЦ-1-125-01 ГОСТ 166-80 і індикаторні нутроміри ІН-10-18 ІН 18—50 ГОСТ 868-72.

г) для контролю шорсткості поверхонь вибираємо стандартні зразки шорсткості, виготовлених за ГОСТ 9378-70.

1.5 Кінцевий контроль готових деталей здійснює контролер на контрольній операції.

Контролю підлягають:

- а) зовнішній вигляд-наявність всіх оброблених поверхонь, фасок , скруглень, відсутність задирок, раковин;
- б) геометричні розміри;
- в) шорсткість оброблених поверхонь шляхом порівняння з зразками шорсткості ;
- г) не перпендикулярність направляючих між собою не більше 0,016мм;
- д) непаралельність осі отвору діаметром 40Н7 до вертикальних направляючих не більше 0,05мм на довжині 240 мм;
- е) не перпендикулярність осей отворів діаметром 49Н7 і 50Н7 не більше 0,05мм;
- ж) зміщення осей цих отворів не більше 0,05мм;
- з) граничне відхилення розташування поверхні Е відносно поверхні Щ не більше 0,1.

1.6 Заповнюється карта технологічного контролю.

2. Встановлення транспортних операцій.

2.1. На ділянку механічної оброблення консолі заготовки заводяться зі складу в контейнерах по 300 штук і складають на площадці для заготовок. Підвезення здійснюють автомашиною. В маршрутну карту технологічного процесу операцію переміщення заготовок вносимо під номером 005. Назва операції „транспортна”.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заготовки між робочими місцями будуть переміщуватись.

2.2. Після контрольної операції деталі складають в контейнер на площадці для готових деталей, з якої електронавантажувачем моделі ЕП-201 подають на дільницю складання, що відображена в маршрутній карті як операція під номером 145.

3. Встановлення допоміжних операцій в технологічний процес механічної обробки консолі 6464.20.00.012. слід ввести такі операції , обробна, ґрунтуюча, розмічувальна, мийка готових деталей.

3.9 Визначення режимів різання

Розраховуємо режими різання і вибираємо технологічне обладнання для чорнового фрезерування горизонтальних направляючих 6464.20.012.

015 Повздовжньо-фрезерно

Для чорнового фрезерування поверхні вибираємо дві фрези:

Фреза 2200-0104 ВК 8 ГОСТ 8721-69;

Фреза 2200-0115 ВК 8 ГОСТ 8721-69.

Ширина фрезерування В дорівнює 42,4мм;

Глибина фрезерування t дорівнює 1,5мм.

Подачу при чорновому фрезеруванні вибираємо по таблиці 33(7) Sz=0,3 мм/зуб.

Швидкість різання визначаємо по формулі:

$$S = \frac{C_s \cdot D^s}{T^m \cdot T^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_s \quad (3.25)$$

Значення коефіцієнта C₀ і показників степенем вибираємо за таблицею 3.9, період стійкості T по таблиці 40(7)

Загальний виправний коефіцієнт:

$$K_s = K_{m_s} \cdot K_{n_s} \cdot K_{i_s} \quad (3.26)$$

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_{m\vartheta}$ - коефіцієнт, який враховує якість матеріалу;

$K_{n\vartheta}$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;

$K_{i\vartheta}$ - коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

$$K_{m\vartheta} = \left(\frac{190}{H \cdot B} \right)^{n\vartheta} = 0,88;$$

$$K_v = 0,88 \cdot 1,0 \cdot 0,83 = 0,73;$$

$$\vartheta = \frac{588 \cdot 125^{0,37}}{1,80^{0,42} \cdot 1,5^{0,13} \cdot 0,3^{0,47} \cdot 42,4^{0,23} \cdot 8^{0,14}} \cdot 0,73 = 129,3 \text{ м/хв.}$$

Головну складову сили різання в процесі фрезерування колову силу враховуємо за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^g \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (3.27)$$

Значення коефіцієнта C_p і показників степеня вибираємо за таблицею 41 [7], а виправний коефіцієнт K_{mp} враховуємо за формулою:

$$K_{mp} = \left(\frac{H \cdot B}{190} \right)^n = \left(\frac{210}{190} \right)^{1,0} = 1,1;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 58 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,3^{0,5} \cdot 42,4^1 \cdot 8}{80^{0,9} \cdot 600^0} \cdot 1,1 = 2306 \text{ Н.}$$

Пружний момент на шпинделі враховуємо за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2306 \cdot 80}{2 \cdot 100} = 922 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Враховуємо ефективну потужність різання за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot \vartheta}{1020 \cdot 60};$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

$$N = \frac{2306 \cdot 129,3}{e \cdot 1020 \cdot 60} = 4,87 \text{ кВт};$$

$$N_{\partial\sigma} = \frac{N_e}{n} = \frac{4,87}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}.$$

Вибираємо повждовжньо-фрезерний верстат моделі 6505 і уточнюємо режими різання з паспортними даними верстату.

$$n=600 \text{ об/хв.};$$

$$g = \frac{\pi \cdot D_n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 600}{100} = 150 \text{ хв}^{-1}.$$

075 Радіально-свердлильна

1.Свердлити отвір діаметром $\emptyset 6,7 \text{ м}$

Інструмент-свердло 2300-0186 ГОСТ10902-77.

Глибина різання t дорівнює $D/2=3,35 \text{ м}$.

Подачу при свердлінні вибираємо по таблиці 25(7) $S_0=0,2 \text{ мм/об}$.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$g = \frac{C_g - D_g}{T^m \cdot S^y} \cdot K_g$$

Значення коефіцієнта C_g і показників степенем вибираємо по талиці 28, а період стійкості по таблиці 30 [7].

Загальний виправний коефіцієнт на швидкість різання знаходимо за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{1v}$$

де K_{mv} - коефіцієнт на оброблюваний матеріал;

K_{iv} - коефіцієнт на інструментальний матеріал;

K_{1v} - коефіцієнт на глибину оброблюваного отвору.

					PM 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{H \cdot B}\right)^{n_g} = \left(\frac{190}{210}\right)^{1,3} = 0,878;$$

$$K_v = 0,878 \cdot 1,0 \cdot 0,6 = 0,527;$$

$$g = \frac{14,7 \cdot 6,7^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,075^{0,55}} \cdot 0,527 = 33,2 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент і осьову силу розраховуємо за формулами:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D_g \cdot S_y \cdot K_p;$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D_g^s \cdot S_y \cdot K_p.$$

Значення коефіцієнтів C_m і C_p і показників степенем вибираємо по таблиці 32 [7].

Коефіцієнт, який враховуємо фактичні умови обробки, в даному випадку залежить тільки від матеріалу заготовки і визначаємо виразом:

$$K = K_{mp} = \left(\frac{H \cdot B}{210}\right)^n = \left(\frac{190}{210}\right)^{0,6} = 1,062;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 6,7^{2,0} \cdot 0,075^{0,8} \cdot 1,062 = 1,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10 \cdot 42,7 \cdot 6,7^{1,0} \cdot 0,075^{0,8} \cdot 1,062 = 382,54 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо ефективну потужність різання за формулою:

$$N_e = \frac{M_{mk} \cdot n}{9750};$$

$$N_e = \frac{1,25 \cdot 1578}{9750} = 0,2 \text{ кВт};$$

$$N_{\partial s} = \frac{N_e}{n} = \frac{0,2}{0,75} = 0,27 \text{ кВт}.$$

Вибираємо радіально - свердлильний верстат моделі 2455 і уточнюємо режими різання з паспортними даними верстата.

$n=2000$ об/хв.

2. Нарізати різь М8-7Н

Інструмент-мітчик 2640-0081 ГОСТ 1604-71. Глибина різання $t=0,65$ мм.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

Подача у процесі різьбонарізання дорівнює кроку різі $s=P=1,25$ мм/об.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot S^y} \cdot K_g.$$

Значення коефіцієнту C_v , показників степені і період стійкості вибираємо по таблиці 49 (7). Загальний виправний коефіцієнт вираховуємо за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{iv},$$

де K_{mv} - коефіцієнт на оброблюваний матеріал ;

K_{iv} - коефіцієнт на інструментальний матеріал ;

K_{iv} - коефіцієнт , який враховує точність різі. Значення коефіцієнтів вибираємо за таблицею 50 [7].

$$K_v = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,4;$$

$$v = \frac{64,8 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,25} \cdot 0,4 = 4,9 \text{ м / хв};$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 4,9}{3,14 \cdot 8} = 195 \text{ об / хв}.$$

Крутний момент в процесі нарізання різі мітчиком вираховуємо за формулою

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D_g \cdot P_y \cdot K_p.$$

Коефіцієнт C_m і показники степенем вибираємо по таблиці 51 , а виправний коефіцієнт K_p за таблицею 50 [7].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,013 \cdot 8_{1,4} \cdot 1,25_{1,5} \cdot 1,5 = 5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Ефективну потужність різання знаходимо за формулою:

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_e = \frac{M_{mk} \cdot n}{9750} = \frac{5 \cdot 195,0}{9750} = 1 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{об}} \frac{N_e}{n} = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ кВт}.$$

Вибираємо радіально - свердлильний верстат моделі 2М55 і уточнюємо режими різання з паспортними даними верстату.

$$n_n = 250 \text{ хв}^{-1};$$

$$g = \frac{\pi \cdot D_n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 250}{100} = 6,28 \text{ м / хв}.$$

Всі значення розрахованого режимів різання заносимо в таблицю 3.9. Для всіх інших операцій режими різання знаходимо табличним методом за рекомендаціями по вибору режимів різання.

3.10 Визначення технічних норм часу

В багато-серійному виробництві норму штучного часу визначають за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_d + T_{\text{об}} + T_{\text{відп}}, \quad (3.28)$$

де T_0 - основний час хв.;

T_d - допоміжний час, хв.;

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

$T_{\text{відп}}$ - час на відпочинок і особисті потреби, хв. Допоміжний час вираховується за формулою:

$$T_d = T_{y.z} + T_{z.v} + T_k + T_g \quad (3.28)$$

де $T_{y.z}$ - час на установку і знаття деталі, хв.;

$T_{z.v}$ - час на закріплення і відкріплення, хв.;

T_k - час на керування, хв.;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

T_b - час на вимірювання деталі, хв.

Час обслуговування робочого місця складається з часу на організаційне обслуговування і часу на технічне обслуговування робочого місця.

$$T_{об} = T_{орг} + T_{тех} \quad (3.29)$$

Приведені вище формули для визначення штучного часу можна записати у вигляді:

$$T_{шт} = T_0 + T_{у.з} + T_{з.в} + T_{к} + T_{вим} + T_{орг} + T_{тех} + T_{відп}.$$

Штучно - калькуляційний час визначаємо за формулою:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n},$$

де $T_{пз}$ - підготовчо - заключний час;

n - кількість деталей.

Всі розрахунки заносимо в таблицю 3.10.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін	
Док	
№ докум.	
Підпис	
Дат	
РМ 18-390.00.00	
Док	

Таблиця 3.9 – Режими різання, технологічне обладнання для механічного оброблення консолі 64.64.20.00.012

№ п/п	Назва, та зміст операції	Інструмент, його призначення	Розрахункові значення					Верстат	Прийняті значення		
			i	S	V	n	N _g		S м/хв	V	п
005	Повздовжньо- фрезерна Фрезерувати поверхню	Фреза Ø 200, 2200-0104 BK8, ГОСТ 8721-69	1,5	0,3	129,3	515	7,53	6505	0,3	150	600
	Фрезерувати поверхню „ластівчиного хвоста"	Фреза кутова Ø125,2200-01, BK8, ГОСТ-8722-69	1,5	0,3	157	417	13,5		0,17	95,5	600
010	Повздовжньо- фрезерна Фрезерувати вертикальні направляючі начорно	Фреза Ø200, 2200-0104 BK8, ГОСТ 8721-69	1,5	0,3	129,3	515	7,53	6605	0,3	150	600
		Кутова фреза 0125 BK8	1,5	0,3	90,7	361	5,33		0,17	95,5	600
015	Повздовжньо- фрезерна Фрезерувати поверхню	Фреза Ø 200,2214-0171 BK8, ГОСТ 9473-80	2,8	0,2	66	66,7	12,5	6605	0,213	99	100
	Фрезерувати поверхню	Фреза Ø 160, 2214-0157 BK8, ГОСТ 9473-80	1,8	0,2	88	175	5,71		0,2	100,5	200

Продовження таблиці 3.9

020	Повздовжньо- фрезерна	Фреза Ø 250,2214-0165	2,0	0,2	88	112,1	9,52	6605	0,25	102	130
	Фрезерувати поверхню	ВК8, ГОСТ 9473-80									
	Фрезерувати поверхню	Фреза Ø 125,2214-0155 ВК8,	2,0	0,2	110	280,2	5,95		0,2	125,6	320
		ГОСТ 9473-80									
025	Повздовжньо- фрезерна	Фреза Ø 200,2200-0201	1	1,0	130	517,5	0,68	6605	0,63	150,7	600
	Фрезерувати	ВК8, ГОСТ 3752-71									
	горизонтальні	Фреза Ø 120,2200-0211 ВК8,	0,8	1,0	130	345	0,61		0,63	145,0	600
	направляючі начисто	ГОСТ 3752-71									
030	Повздовжньо- фрезерна	Фреза Ø 80,2200-0104 ВК8,	1	1,0	130	517,5	0,68	6605	0,63	150,7	600
	Фрезерувати вертикальні	ГОСТ 8721-69									
	направляючі начисто	Фреза Ø 120,2200-0110 ВК8,	0,8	1,0	130	345	0,61		0,63	145,0	600
		ГОСТ 8721-69									
		Кутова фреза Ø 80 ВК8									
035	Повздовжньо- фрезерна	Фреза Ø 100,2240-0421 ВК8,	4	0,07	140	446	1,02	6605	1,0	50,7	480
	Фрезерувати канавку 4x4	ГОСТ 3755-78									
040	Повздовжньо- фрезерна	Фреза Ø100,2240-0421 ВК8,	4	0,07	140	446	1,02	6605	1,0	50,7	480
	Фрезерувати канавку 4x4	ГОСТ 3755-78									

РМ 18-390.00.00

Дрк

Продовження таблиці 3.9

045	Копірувально - фрезерна. Фрезерувати 2 канавки на горизонтально направляючих	Кінцева конічна фреза Ø8 BK8, ГОСТ 18151-72	2	0,2	48	1911	0,04	6M13K	0,2	50,24	2000
050	Копірувально - фрезерна. Фрезерувати 2 канавки вертикальних направляючих	Кінцева конічна фреза Ø8 BK8, ГОСТ 18151-72	2	0,2	48	1911	0,04	6M13K	0,2	50,24	2000
055	Копірувально - фрезерна Фрезерувати вікно в розмірі 158×118	Кінцева фреза Ø20 BK8, ГОСТ 20536-75	2	1,2	100	1591	1,1	6M13K	1,2	100,5	1600
060	Копірувально - фрезерна Фрезерувати вікно в розмірі 110x78	Кінцева фреза Ø20 BK8, ГОСТ 20536-75	2	1,2	100	1591	1,1	6M13K	1,2	100,5	1600

EM 18-390.00.00

ЗМН

Држ

№ докум.

Підпис

Дат

Држ

Продовження таблиці 3.9

065	Радіально - свердлильна Свердлими отвір Ø6,7 Розсвердлими отвір Ø15 Зенкерувати отвір Ø15,79 Розвернути отвір Ø16H8 Нарізати різь М8-7Н	Свердло Ø6,7 2300-0186 ГОСТ 10902-77. Свердло 2300-0420 Ø15 ГОСТ 2092-77 Зенкер Ø15,79. Розвертка 16Н. Мітчик 2640-0081 М8 ГОСТ 1604-71	3,35 4,15 0,395 0,105 0,65	0,2 0,2 0,42 0,4 1,25	33,2 40 29,1 13,8 4,9	1578 580 586,7 275 250	0,35 0,1 0,02 0,026 1,73	2М125	0,2 0,2 0,4 0,4 1,25	42,1 47 34,7 17,6 6,28	800 800 700 350 250
070	Свердлильна Свердлими 4 отворах Ø3,2 і зняти фаску. Свердлими 4 отворах Ø5 і зняти фаски Нарізати різь в 4 отворах М4-7Н Нарізати різь в 4 отворах М6-7Н	Свердло - зенківка Ø3,2 Свердло - зенківка Ø5 Мітчик 2620-1121 М4 ГОСТ 3266-81 Мітчик 2620-1153 М6 ГОСТ 3266-71	1,6 2,5 0,4 0,5	0,06 0,08 0,7 1,0	28,8 27,6 9 10	286,6 1756 717 531	0,077 0,21 0,87 1,3	Г4П	0,06 0,08 0,7 1,0	20,1 31,4 8,8 13,2	2000 2000 700 700
075	Свердлильна Свердлими 4 отворах Ø3,2 Нарізати різь в 8 отворах М4-7Н	Свердло - зенковка Ø3,2 Мітчик 2620-1121 М4 ГОСТ 3266-81	1,6 0,4	0,06 0,7	28,8 9	2866 717	0,077 0,87	Г4П	0,06 0,7	20,1 8,8	2000 700

РМ 18-390.00.00

ЗМН

Дрк

№ док.ум.

Підпис

Дат

Дрк

Продовження таблиці 3.9

080	Свердлильна	Комбінований інструмент свердло -зенкер.	4,25	0,2	10,8	405	0,26	Г4П	0,08	53,4	2000
	Свердли 2 отворах Ø8,5 на h=170 і зенкерувати до Ø9,8 на h= 11		0,65	0,25	17	552	0,32		0,08	61,5	2000
	Свердли 3 отворів Ø5 наскрізь		2,5	0,08	27,6	1756	0,21		0,08	31,4	2000
	Свердли 4 отвори 08,5 і зенкерувати фаски.		4,25	0,09	22,1	828	0,32		0,08	53,4	2000
	Розвернути отвір до Ø10Н8		0,1	1,0	10	318	0,18		1,0	22	700
	Нарізати різь в 3-х отворах М6-7Н		0,5	1,0	10	531	1,3		1,0	13,2	700
	Нарізати різь М12-7Н		0,9	1,75	14	372	1,8		1,75	15,1	400
	Нарізати різь в 4-х отворах М10-7Н		0,75	1,5	12	382	1,6		1,5	14,6	467
	Свердли 2 отвори Ø8,5 на h=170 і зенкерувати до Ø9,8 на h= 11		4,5	0,2	10,8	382	0,26		0,08	56,5	2000
	Свердли отвір Ø9 і розсвердли до Ø10,2 на h=14		0,6	0,09	26	812	0,32		0,08	64	2000
Свердли 3 отвори Ø5 наскрізь	2,5	0,08	27,6	1756	0,21	0,08	31,4	2000			
Свердли 4 отвори 08,5 і зенкерувати фаски.	4,25	0,09	22,1	828	0,32	0,08	53,4	2000			
Розвернути отвір до Ø10Н8	0,1	1,0	10	318	0,18	1,0	22	700			
Нарізати різь в 3-х отворах М6-7Н	0,5	1,0	10	531	1,3	1,0	13,2	700			
Нарізати різь М12-7Н	0,9	1,75	14	372	1,8	1,75	15,1	400			
Нарізати різь в 4-х отворах М10-7Н	0,75	1,5	12	382	1,6	1,5	14,6	467			

РМ 18-390.00.00

Држ

Продовження таблиці 3.9

085	Свердлильна Свердлити 4 отвори Ø5 в мастивних рівцях	Свердло 2300-1201 05 ГОСТ 22735-77	2,5	0,08	27,6	1756	0,21	Г4П	0,08	31,4	2000
090	Поздовжньо - шліфувальна. Шліфувати поверхню горизонтально направл.	4К 150x35° 15A25CM10K6	0,27	0,05	8			3508	0,05	10	200
		ГОСТ 2424-83 круг 4К 180x35°	0,13	0,05	8				0,02	10	200
095	Поздовжньо - шліфувальна. Шліфувати поверхню вертикально направл.	круг 4К 125x35°	0,27	0,05	8			3508	0,05	10	200
		50CM210K ГОСТ 2424- 83 круг 4К 120x35°	0,13	0,05	8				0,02	10	200
100	Вертикально - фрезерна Фрезерувати поверхню начисто	Фреза 0125,2214-0155 BK8, ГОСТ 9473-80	0,05	0,2	110	280	2,91	6M13 П	125	125,7	600

РМ 18-390.00.00

Змін

Дрк

№ док.ум.

Підпис

Дат

Дрк

Закінчення таблиці 3.9

105	Агрегатно - свердлильна Зенкерувати отвір Ø36 до 038	Зенкер 2320-2398 039,71 ГОСТ 3231-78	0,855	0,6	31,25	250	1,35		0,6	31,2	250
	Зенкерувати Ø38 до Ø39,75	Зенкер 2320-2398 039,71 ГОСТ 3231-78	0,855	0,6	31,25	250	1,35		0,6	31,2	250
	Розвернути отвір з Ø39,75 до Ø39,93	Розвертка 2363-0219 Ø39,93 ГОСТ 11175-71	0,11	1,8	40	319	1,2		1,8	31,3	250
	Розвернути отвір з Ø39,93 до Ø40H7	Розвертка 2363-0219 040 ГОСТ 11175-71	0,035	1,2	40	238	1,2		1,2	31,4	250
110	Агрегатно - свердлила Зенкерувати отвір Ø46 до Ø48	Зенкер 2320-2408 049,71 ГОСТ 3231-78	0,855	0,65	33,7	216	1,68		0,6	39	250
	Зенкерувати Ø48 до Ø49,71	Розвертка 2363-0231 049,03 ГОСТ 11175-71	0,11	2,1	40	255	1,4		2,1	39,2	230
	Розвернути отвір з Ø49,71 до Ø49,03	Розвертка 2363-0231 050 ГОСТ 11175-71	0,035	1,4	30	191	1,4		1,4	39,25	250
	Розвернути отвір з Ø49,03 до Ø507H										

РМ 18-390.00.00

Држ

Змін	
Дрк	
№ докум.	
Підпис	
Дат	
РМ 18-390.00.00	
Дрк	

Таблиця 3.10 – Нормуванн технологічного процесу

N п/п	Назва операції та її зміст	Формула для розрахунку основного часу	T _o	T _д			T _{оп}	T _{об}		T _{відп}	T _{шт}	T _{п.з.}	T _{шт.к.}
				T _{у.з + T_{зв}}	T _к	T _{вим}		T _{орг}	T _{тех}				
005	Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати поверхню горизонтальних	$T_0=L/S_M$	0,32	5	0,07	0,24	5,63	0,11	0,01	0,28	6,03	24	6,11
010	направляючих Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати поверхню вертикальних	$T_0=L/S_M$	0,32	5	0,07	0,24	5,63	0,11	0,01	0,28	6,03	24	6,11
015	направляючих Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати поверхні Ф і	$T_0=L/S_M$	0,53	5	0,05	0,24	5,82	0,11	0,01	0,29	6,24	24	6,32
020	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати поверхні Т і І	$T_0=L/S_M$	0,4	5	0,05	0,24	5,69	0,11	0,01	0,28	6,09	24	6,17
025	Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати горизонтал.	$T_0=L/S_M$	1,2	5	0,07	0,24	6,51	0,13	0,01	0,33	6,98	24	7,06
030	направляючі начисто Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати вертикальн. направляючі начисто	$T_0=L/S_M$	1,2	5	0,07	0,24	6,51	0,13	0,01	0,33	6,98	24	7,06

Продовження таблиці 3.10

035	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати канавку 4x4 і фаски на направляючих	$T_0=L/S_m$	0,66	5	0,06	0,24	5,96	0,12	0,04	0,30	6,42	24	6,5
040	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати канавку 4x4 і фаски на вертикальн. направляючих	$T_0=L/S_m$	0,66	5	0,06	0,24	5,96	0,12	0,04	0,30	6,42	24	6,5
045	Поздовжньо - фрезерна Фрезерувати канавку 4x4 і фаски на горизонтальн. направляючих	$T_0=L/S_m$	2,02	5	0,01	0,16	7,19	0,14	0,06	0,36	7,75	18	7,81
050	Копірувально - фрезерна Фрезерувати канавки на вертикальн. направляюч.	$T_0=L/S_m$	1,7	5	0,01	0,16	6,87	0,14	0,06	0,34	7,41	18	7,41
055	Копірувально - фрезерна Фрезерувати вікно 110x78	$T_0=L/S_m$	0,16	5	0,01	0,24	5,41	0,11	0,04	0,27	5,83	18	5,89
060	Копірувально - фрезерна Фрезерувати вікно 158x118	$T_0=L/S_m$	0,24	5	0,01	0,24	5,49	5,49	0,11	0,27	5,91	18	5,07
065	Радіально - свердлильна Свердлити отвір Ø6,7 Розсвердлити отвір Ø15 Зенкерувати отвір Ø15,79 Розвернути отвір Ø16H8 Нарізати різь М8-7Н	$T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$	0,99 0,2 0,23 0,14 0,31 0,11	5	0,31 0,03 0,07 0,07 0,07 0,07	1,19 0,2 0,17 0,17 0,11 0,54	7,49	0,15	0,03	0,37	8,04	18	8,1

PM 18-390.00.00

Држ

Продовження таблиці 3.10

070	Агрегатно - свердлильна Свердлити 4 отвір Ø3,2 Свердлити 4 отвір Ø5 Нарізати різь в 4отв.М4-7Н Нарізати різь в 4отв.М6-7Н	$T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$ $T_0=(L+Lg)/nP$ $T_0=(L+Lg)/nP$	0,14 0,007 0,11 0,02 0,03	5 -	0,04 0,01 0,03 -	0,94 0,17 0,17 0,21 0,39	6,12	0,12	0,02	0,31	6,57	18	6,63
075	Агрегатно - свердлильна Свердлити 8отв. Ø3,2 Нарізати різь в 8отв.М4-7Н	$T_0=L/nS_0$ $T_0=(L+Lg)/nP$	0,09 0,07 0,02	5	0,04 0,01 0,03	0,38 0,17 0,21	5,51	0,11	0,02	0,28	5,92	18	5,98
080	Агрегатно - свердлильна Свердлити 2отв. Ø8,5 Свердлити отв. Ø9 Свердлити 3 отв. Ø5 Свердлити 4 отв. Ø8,5 Розвернути отвір Ø10Н8 Нарізати різь в 3 отв.М6-7Н Нарізати різь М12-7Н Нарізати різь в 4 отв. М10-7Н	$T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$ $T_0=L/nS_0$ $T_0=(L+Lg)/nP$ $T_0=(L+Lg)/nP$ $T_0=(L+Lg)/nP$	1,16 1,09 0,27 0,25 0,27 0,02 0,03 0,03 0,07	5 5	0,04 0,04 0,03 0,15 0,39	1,09 0,23 0,11 0,21	7,29	0,15	0,02	0,36	7,82	18	7,98

РМ 18-390.00.00

Дрк

Закінчення таблиці 3.10

085	Свердлильна Свердлити 4отв. Ø5	$T_0=L/nSo$	0,52	5	0,01	0,37	5,9	0,12	0,02	0,30	6,34	18	6,4
090	Поздовжньо - шліфувальна Шліфувати горизонтальн. напрвляючі	$T_0=LK/n_{2x}S_{2x}$	1,8	5	0,01	0,15	6,96	0,14	0,05	0,35	7,50	21	7,57
095	Поздовжньо - шліфувальна Шліфувати горизонтальн. напрвляючі	$T_0=LK/n_{2x}S_{2x}$	1,8	5	0,01	0,15	6,96	0,14	0,05	0,35	7,50	21	7,57
100	Вертикально - фрезерна Фрезерувати поверхню I	$T_0=L/S_M$	0,25	5	0,05	0,24	5,54	0,11	0,01	0,28	5,94	18	6,00
105	Свердлильна Зенкерувати отв. до Ø38 Зенкерувати отв. до Ø39,75 Розвернути отв. Ø39,93 Розвернути отв. Ø40H7	$T_0=L/nSo$ $T_0=L/nSo$ $T_0=L/nSo$ $T_0=L/nSo$	1,02 0,25 0,25 0,21 0,31	5	0,05 0,01 0,02 0,02	0,13	6,2	0,12	0,02	0,31	6,65	21	6,72
110	Свердлильна Зенкерувати отв. до Ø48 Зенкерувати отв. до 049,71 Розвернути отв. 049,93 Розвернути отв. 050H7	$T_0=L/nSo$ $T_0=L/nSo$ $T_0=L/nSo$ $T_0=L/nSo$	1,42 0,47 0,74 0,26 0,39	5	0,05 0,01 0,01 0,02 0,02	0,13	6,6	0,12	0,02	0,33	7,08	21	7,15

РМ 18-390.00.00

Дрк

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Пристрій для шліфування нижньої площини основи

4.1.1 Службове призначення пристрою, формулювання технічних

ВИМОГ

Оскільки маємо великосерійне виробництво, то виникає необхідність у проектуванні спеціального верстатного пристрою.

Даний пристрій використовується при виконанні поздовжньо – шліфувальної операції 045. Для скорочення допоміжного часу привід пристрою (силовий затиск) доцільно виконати автоматизованим з використанням гідро – чи пневмоелементів.

Пристрій призначений для кріплення деталі з базою на напрямні типу «ластівчин хвіст». Пристрій встановлюється на столі верстату з базуванням по «сухарику» і закріплюється за допомогою гідроциліндра.

На цій операції здійснюється шліфування «дзеркала» деталі до площинності

<input type="checkbox"/>	0,016
--------------------------	-------

 паралельність

//	0,016
----	-------

 ластівчиного хвоста».

Кріплення пристрою здійснюється за допомогою болтів і гайок через 2 пази в основі пристрою.

Точність, що забезпечується даним пристроєм, повинна бути не нижчою, ніж допуск на розмір від базової до оброблюваної поверхні.

4.1.2 Розробка та вибір раціональної схеми компоновки пристрою

При виборі схеми установки потрібно забезпечити наступні вимоги:

1. Заготовка повинна займати чітке положення до прикладання сили затиску.

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сороковнін			КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Пилипець						11
Реценз.						<i>ТНТУ, каф. ТМ гр. МТм-61</i>		
Н.контр.		Дячун						
Затвердив		Пилипець						

2. В процесі закріплення заготовки не повинно бути порушене надане їй при установці положення.
3. Сили, які виникають в процесі різання, не повинні зміщувати заготовку.

Оптимальною схемою базування даної заготовки у пристрої є базування по поверхні 3.

Аналіз можливих компонок конструктивних схем виконуємо на основі певних критеріїв.

До цих критеріїв віднесемо:

1. Оптимальний коефіцієнт підсилення.
2. Властивість самогальмування.
3. Кількість передавальних ланок.
4. Наявність проміжної ланки.
5. Компактність пристрою.

Для вибору оптимальної компоновки розглянемо кілька схем.

Варіанти конструктивних схем, компоновки пристрою для шліфування поверхні 4 зображено на рис. 4.1.

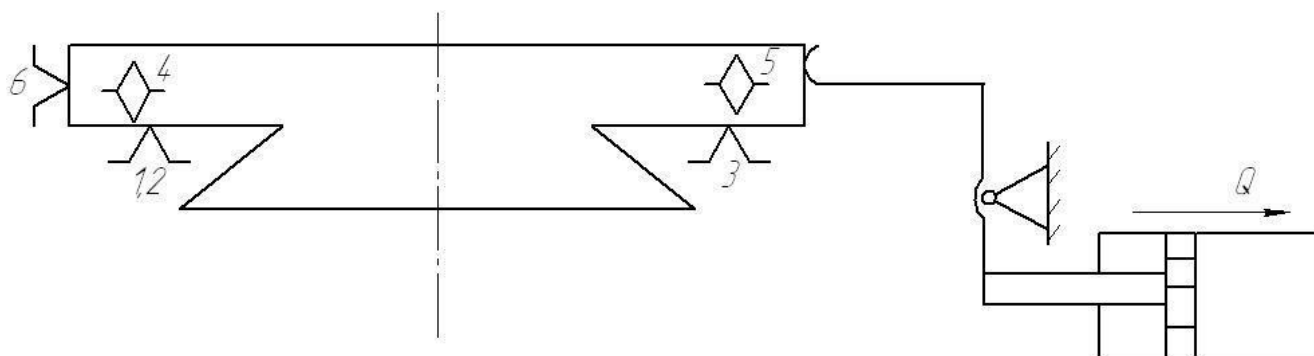


Схема 1.

Рисунок 4.1 – Варіанти конструктивних схем, компоновки пристрою для шліфування

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

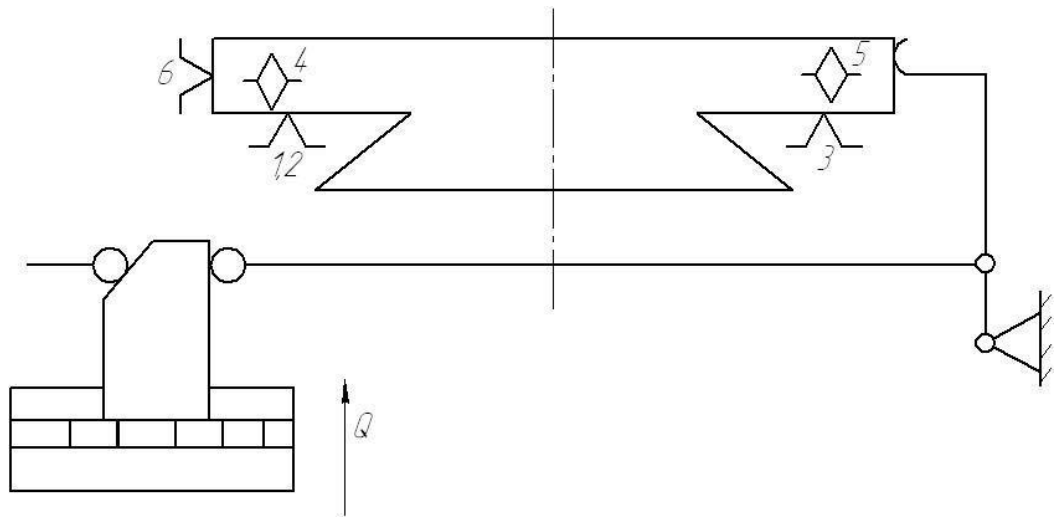


Схема 2.

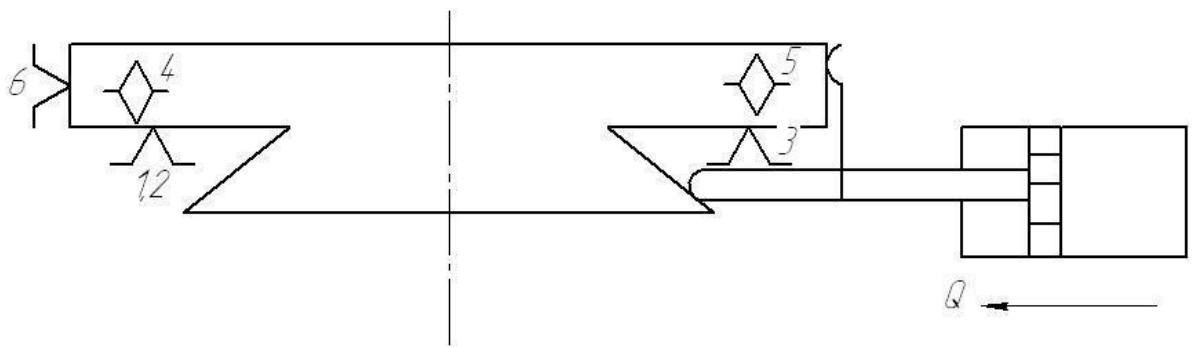


Схема 3.

Рисунок – 4.1, аркуш 2

Аналіз компоновок конструктивних схем виконуємо на основі сумарних коефіцієнтів ваг:

$$K_{\Sigma n} = 0,5K_1 + 0,35K_2 - 0,1K_3 - 0,1K_4 + 0,05K_5; \quad (4.1)$$

де $K_1 \dots K_5$ – оцінюючі значення приведених вище критеріїв.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Встановлення раціональної схеми постановки пристрою.

критерій № схеми	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	$K_{\Sigma n}$
1	1	0	1	0	0	0,85
2	0	0	1	0	2	0
3	3	2	2	1	1	1,95

Виходячи з критеріїв оцінки компонованих схем, вибираємо схему 3, як таку, що має найбільший коефіцієнт ваги.

4.1.3 Розрахунок на точність

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

$$\Delta\Sigma = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \Delta\varepsilon_y)^2 + (K_2 \Delta y)^2 + (K_3 \Delta_H)^2 + (K_4 \Delta_i)^2 + (K_5 \Sigma\Delta b)^2 + (K_6 \Sigma\Delta t)^2}; \quad (4.1)$$

де $K = K_1 = K_2 = K_3 = 1$; $K_4 = K_5 = K_6 = 1,73$;

$\Delta\varepsilon_y$ – похибка установки заготовки у пристрій;

Δy – похибка обробки, яка виникає внаслідок зміщення елементів технологічної системи під дією сил;

Δ_H – похибка налагодження технологічної системи;

Δ_i – похибка зносу ріжучого інструменту;

$\Sigma\Delta b$ – сумарна похибка верстата, яка виникає внаслідок його зносу за період експлуатації;

$\Sigma\Delta t$ – сумарна температурна похибка обробки.

1. Похибка установки:

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{п.з}^2}; \quad (4.2)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

де ε_{δ} – похибка базування;

$\varepsilon_{\varepsilon}$ – похибка закріплення;

$\varepsilon_{н.з.}$ – похибка положення заготовки у пристрої;

а) похибка базування $\varepsilon_{\delta} = 0$, так як конструкторська, технологічна і вимірна бази співпадають.

б) $\varepsilon_{\varepsilon} = 0$, так як даний пристрій оснащений гідравлічним затискним механізмом, що забезпечить постійність сил затиску;

в) похибка положення заготовки у пристрої $\varepsilon_{н.з.}$ є наслідком неточності виготовлення пристрою, зносу його установчих елементів, а також його похибки установки самого пристрою на верстаті:

$$\varepsilon_{н.з.} = \varepsilon_{уст.} + \varepsilon_{зн} + \varepsilon_{\delta};$$

Технологічні можливості виготовлення пристроїв забезпечують $\varepsilon_{уст.}$ в межах $0 \div 15 \text{ мкм}$.

Приймаємо $\varepsilon_{уст.} = 10 \text{ мкм}$.

Величина зносу установчих елементів:

$$\varepsilon_{зн} = \beta \cdot N_n; \quad (4.3)$$

де N – число контактів заготовки з установчими елементами;

β – постійна;

$$\varepsilon_{н.з.} = t \cdot \sqrt{\lambda_1 \varepsilon_{зн}^2 + \lambda_2 \varepsilon_{уст.}^2} + \varepsilon_{уст.}; \quad (4.4)$$

де t – коефіцієнт, який визначає частку можливого браку;

λ_1 і λ_2 – коефіцієнти, які залежать від закону розподілу випадкових величин;

$$\varepsilon_{н.з.} = 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{30} \cdot 90^2 + \frac{1}{9} \cdot 10^2} + 10 = 156 \text{ мкм};$$

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення надійності сили затиску введемо коефіцієнт запасу K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5; \quad (4.6)$$

$$\hat{E} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,1 = 3,09 .$$

Тоді розрахункова сила затиску визначається за формулою:

$$Q = K \cdot P_z; \quad (4.7)$$

де P_z – тангенційна складова сили різання.

$$Q = 3,09 \cdot 144 = 445H.$$

Для клиноплунжерних затискачів необхідна сила на штоці гідроциліндра рівна:

$$W = Q \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{1}{\eta}; \quad (4.8)$$

де α – кут клина;

η – коефіцієнт тертя;

$$W = 445 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \frac{1}{0,85} = 188,47H.$$

Діаметр поршня гідроциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4W}{\pi P \cdot \eta}}; \quad (4.9)$$

де P – тиск в мережі;

$P = 0,6$ МПа;

η – ККД циліндра;

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\ddot{A} = \sqrt{\frac{4 \cdot 188,47}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 0,9}} = 67,4 \text{ мм.}$$

Приймаємо: $D = 80 \text{ мм.}$

4.1.5 Опис конструкції та роботи пристрою

Даний пристрій використовується при виконанні поздовжньо – шліфувальної операції. Заготовка встановлюється на напрямні типу «ластівчин хвіст». Затиск заготовки здійснюється від гідроциліндра, який розташований збоку пристрою і кріпиться до столу. Сила затиску передається від циліндра до заготовки і затискає її через шток – клин. При закріпленні заготовки прихват повертається у попереднє положення під дією сталльної пружини. Величина відводу незначна.

Пристрій устанавлюється на столі верстату з базуванням по «сухарику» - 17.

Кріплення пристрою здійснюється за допомогою болтів – 15,16 через 2 пази в основі пристрою.

4.2. Пристрій для фрезерування

4.2.1 Опис конструкції та роботи пристрою

Пристрій призначений для установки і закріплення одночасно двох заготовок для фрезерування пазів і свердління отворів.

Пристрій устанавлюється на столі верстату з базуванням на площину і притискається шляхом зажиму болтами і гайками через пази, що розташовані в цій же площині «ж».

Деталі встановлюються на площину «Е», яка по технічних умовах виготовлення повинна мати відхилення від непаралельності до площини «ж» не більше

//	0,1
----	-----

 мм. Площина «Е» повинна мати допуск не площинності не більше 0,06мм. Боковими упорами в пристрої служать упори 7 і 5 для

					<i>PM 18-390.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W = 3,09 \cdot 7507,9 \cdot \frac{40}{50} \cdot \frac{1}{0,85} \cdot \operatorname{tg}15^{\circ} = 5856,2H ;$$

Діаметр поршня гідроциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4W}{\pi P \cdot \eta}} ; \quad (4.13)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5856,2}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,98}} = 125\text{мм.}$$

4.3 Пристрій для фрезерування

4.3.1 Опис конструкції та роботи пристрою

Заготовка в процесі оброблення базується на 23 і опорі 24. Затиск здійснюється за допомогою вбудованої пневмокамери 1. При подачі повітря у нижню порожнину камери, шток з приєднаним до нього осетримачем передає зусилля на коромисло 7, далі на затискач 5. При подачі повітря у верхню порожнину камери відбувається звільнення обробленої деталі.

Пристрій призначений для фрезерування поверхонь 8 і 19 на горизонтально – фрезерній операції.

4.3.2. Розрахунок зусилля кріплення та параметрів силового приводу

Розрахунок ведемо за формулою:

$$Q = \frac{K \cdot P_z \cdot D}{8f(c+d)} ; \quad (4.14)$$

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

Зусилля на штоці пневмокамери:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

$$W = Q \cdot \frac{a}{B}; \quad (4.15)$$

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

Робочий діаметр мембрани визначається:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 7239,6}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 131,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D = 160$ мм.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Структура САПР

Структурними елементами САПР, які жорстко зв'язані з організаційною структурою проектної організації, є підсистеми, в яких за допомогою спеціалізованих комплексів засобів вирішується функціонально завершена послідовність задач САПР.

В якості основної структурної частини САПР приймають *підсистему проектування*, яка володіє всіма властивостями системи, має об'єктну орієнтацію і реалізує функції проектування.

Другою структурною частиною САПР є *підсистема обслуговування*, яка має загальне системне використання і забезпечує підтримку функціонування підсистеми проектування, а також оформлення, передачу і вивід результатів.

Підсистема САПР складається із компонентів, об'єднаних загальною для даної підсистеми цільовою функцією і які забезпечують функціонування цієї системи.

Компонент являє собою елемент забезпечення, який виконує окрему функцію в підсистемі. В залежності від виду забезпечення виділяють компоненти:

- математичне забезпечення – методи, математичні моделі, алгоритми;
- лінгвістичне забезпечення – мови проектування, термінологія;
- технічне забезпечення – засоби обчислювальної та організаційної техніки, передачі даних, вимірювальні та інші пристрої;
- інформаційне забезпечення – документи з описом стандартних проектних процедур, типових рішень, типових елементів, і т.п.;
- програмне забезпечення – документи з текстами програм, програми на машинних носіях і експлуатаційні документи;

					PM 18-390.00.00			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Сороковнін						7
Перевірив		Паньків М.Р.						
Реценз.								
Н. Контр.		Дячун А.Є.						
Затверд.		Пилипець						
						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-61		

- методичне забезпечення – документи, в яких відображені склад, правила вибору та експлуатації засобів автоматизації проектування;
- організаційне забезпечення – положення, інструкція, накази, штатні розклади і інші документи, які регламентують організаційну структуру підрозділів організації при функціонуванні САПР.

Структурна єдність підсистеми забезпечується зв'язками між компонентами різних видів забезпечення, які утворюють підсистему, а структурне об'єднання підсистем в систему – зв'язками між компонентами, як правило, однорідного забезпечення підсистем.

Для побудови структури САПР, їх підсистем і для розробки компонентів важливо виділити загальносистемні принципи, до яких відносять принципи сумісності, системної єдності, стандартизації і розвитку.

Принцип сумісності полягає в тому, що мови, символи, коди, інформаційні і технічні характеристики структурних зв'язків між засобами забезпечення і компонентами САПР повинні бути узгоджені так, щоби забезпечувалось сумісне функціонування підсистем і зберігалась відкрита структура системи в цілому. При створенні САПР необхідно забезпечити сумісність неавтоматизованого і автоматизованого проектування, підсистем САПР і САПР із зовнішнім середовищем.

Принцип системної єдності полягає в тому, що на всіх стадіях створення, функціонування і розвитку САПР цілісність системи повинна досягатися шляхом врахування зв'язків між підсистемами і компонентами САПР. Розробка всіх видів забезпечення повинна вестись так, щоби при функціонуванні всі компоненти утворювали систему.

Принцип стандартизації полягає в проведенні уніфікації і типізації компонентів і комплексів засобів, інваріантних до об'єктів проектування і галузевої специфіки, а також у встановленні правил з метою впорядкування діяльності в сфері створення і розвитку САПР. Вона повинна розроблятися так, щоби більша частина засобів автоматизації, які входять в неї, могла бути використана без істотних змін і доопрацювань при змін об'єкту проектування.

Принцип розвитку полягає в тому, що САПР повинна функціонувати як

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

система, що розвивається, яка допускає поповнення, вдосконалення і оновлення підсистем і компонентів. В процесі розвитку САПР повинна розширюватися не тільки номенклатура проектно-конструкторської документації, яка розробляється системою, але і підвищення якості цієї документації за рахунок багатоваріантної оптимізації проектних рішень.

Компоненти окремих видів забезпечення САПР можуть бути об'єднані в комплекси засобів одного виду або комбіновані комплекси для виконання процедур проектування або обслуговування.

5.2 Оцінка рівня складності завдань. Вибір і коротка характеристика програмного і технічного забезпечення для розв'язування поставлених задач

Основним завданням виконання даного розділу дипломного проекту є автоматизоване проектування технологічного процесу механічної обробки консолі 6464.20.00.012.

Для вирішення цієї задачі використовується система автоматизованого проектування технологічних процесів „ТехноПро”.

„ТехноПро” являє собою універсальну систему автоматизації технологічного проектування і підготовки виробництва.

Ця система містить всі засоби, необхідні для проектування технологічних процесів, включаючи автоматичний підбір оснащення, проведення розрахунків, вибір даних з таблиць.

„ТехноПро” забезпечує проектування операційної технології включаючи операції заготівельні, механічної і термічної обробки, нанесення покриттів, слюсарні, технологічного контролю, складання, штампування і зварювання.

Система формує операційні, маршрутно-операційні і маршрутні технологічні карти, карти контролю, відомостей оснащення, відомості відомості матеріалів і комплектуючих і інші операційні документи.

В „ТехноПро” проектування технологічних процесів може проводитися в різних режимах. В більшості випадків початкове наповнення без системи

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

проводиться в діалоговому режимі, подальше проектування може проводитись в діалоговому режимі або з використанням техпроцесу-аналога із подальшим переходом до напівавтоматичного або автоматичного проектування.

В базі даних конкретних технологічних процесів для кожного технологічного процесу є поля посилань на креслення або моделі деталей. Завдяки цим полям за допомогою засобів класифікації і пошуку здійснюється пошук техпроцесу-аналога. Знайдений технологічний процес копіюється з новим ім'ям і позначенням, розглядається і коректується. Коректування полягає в додаванні, видаленні, редагуванні або зміні положень в маршруті операцій і переходів.

При коректуванні техпроцесу вибір оснащення, устаткування, інструментів і матеріалів здійснюється за технологічним класифікатором з інформаційної бази системи. Кожен вид устаткування забезпечується паспортними і обліковими даними.

Технологічні операційні ескізи і карта наладок можуть оформлятися в будь-якому графічному редакторі. В технологічному процесі, який розробляється ці графічні документи підключаються до переходів операцій з можливістю їх перегляду і редагування.

Для прискорення формування технологічних процесів користувач може створювати набори типових, групових або одиничних технологічних процесів.

При використанні на підприємстві типових або групових технологічних процесів „ТехноПро” забезпечує можливість їх параметризації. Такі параметричні технологічні процеси можуть автоматично перепроєктовуватись. Інформація, необхідна для перепроєктування, може бути отримана з конструкторських САПР або введена вручну з креслення.

За бажанням замовника ця система може постачатися з інтерфейсом практично до будь-яких сучасних конструкторських САПР.

Досвід експлуатації системи в умовах промислового виробництва показав високий ступінь готовності баз даних цієї системи до інтеграції з багатьма автоматизованими системами управління виробництва.

					<i>PM 18-390.00.00</i>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

5.3 Підготовка вихідної інформації для автоматизованого проектування технологічного процесу

Для автоматизованого проектування технологічного процесу обробки деталі необхідно мати повний опис деталі (кодування) засобами якої-небудь формалізованої мови. В умовах, коли номенклатура виробів випускається велика, кодування може виявитися дуже громіздкою процедурою. Тому доцільно залишити за технологом формування структури технологічного процесу, ніж описувати конструкцію деталі.

Таблиця 5.1 – Загальні відомості про деталь

Позначення техпроцесу	Деталь		
	Позначення	Назва	Маса
6464.20.00.012	4014-1706015	Консоль	39,4
Матеріал, назва і марка	Заготовка		
	Вид	Профіль і розміри	Маса
СЧ 20	Відливка	180×390×420	40,0

Таблиця 5.2 – Вхідна інформація для проектування технологічного процесу виготовлення деталі

№ цеху	№ дільниці	№ роб. місця	Код операції	Обладнання	Технол. оснащення
1	01	01	4263	6605	Пристрій
1	01	02	4122	Г4П	Пристрій

Для розробки технологічного процесу в „ТехноПро” необхідна така вихідна інформація: 1) Робоче креслення деталі і технічні умови на виготовлення; 2) Ескіз деталі з позначенням номерів поверхонь; 3) Базовий технологічний процес; 4) Типовий технологічний процес (якщо є); 6) Змінна інформація про об’єкт виробництва.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PM 18-390.00.00				

5.4 Блок-схема діалогового проектування технологічного процесу

„ТехноПро” містить обслуговуючі системи вводу і контролю вихідної інформації, підсистеми документування, адаптації інформаційного забезпечення до умов конкретного виробництва і інформаційну пошукову підсистему.

Інформаційна пошукова підсистема здійснює зберігання типових технологічних процесів і їх пошук. Вихідним документом є технологічний опис технологічного процесу. Підсистема адаптації призначена для внесення нових типових підсистем в архів і видалення непотрібних. Основним елементом „ТехноПро” є підсистема проектування. Блок-схема алгоритму цієї підсистеми зображена на рисунку 5.1.

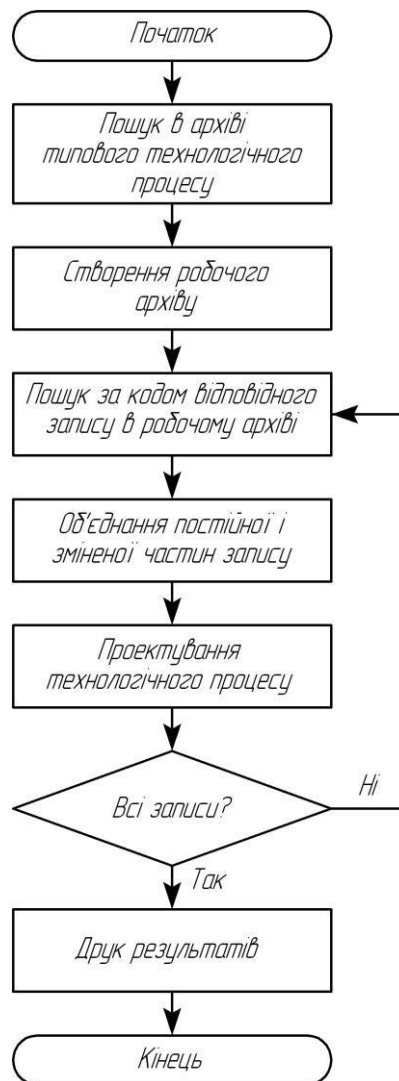


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування

					PM 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зменшення машинного часу проектування спочатку проводиться пошук на диску типового процесу і його запис в оперативну пам'ять, тобто в тимчасовий робочий архів. Потім з цього архіву вибирається запис з кодом, який відповідає коду першого запису в вихідному документі. Далі відбувається формування переходу для технологічного процесу. Для цього в опис переходу або операції, взятих з архіву операцій і переходів, заноситься відповідна змінна операція з вхідного документа. Після обробки першого запису вихідного документа відбувається перехід до наступного і т. д. до кінця документа.

Після закінчення проектування відбувається формування технологічного процесу і друк технологічних документів.

5.5 Аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР ТП

Проаналізувавши технологічний процес механічної обробки консолі, одержаний з допомогою САПР ТП, можна зробити висновок, що він досить схожий з базовим техпроцесом. Основні відмінності полягають в вибраному обладнанні та інструменті: в більшості операцій універсальне та широкоспеціалізоване обладнання великої потужності замінено на менш потужне та дешевше.

Вибрані технологічні бази обох варіантів технологічного процесу повністю збігаються. Також збережено послідовність механічної обробки, хоча деякі технологічні операції об'єднано. Пристрої, ріжучий та вимірювальний інструмент вибрано з урахуванням типу виробництва та забезпеченням мінімального оперативного часу за рахунок використання високопродуктивних режимів обробки.

Даний технологічний процес носить реальний характер та забезпечує отримання якісної деталі у відповідності з робочим кресленням та технічними вимогами і може бути використаний в умовах діючого виробництва.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

6.1 Розрахунок річної верстатомісткості

Для розрахунку верстатомісткості виробу необхідно скласти оптимальний технологічний процес основної деталі - представника, для виготовлення якої проектується дільниця цеху. За технологічним процесу проводимо технологічне нормування кожної операції. Верстатомісткість усіх інших деталей вузла визначаємо за верстатомісткістю основної деталі з врахуванням їх різниці по масі, серійності і складності механічної обробки. Різниця по кожному параметру оцінюються відповідним коефіцієнтом приведення. Загальний коефіцієнт приведення визначається згідно формули:

$$K_0 = K_m \cdot K_{сер} \cdot K_{скл}; \quad (6.1)$$

де K_m – коефіцієнт приведення за масою;

$K_{сер}$ – коефіцієнт приведення по серійності;

$K_{скл.}$ – коефіцієнт приведення по складності.

За специфікацію і кресленнях деталей, які входять у вузол, визначаємо їх масу, виробничу програму, кількість оброблюваних поверхонь і розраховуємо коефіцієнти приведення. При цьому необхідно зняти масу основної деталі, і виробничу програму, кількість оброблюваних поверхонь і верстатомісткість.

Коефіцієнт приведення основної деталі приймаємо за одиницю.

Коефіцієнт приведення по масі визначається:

$$K_m = \sqrt{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2} \quad (6.2)$$

де Q_x – маса приведеної деталі;

					<i>PM 18-390.00.00</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектна частина</i>		
<i>Розробив</i>		<i>Сороковнін</i>					
<i>Перевірів</i>		<i>Плипець</i>					
<i>Рецендент</i>							
<i>Н.контр.</i>		<i>Дячун</i>					
<i>Затвердив</i>		<i>Пилипець</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
							15
					<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-61</i>		

Q - маса деталі представника.

Коефіцієнт приведення по серійності:

$$K_{сер} = \left(\frac{N}{N_x} \right)^{0,15}; \quad (6.3)$$

де N, N_x - відповідно виробнича програма деталі представника і приведеної деталі.

Коефіцієнт приведення по складності;

$$K_{скл} = \left(\frac{H_x}{H} \right)^{0,5}; \quad (6.4)$$

де H, H_x – відповідно число оброблюваних поверхонь приведеної деталі і деталі представника,

По загальних коефіцієнтах приведення для кожної деталі, яка входить у заданий вузол і верстатомісткості основної деталі визначаємо верстатомісткість кожної деталі за формулою:

$$T_x = T K_0; \quad (6.5)$$

де T_x – верстатомісткість приведеної деталі;

T – верстатомісткість деталі представника ;

K₀ – загальний коефіцієнт приведення.

Результати розрахунків заносимо в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок річної верстатомісткості та вузла

№ п/п	Назва деталі	Номер деталі	Маса деталі, кг	K _м	Річна програма	K _{сер}	K-сть обр. пов.	K _{скл}	K _о	Верст. містк.
1	Консоль	6464.20.00.012	39,4	1	15000	1	60	1	1	147,45
2	Гвинт повзд. перем.	6464.20.01.000	0,8	0,074	15000	1	10	0,408	0,03	4,45

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PM 18-390.00.00						

Продовження таблиці 6.1

3	Гвинт попер. перем	6464.20.02.000	1,6	0,118	15000	1	10	0,408	0,048	7,08
4	Гвинт верт. перем.	6464.20.04.000	1,2	0,097	15000	1	10	0,289	0,04	5,9
5	Вал вер. перем.	6464.20.04.000	0,47	0,052	15000	1	5	0,289	0,015	2,21
6	Щиток	6464.20.05.000	0,57	0,059	15000	1	4	0,258	0,015	2,21
7	Стіл	6464.20.00.011	26,3	0,764	15000	1	12	0,447	0,342	2,21
8	Солазки	6464.20.00.013	36	0,972	15000	1	15	0,5	0,471	50,43
9	Кроншт.	6464.20.00.014	0,9	0,08	15000	1	12	0,447	0,036	69,45
10	Гайка	6464.20.00.015	0,39	0,046	30000	0,9	10	0,408	0,017	5,31
11	Гайка	6464.20.00.016	2,65	0,165	15000	1	8	0,365	0,06	8,85
12	Клин	6464.20.00.017	0,34	0,042	15000	1	6	0,316	0,013	1,92
13	Кришка	6464.20.00.102	0,28	0,037	15000	1	4	0,258	0,01	1,47
14	Втулка	6464.20.00.103	0,35	0,043	15000	1	4	0,258	0,011	1,62
15	Щиток	6464.20.00.106	0,28	0,037	15000	1	4	0,258	0,01	1,47
16	Планка	6464.20.00.107	0,34	0,042	15000	1	6	0,316	0,013	1,92
17	Кришка	6464.20.00.111	0,08	0,016	15000	1	4	0,258	0,004	0,59
18	Планка	6464.20.00.112	0,47	0,052	15000	1	6	0,316	0,016	2,36
19	Вісь	6464.20.00.113	0,03	0,008	15000	1	4	0,258	0,002	0,29
20	Ексценр.	6464.20.00.114	0,01	0,004	15000	1	3	0,224	0,001	0,13

6.1.1 Розрахунок необхідної кількості основного виробничого обладнання

Основними даними для розрахунку є трудомісткість і річна програма. Маючи трудомісткість основної деталі представника по кожній операції і виробничу програму, визначаємо необхідну кількість відповідних верстатів:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

$$C_p = \frac{T_{шт.к} \cdot N}{60 \cdot \Phi \delta} \quad (6.6)$$

де $T_{шт.к}$ – час на виконання даної операції хв.;

N – річна програма ;

$\Phi \delta$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання операції закруглюємо в більшу сторону до іншого числа $C_{п}$.

Для аналізу ступеня використання виробничого обладнання, розраховуємо коефіцієнт його завантаження:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_n}; \quad (6.7)$$

Результати розрахунків заносимо в табл.6.2

Таблиця 6.2 – Розрахунок необхідної кількості верстатів для мех. обробки консолі 6464.20.00.012

№ оп.	Назва верстату	Назва операції	Річна прог-рама	Норма часу на одну опер.	$T_{шт/к}$	Час на річну обр. опер.	Необх. в верстатах		Коеф. зав. %
							C_p	$C_{п}$	
015	Позд. фрез.6605	Позд. фрез	15000	6,03	6,11	1507,5	0,3750	1	0,375
020	-//-	Позд. фрез	15000	6,03	6,11	1507,5	0,375	1	0,375
025	-//-	Позд. фрез	15000	6,024	6,32	1560	0,389	1	0,389
030	-//-	Позд. фрез	15000	6,09	6,17	1522,5	0,379	1	0,379
040	-//-	Позд. фрез	15000	6,98	7,06	1745	0,435	1	0,435
045	-//-	Позд. фрез	15000	6,48	7,06	1745	0,435	1	0,435
050	-//-	Позд. фрез	15000	6,42	6,5	1605	0,4	1	0,4
055	-//-	Позд. фрез	15000	6,42	6,5	1605	0,4	1	0,4
060	Копір. фрез. 6M13K	Копір. фрез.	15000	7,75	7,81	1937,5	0,483	1	0,483

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PM 18-390.00.00				

065	-//-	Копір. фрез.	15000	7,41	7,47	1852,5	0,461	1	0,461
070	-//-	Копір. фрез.	15000	5,83	5,89	1457,5	0,363	1	0,363
075	-//-	Копір. фрез.	15000	5,91	5,97	1477,5	0,368	1	0,368
080	рт. свердл.	Верт. свердл.	15000	8,04	8,1	2010	0,501	1	0,501
085	Агрегатний	Рад. свердл.	15000	6,57	6,63	1642,5	0,41	1	0,41
090	-//-	Рад. свердл.	15000	5,92	5,98	1480	0,369	1	0,369
095	-//-	Рад. свердл.	15000	7,82	7,98	1955	0,487	1	0,487
100	-//-	Свердл.	15000	6,34	6,4	1585	0,395	1	0,395
105	Позд. шліф.	Позд. шліф	15000	7,5	7,57	1875	0,467	1	0,467
105	-//-.	Позд. шліф	15000	7,5	7,57	1875	0,467	1	0,467
115	Верт. фрез. 6М13П	Верт. фрез.	15000	5,94	6,0	1485	0,37	1	0,37
120	Агрегатний	Свердл.	15000	6,65	6,72	1662,5	0,414	1	0,414
120	-//-	Свердл.	15000	7,08	7,15	1770	0,441	1	0,441

6.1.2 Розрахунок необхідної кількості основного виробничого обладнання для виготовлення деталей виробу

Маючи загальну верстатомісткість механічної обробки всіх деталей виробу і виробничу програму, визначаємо загальну кількість необхідного обладнання для виготовлення всіх деталей і виробу в цілому.

$$C_n = \frac{T_B \cdot N}{60 \cdot \Phi_{\delta} \cdot K_{з.н}} \quad (6.8)$$

де T_B – верстатомісткість всіх деталей виробу;

N – виробнича програма;

$K_{з.н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Отримання число верстам розбираємо по типах в процентному відношенні від загальної кількості, користуючись даними типових заводів табл. 1.32[5].

$$C_n = \frac{14 \cdot 15000}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,6} = 108.$$

Так як у нас мала кількість верстатів, що придане тільки для дільниці, то приймаємо в нашому цеху механічної обробки виготовляється чотири подібних вузла і тоді в нашому цеху буде 108 верстатів.

6.1.3 Розрахунок необхідної кількості верстатів для допоміжних дільниць цехів

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

6.1.4 Заточувальна дільниця використовується для централізованого заточування різального інструменту

Розрахунок необхідної кількості заточних верстатів проводиться округлено. Необхідна кількість визначається в процентному відношенні від кількості металорізального обладнання цеху.

$$C_{\text{зат}} = 0,05 C_{\text{п}} = 0,05 \cdot 108 = 6.$$

6.1.5 Дільниця ремонту інструменту і оснащення застосовується для середнього і текучого ремонту

Кількості основних верстатів для дільниці по ремонту оснастки, Крім основних верстатів, входить допоміжне обладнання в кількості, приблизно 40 % від числа основних верстатів дільниці, але не менше 3 і не більше 11.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Приймаємо $C_{\text{рем.доп}} = 3$.

6.1.6 Цехова ремонтна база

Використовується для міжремонтного обслуговування, а також для проведення ремонтних робіт. Кількість верстатів для цехової ремонтної бази розраховується укрупнено в залежності від кількості обладнання механічного цеху. Визначаємо необхідну кількість всіх верстатів цеху:

$$C_{\Sigma} = C_n + C_{\text{зам}} + C_{\text{рем.доп}} + C_{\text{мрб}}$$

$$C_{\Sigma} = 108 + 6 + 3 + 3 + 2 = 122$$

6.1.7 Уточнення типу і організаційної форми виробництва

Для уточнення типу виробництва вираховуємо коефіцієнт закріплення операції.

$$K_{\text{з.о}} = \frac{O}{C_n} \quad (6.9)$$

Всі попередні розрахунки проводимо у табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Дані уточнення типу виробництва

№	Назва операції	Н _{з.ф}	O
015	Поздовжньо-фрезерна	0,5	1,5
020	Поздовжньо-фрезерна	05	1,5
025	Поздовжньо-фрезерна	0,52	1,44
030	Поздовжньо-фрезерна	0,505	1,485
040	Поздовжньо-фрезерна	0,58	1,29

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

045	Поздовжньо-фрезерна	0,58	1,29
050	Поздовжньо-фрезерна	0,533	1,41
055	Поздовжньо-фрезерна	0,533	1,41
060	Копірувальньо-фрезерна	0,644	1,165
065	Копірувальньо-фрезерна	0,615	1,22
070	Копірувальньо-фрезерна	0,484	1,55
075	Копірувальньо-фрезерна	0,49	1,53
080	Вертикально-свердлильна	0,668	1,12
085	Свердлильна	0,55	1,36
090	Свердлильна	0,492	1,524
095	Свердлильна	0,65	1,524
100	Свердлильна	0,527	1,42
105	Плоскошліфувальна	0,623	1,2
110	Плоскошліфувальна	0,623	1,2
115	Вертикально-фрезерна	0,493	1,52
120	Свердлильна	0,552	1,356
125	Свердлильна	0,588	1,275

6.1.8 Збільшений розрахунок необхідної кількості виробничого персоналу

а) кількість основних робітників приймаємо кількістю одиниць основного технологічного обладнання:

$$P_{\text{осн}} = C_n = 122.$$

б) кількість допоміжних робітників приймаємо:

$$P_{\text{доп}} = 0,5 \cdot 122 = 61;$$

в) кількість інженерно-технічних працівників:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РМ 18-390.00.00				

$$P_{инн} = 0,1122 \approx 12 ;$$

г) кількість рахувально - конторського персоналу:

$$P_{ркп} = 0,5 \cdot 122 \approx 6 ;$$

д) кількість молодого обслуговуючого персоналу:

$$P_{мон} = 0,015 \cdot 122 \approx 2;$$

е) загальна кількість виробничого персоналу:

$$P_{\Sigma} = P_{осн} + P_{доп} + P_{инн} + P_{ркп} + P_{мон} = 122 + 61 + 12 + 6 + 2 = 203 .$$

6.2 Визначення складу, та розрахунок площі цеху

В склад механічного цеху крім ділянок по механічній обробці входять також допоміжні відділення і складські приміщення, до числа яких можна віднести:

- а) заточне відділення;
- б) контрольне відділення;
- в) ремонтне відділення (ремонтна база механіка цеху);
- г) майстерня для ремонту пристроїв та інструменту ;
- д) майстерня енергетика цеху;
- е) відділення для приготування і роздачі змащувально-охолоджуючих рідин;
- е) відділення для переробки стружки;
- ж) цеховий склад матеріалів заготовок;
- з) проміжний склад деталей;
- и) іструментально - роздавальний склад;
- і) склад пристроїв;
- і) склад абразивів;
- й) склад мастил;
- к) склад допоміжних матеріалів.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В склад цеху входять побутові і адміністративно - службові приміщення.

1. Площа дільниць по механічній обробці.

Згідно табл. 17 [5] приймаємо виробничу питому площу на один верстат 40м^2 .

Тоді площа дільниці по механічній обробці консолі буде складати:

$$S_1 = S_n \cdot 40 = 22 \cdot 40 = 880\text{м}^2;$$

Так само вираховується і для інших деталей вузла:

$$S_2 = 86 \cdot 40 = 3440\text{м}^2;$$

Тоді загальна площа дільниць по механічній обробці вузла:

$$S_B = 880 + 3440 = 4320\text{м}^2.$$

2. Заточне відділення.

В основному площу відділення входить площа , яка займається заточним обладнанням, у допоміжну, що заточується і площа для зберігання абразивних кругів і пристроїв до верстатів відділення. Питома загальна площа цього відділення складає $10\text{-}12\text{м}^2$ на один верстат:

$$S_{\text{зар}} = 10 \cdot 6 = 60\text{м}^2;$$

Заточне відділення необхідно розміщувати суміжно з інструментальним складом.

3. Контрольне відділення. Воно є частиною загальнозаводського відділення технічного контролю. Площа контрольного відділення визначаємо укрупнено за процентним відношенням до верстатної площі:

$$S_{k.g} = 0,04 \cdot 4320 \approx 175\text{м}^2.$$

Контрольне відділення розміщується в цеху на шляху руху деталей в складальний цех, перед проміжним складом.

4. Ремонтне відділення. Загальна площа ремонтного відділення визначається з розрахунку $27\text{-}30\text{ м}^2$ на один основний верстат бази.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{k.6} = 0,04 \cdot 4320 \approx 175 \text{ м}^2 \quad S_4^1 = 30 \cdot 3 = 90 \text{ м}^2 .$$

Для складу запасних частин відводиться площа, яка рівна 10 - 15% від основної:

$$S_4^2 = (0,1 \dots 0,15) \cdot 90 = 9 \dots 13,5 \text{ м}^2 .$$

Приймаємо $S_4^2 = 10 \text{ м}^2$.

Тоді сумарна площа буде рівна:

$$S_4 = S_4^1 + S_4^2 = 90 + 10 = 100 \text{ м}^2 .$$

Ремонтна база розмордується в прольоті де зосереджується. Всі інші допоміжні відділення цеху.

5. Майстерня енергетика цеху. Майстерня входить у ремонтне відділення і складає 20 відсотків площі:

$$S_5 = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ м}^2 .$$

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 складової ремонтіваних пристроїв і запасних частин до них та інших приміщень).

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

Приймаємо:

$$S_6 = 120 \text{ м}^2 .$$

7 Відділення для приготування і роздачі змащувально-охолоджуючих рідин.

Згідно з табл. 1.44[4] приймаємо $S_7 = 35 \text{ м}^2$.

Відділення у цілях пожежної безпеки розміщується біля зовнішньої стіни будівлі і має безпосередній вихід назовні.

8 Відділення для переробки стружки.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з табл. 1,44 [4] приймаємо $S_8 = 60 \text{ м}^2$.

9 Цеховий склад матеріалів та заготовок. Розрахунок площі складу ведуть за формулою, згідно табл. 1.45 [4]:

$$S_9 = \frac{Q \cdot t}{D_p \cdot q \cdot K}$$

де Q – маса заготовок, яка оброблюється в цеху за рік, т ;

t – норма запасу зберігання заготовок , днів ;

D_p – кількість робочих днів у році;

q – норма середньої вантажонапруженості площі, $\text{т}/\text{м}^2$;

K – коефіцієнт використання площі складу:

$$S_9 = \frac{124 \cdot 10^{-3} \cdot 15000 \cdot 3}{254 \cdot 3,3 \cdot 0,25} = 126,6 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_9 = 130 \text{ м}^2$.

10.Проміжний склад деталей.

Проміжний склад служить для накопичення і зберігання повністю оброблених деталей, очікуючи поступлення на складання, і для постачання готовими деталями складального цеху.

Розрахунок площі введеться за формулою:

$$S_{10} = \frac{112 \cdot 10^{-3} \cdot 15000 \cdot 2}{254 \cdot 2,75 \cdot 0,35} = 113,7 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_{10} = 115 \text{ м}^2$.

11 Інструментально – роздавальний склад . Згідно з табл. 1,46 [5] , приймаємо:

$$S_{11} = 0,3; C_n = 0,25 \cdot 108 = 27 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_{11} = 33 \text{ м}^2$.

12.Склад пристроїв.

Згідно з таблицею 1.46[5] , приймаємо $S_{12} = 0,25$; $C_n = 0,25 \cdot 108 = 27 \text{ м}^2$;

Приймаємо $S_{12} = 27 \text{ м}^2$.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13.Склад абразивів.

Згідно з таблицею 1.46[5] , приймаємо $S_{13}=0,4$; $C_{зат}=0,4\cdot6=2,4m^2$.

Приймаємо $S_{13}=3m^2$.

14 Склад мастил.

Згідно з таблицею 1.44[4], приймаємо $S_{14}=15m^2$.

15 Склад допоміжних матеріалів.

Згідно з таблицею 1.44[4] , приймаємо: $S_{15}=15m^2$.

16 Адміністративно – побутові приміщення.

Площу цих приміщень укрупнено визначаємо за формулою $S_{16}=f\cdot n$.

де f - площа на одного працівника ;

n - кількість працюючих.

$S_{16}=3,2\cdot203=649,6m^2$; Приймаємо $S_{16}=650m^2$;

17.Загальна площа цеху:

$$S_{заг} = \sum_{i=1}^{16} S_i .$$

де S_i – площа i -того приміщення цеху , згідно пунктів 1-16. Отже, $S_{заг}=5858m^2$.

6.3 Технологічний план дільниці

На дільниці механічної обробки консолі 6464.20.00.012. встановленні наступні типи обладнання: поздовжньо - фрезерні верстати моделей 6642, 6632, 6605 і плоскошліфувальний верстат моделі 3508 і вертикально - свердлильний 2Н125; вертикально - фрезерний 6М13П; копіювально - фрезерний 6М13К.

Технологічне обладнання на дільниці розміщене за ходом виконання технологічного процесу. Деталь та обладнанні затискається за допомогою пневмопристроїв.

Контроль деталі проводяться на робочому місці сам робітник і працівник ВТК.

Всі робочі місця забезпечені необхідної оснасткою, стелажми . Оснастка розміщена з врахуванням економії руху робітника. Він виконує

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

тільки функції контролю та встановлення деталей в пристрої. Планівка дільниці механічної обробки консолі 6464.20.00.012.

Таблиця 6.4 – Норма ширини проїздів в механічних цехах

Вид транспорту	Норма, мм	
	Ширина проїзду А	Відстань між обл. В
Електрокара	4000	4500
Автовантажувач	5000	5500



Величини проходів і проїздів між обладнанням , а також відстаней від обладнання до стін і колон вибираємо в залежності від виду обладнання на дільниці і виду транспорту , який підвозить заготовки і відвозить на склад готову продукцію. На нашій дільниці встановлені велико-габарити і верстати з габаритними розмірами до 8,0х4,0. Для транспортних операцій використовується електрокар Ф2ЕП-30 і електронавантажувач моделі ЄП-201.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

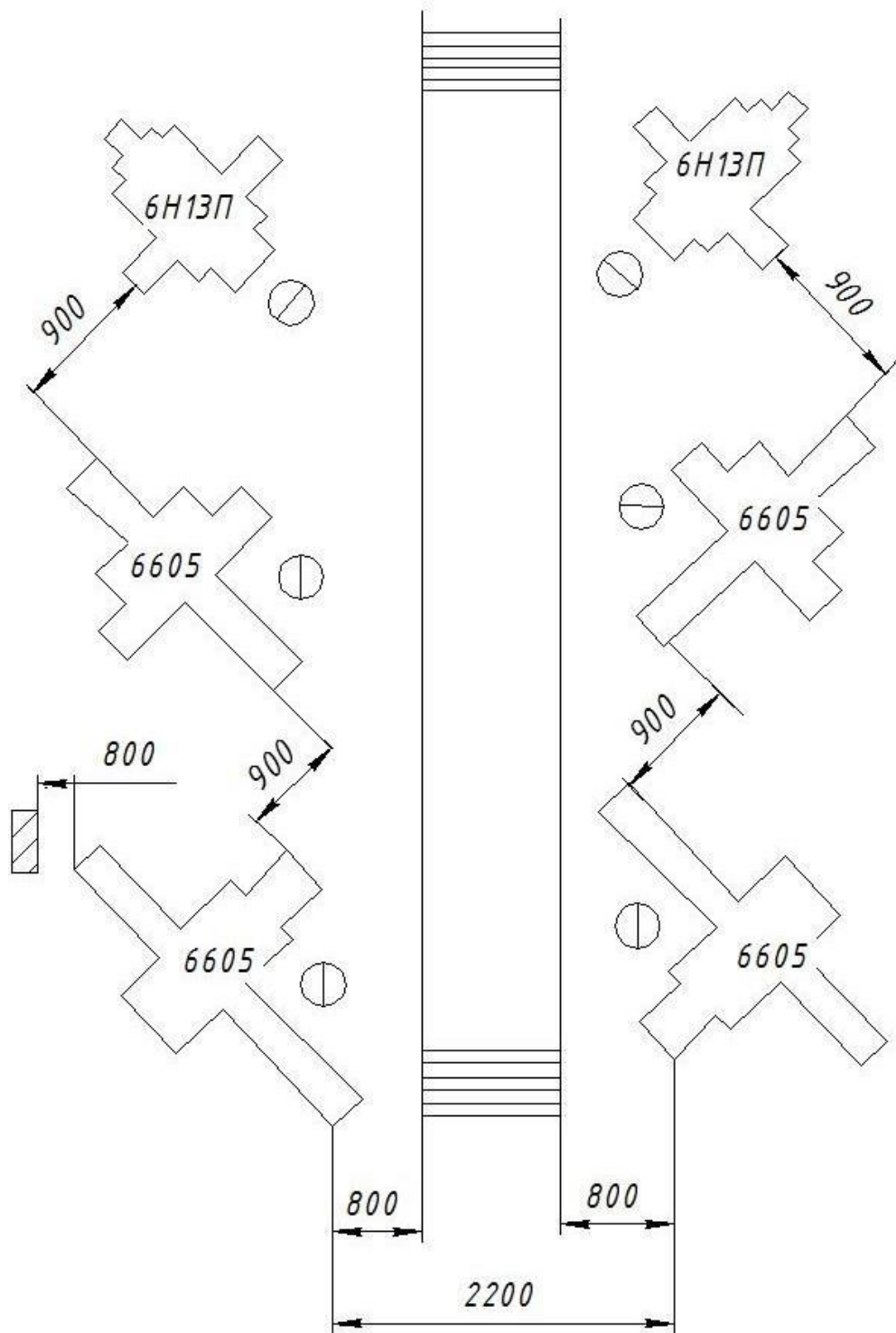


Рисунок 6.1 – Паніровка ділянки механічної обробки консолі
6464.20.00.012

					PM 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1 Визначення економічної ефективності прийнятих в проекті рішень

Організаційно-економічна частина дипломного проекту передбачає розрахунок кількості основного технологічного обладнання та кількісного складу працюючих в цеху на основі даних, отриманих в технологічній частині, визначення розмірів всіх грошових затрат на будівництво, оснащення цеху (дільниці) та його експлуатацію. Розрахунки, які виконують, дозволяють зробити висновки про технічну доцільність і економічну ефективність розробок. При цьому визначають: величину капітальних вкладень; втрати виробництва; собівартість одиниці продукції; величину нормованих оборотних засобів; техніко-економічні показники цеху.

Вихідними даними для розрахунку є: річна програма випуску; тип виробництва; кількість операцій механічної обробки; характеристика операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт; маса деталі, вид заготовки, вартість матеріалу та відходів; ціни на електроенергію, воду, пару, стиснене повітря.

Характеристику варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання оформляють у вигляді таблиць 7.1, 7.2.

Розрахункову кількість робочих місць визначають за формулою:

$$C_p = T / \tau;$$

де T – трудомісткість механічної обробки;

τ – такт випуску, визначений в технологічній частині.

Отримане розрахункове значення округляють до найближчого більшого цілого і на основі цих даних визначають коефіцієнт завантаження обладнання.

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сороковнін</i>			Обґрунтування економічної ефективності	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Пилипець</i>						24
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						
						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-61</i>		

Кількість основних виробничих робітників визначають за формулою:

$$P_c = \frac{C_n \cdot \Phi_{\partial} \cdot k_3}{\Phi_{\partial p} \cdot k_{\partial}}$$

де C_n – прийнята кількість обладнання;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

Φ_{∂} – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\Phi_{\partial p}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

k_{∂} – коефіцієнт багатостатного обслуговування.

Розрахунок капітальних витрат на основні виробничі фонди виконують за групами:

- а) будівлі виробничого, допоміжного і адміністративно-побутового призначення;
- б) споруди і передавальні пристрої;
- в) обладнання (виробниче, допоміжне, енергетичне, піднімально-транспортне і контрольно-вимірювальне);
- г) цінні інструменти і пристрої;
- д) виробничий і господарський інвентар.

Витрати на будівлі визначають за вартістю 1 м² площі з врахуванням усіх комунікацій: вентиляції, опалювання, водопроводу і каналізації. Вартість будівель виробничого, допоміжного та адміністративно-побутового призначення розраховують за питомою вартістю 1 м³ об'єму будівлі або 1 м² площі.

Внутрішню виробничу площу цеху (дільниці, лінії) визначають за питомою площею (м²), яка припадає на одиницю обладнання і приймають за даними розрахунків, виконаних в проектній частині.

Питому вартість м² площі будівель виробничого призначення приймають за даними базових підприємств.

Площу допоміжних приміщень та адміністративно-побутових приміщень та висоту промислової будівлі приймають за даними розрахунків, які виконані в проектній частині.

Вартість споруд і передавальних пристроїв приймають укрупнено в розмірі

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5...7% від вартості будівель.

Вартість виробничого обладнання визначається згідно виконаних раніше розрахунків. Вартість силових машин і обладнання, з врахуванням витрат на їх транспортування, монтаж і налагодження приймають за даними базового підприємства.

Вартість піднімально-транспортних засобів при укрупнених розрахунках може бути прийнята в розмірі 10...15% від вартості технологічного (виробничого) обладнання або за даними базового підприємства.

Витрати на контрольно-вимірювальне обладнання приймають в межах 2...5% від вартості виробничого обладнання. Витрати на інструмент і пристрої приймають: в масовому виробництві 25...30% від вартості виробничого обладнання; в серійному виробництві – 15...20% і в одиничному виробництві – 6...15% від вартості вказаного обладнання. З цієї суми в основні виробничі фонди включають 55...60%, а інші 40...45% витрат призначені для придбання малоцінного інструменту (пристроїв) і включають в статтю «Зношення малоцінного інструменту» витрат на утримання та експлуатацію обладнання.

Вартість виробничого і господарського інвентарю становить 1...2% від вартості виробничого обладнання.

Розрахунок амортизаційних відрахувань проводять за кожною групою основних виробничих фондів шляхом множення їх балансової вартості на норму амортизації. Норми амортизації за групами основних фондів встановлені чинним законодавством.

Результати розрахунку капітальних витрат за варіантами зводять в табл. 7.4.

Річний фонд прямої зарплати основних виробничих робітників при відрядній системі оплати праці визначають за формулою:

$$\Phi_{н.в.} = C_1 \cdot K_c \cdot T_{умт} \cdot N_e;$$

де C_1 – годинна тарифна ставка робітника 1-го розряду відповідної професії, грн.;

$T_{умт}$ – сумарна трудомісткість оброблення одного виробу (деталі) за всіма технологічними операціями процесу, нормо-годин.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Річний фонд основної зарплати виробничих робітників-відрядників визначають за формулою:

$$\Phi_{o.v.} = \Phi_{n.v.} + D_e;$$

де D_e – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-відрядників (грн.), які орієнтовно приймають 30...35% від тарифного заробітку (прямої зарплати).

Річний фонд прямої зарплати робітників-погодинників (допоміжних робітників) визначають на основі дійсного (ефективного) фонду робочого часу одного робітника і прийнятої кількості робітників:

$$\Phi_{n.n.} = P \cdot C_1 \cdot K_{cd} \cdot \Phi_{ef};$$

де P – середньоспискова чисельність допоміжних робітників, чол.

Річний фонд основної зарплати робітників-погодинників визначають за формулою:

$$\Phi_{o.n.} = \Phi_{n.n.} + D_n;$$

де D_n – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-погодинників, грн., які орієнтовно приймають в розмірі 25...30% від тарифного заробітку.

Річний фонд заробітної плати робітників кожної з категорій визначають за формулою:

$$\Phi_{zn} = \Phi_o + \Phi_{dod};$$

де Φ_o – річний фонд основної заробітної плати робітників за категоріями;

Φ_{dod} – додаткова заробітна плата за категоріями робітників, грн.

До складу додаткової заробітної плати входять оплати чергових і

					PM 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

додаткових відпусток, учбових відпусток, оплата часу виконання державних і суспільних обов'язків та інше. Величину додаткової заробітної плати можна визначити у відсотках від основного фонду заробітної плати. Орієнтовно для основних і допоміжних робітників вона становить 3...10% від основної заробітної плати.

Річний фонд заробітної плати інженерно-технічних працівників (ІТП), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) визначають згідно посадових окладів:

$$\Phi_{зп.к} = O \cdot P_k \cdot 12;$$

де O – місячний оклад працівника відповідної категорії;

P_k – кількість працівників певної категорії, чол.

Посадові оклади ІТП, службовців і МОП включають в себе основну і додаткову заробітну плату.

Витрати на виробництво продукції крім річного фонду заробітної плати включають ще й соціальні нарахування. Нормативи нарахувань на заробітну плату приймають згідно норм чинного законодавства.

Результати розрахунку річного фонду заробітної плати та нарахувань зводять в таблицю 5.

Витрати на кожен вид сировини і матеріалу розраховують на основі норм їх витрат на одиницю продукції, річної програми випуску даної продукції та відповідних цін за формулою:

$$B_m = H_m \cdot N_{зан} \cdot C_m ;$$

де H_m – норма витрат певного виду сировини або матеріалу на одиницю продукції (кг);

C_m – ціна одиниці сировини чи матеріалу, грн.

Із визначеної загальної вартості сировини і матеріалів вираховують вартість

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повернутих відходів, які підлягають реалізації. До одержаного результату слід додати транспортно-заготівельні витрати, що дорівнюють 6...10% від вартості сировини і матеріалів.

Потребу в допоміжних матеріалах визначають, виходячи з встановлених норм їх витрат на один верстат або одного робітника в процентному відношенні від вартості основних матеріалів (1.5...2%).

Результати розрахунку витрат на сировину і матеріали оформляють у вигляді таблиці 6.

Витрати на електроенергію для технологічних потреб розраховують на основі часу роботи обладнання та загальної встановленої потужності споживачів:

$$B_{em} = \frac{P_{вст} \cdot \Phi_{д.о.} \cdot K_q \cdot K_n \cdot C_e}{\eta_o \cdot \eta_m}$$

де $P_{вст}$ – сумарна встановлена на ділянці потужність електрообладнання, кВт;

K_q – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів по часу (0,4...0,7);

K_n – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів за потужністю (0.5...0.8);

η_o – коефіцієнт корисної дії електродвигунів (0.9...0.96);

η_m – коефіцієнт, який враховує втрати в електромережах (0.86...0.9);

C_e – ціна однієї кВт/год. електроенергії, грн.

Витрати на освітлення визначають, виходячи з розміру площі, які освітлюється, питомих норм витрат електроенергії на освітлення одного м² і тривалості освітлення:

$$B_{eo} = \frac{1.05 \cdot H_{ве} \cdot T_{осв} \cdot S_m \cdot C_e}{1000}$$

де 1.05 – коефіцієнт, який враховує контрольне освітлення;

$H_{ве}$ – питомі вигради електроенергії на освітлення м² площі (13...16Вт/год.);

$T_{осв}$ – тривалість освітлювального періоду за рік в годинах;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

S_m – розмір площі, яка освітлюється, м².

Вода в цеху витрачається на виробничі і побутові потреби. Середні витрати води для приготування ЗОР становлять 14...18 м³ за рік на один верстат при двозмінній роботі. Витрати води в миючих машинах становлять 0.15...0.5 м³ на 1 тону деталей, що промиваються.

Розрахунок витрат води на побутові потреби проводять на основі таких норм: для господарсько-побутових потреб – 25л на кожного працюючого в зміну; для душових – 40л гарячої води на кожного, хто користується душем. Вартість 1 м³ холодної і гарячої води приймають згідно діючих тарифів.

Усереднені витрати пари приймають на рівні: на сушіння 1т деталей в сушильних камерах періодичної дії – 80...100 кг/год., в конвеєрних – 45...75 кг/год.; б) для нагрівання води в миючих машинах – 60...90 кг/год. на 1 т деталей.

Витрати на опалення приміщень визначають згідно з питомими нормами витрат та тривалістю опалювального сезону.

Усереднені питомі норми витрат стиснутого повітря при укрупнених розрахунках можна прийняти для пневматичних патронів – 1.5...2 м³/год., для пневматичних підйомників – 3,5 м³/год., для пневматичних пристосувань – 0,9 м³/год.

Вартість кошторису цехових витрат викликана необхідністю розрахунку проектної цехової собівартості одиниці продукції. В залежності від характеру утворення затрат, цехові витрати поділяють на дві групи: а) витрати на утримання та експлуатацію обладнання; б) загальноцехові витрати. Кошторис цехових витрат оформляють у вигляді таблиці 7.

Загальновиробничі витрати включають: витрати на управління виробництвом; витрати на утримання і експлуатацію обладнання; витрати на вдосконалення технології та організації виробництва; витрати на обслуговування виробничого процесу; витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища; інші витрати: втрати від браку, оплата простоїв тощо.

До адміністративних витрат належать загальногосподарські витрати, які

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спрямовані на обслуговування та управління підприємством: загальні корпоративні витрати; витрати на службові відрядження і утримання апарату управління підприємством та іншого загальногосподарського персоналу; витрати на утримання основних засобів, інших матеріальних необоротних активів загальногосподарського використання (страхування майна, амортизація, ремонт, опалення, освітлення, водопостачання, охорона); винагороди за юридичні, аудиторські і т.п. послуги; витрати на зв'язок; амортизація нематеріальних активів загальногосподарського використання; витрати на врегулювання суперечок в судових органах та інші витрати загальногосподарського призначення.

Адміністративні витрати допускається приймати в розмірах 50...60 % від суми основної і додаткової заробітної плати основних робітників.

Позавиробничі витрати включають витрати на збут продукції та інші операційні витрати (оплату торгово-збутової та рекламної діяльності, фінансування науково-дослідних робіт, створення фонду освоєння нових виробів тощо) та приймаються в розмірі 3...6.5 % від виробничої собівартості.

Собівартість річного випуску та одиниці продукції визначають на основі проведених вище розрахунків. Для річного випуску складається кошторис за елементами витрат (таблиця 8), а для визначення собівартості одиниці продукції розрахунок проводять за статтями калькуляції (таблиця 9).

Калькуляцію собівартості одиниці продукції оформляють у вигляді табл. 10.

Основним показником, який характеризує економічну ефективність виробництва і ступінь використання всіх ресурсів підприємства, є прибуток, який визначається шляхом зменшення суми скоригованого валового доходу за звітний період на суму валових витрат та амортизаційних відрахувань.

Прибуток визначають за спрощеною методикою як різницю між доходами та витратами підприємства за рік:

$$П = Д - В,$$

де $Д$ – дохід від реалізації продукції, грн.;

$В$ – витрати підприємства на виготовлення і реалізацію продукції, грн.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>PM 18-390.00.00</i>					

За умови, що підприємство реалізувало всю випущену за рік продукцію, дохід визначають за формулою:

$$D = C - K,$$

де C – ціна одиниці продукції, грн.

$$C = (1.1 \dots 1.15) \cdot C_{od.min},$$

де $C_{od.min}$ – менша з двох повних собівартостей (базова або проектна) одиниці продукції.

Витрати підприємства на виготовлення та реалізацію продукції визначають за формулою:

$$B = C_{od} - K;$$

де C_{od} – повна собівартість одиниці продукції, грн.

Рентабельність виробництва P_v (в %):

$$P_v = \frac{P}{\Phi_{v.oc} + H_{oz}} \cdot 100\%;$$

де P – прибуток підприємства до виплати податків, грн.;

$\Phi_{v.oc}$ – середньорічна вартість основних фондів, грн.;

H_{oz} – середньорічна вартість нормованих оборотних, грн.

Рентабельність продукції P_{prod} (в %):

$$P_{pr} = \frac{P_{od}}{C_{od}} \cdot 100\%;$$

де P_{od} – прибуток, отриманий від реалізації одиниці продукції, грн.

Відсоток зниження собівартості продукції визначають за формулою:

					PM 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta C = \frac{C_{од.баз.} - C_{од.пр.}}{C_{од.баз.}} \cdot 100\%;$$

де $C_{од.баз.}$ і $C_{од.пр.}$ – собівартість одиниці продукції відповідно за базовим проектним варіантами, грн.

Питомі капіталовкладення на одиницю продукції визначають за формулою:

$$K_1 = K / N_e;$$

де K – загальні капіталовкладення за варіантом технологічного процесу.

Продуктивність праці у вартісному вираженні (з розрахунку на одного працівника), грн./чол.:

$$ПП = D / Ч_{нсп};$$

де $Ч_{нсп}$ – чисельність промислово-виробничого персоналу.

Зростання продуктивності праці визначають за формулою:

$$\Delta ПП = \frac{ПП_{пр} - ПП_{баз.}}{ПП_{баз.}} \cdot 100\%;$$

де $ПП_{пр}$ та $ПП_{баз.}$ – продуктивність праці відповідно у проектному та базовому варіантах.

Фондовіддачу визначають за формулою (грн./грн.):

$$\Phi_e = D / \Phi_{в.ос.}$$

Основні техніко-економічні показники дільниці оформляють у вигляді таблиці 11.

					РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БАЗОВИЙ ВАРІАНТ

Таблиця 7.1 - Характеристика варіантів технологічного процесу

№ п/п	Програма запуску, шт	Тшт, хв	Тр/місткість на деталь, н-год	Тр/місткість на програму, н-год	Розряд робітника
1	2	3	4	5	6
5	15789	12.5	0,208	3284,112	3
10	15789	11.9	0,198	3126,222	3
15	15789	17.24	0,287	4531,443	3
20	15789	18.72	0,312	4926,168	3
25	15789	6.8	0,113	1784,157	3
30	15789	6.077	0,101	1594,689	3
35	15789	5.565	0,093	1468,377	3
40	15789	5.565	0,093	1468,377	3
45	15789	8.02	0,134	2115,726	3
50	15789	5.552	0,093	1468,377	3
55	15789	5.079	0,085	1342,065	3
60	15789	5.196	0,087	1373,643	3
65	15789	5.732	0,096	1515,744	3
70	15789	5.416	0,09	1421,01	3
75	15789	6.8	0,113	1784,157	3
80	15789	6.725	0,112	1768,368	3
85	15789	15.72	0,262	4136,718	3
90	15789	10.929	0,182	2873,598	3
95	15789	16.307	0,272	4294,608	3
Сума	15789	175,843	2,931	46277,559	

Таблиця 7.2 - Склад технологічного обладнання

№ п/п	Кількість місь	Потужність електро-двигуна 1-	Потужність електро-двигунів	Вартість 1-го верстата, грн	Вартість всіх верстатів,	Витрати на перевезення і монтаж,	Сума всіх витрат, грн	Категорія ремонтної
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1	5	5	121300	121300	9704	131004	24
10	1	5	5	121300	121300	9704	131004	24
15	2	5	10	121300	242600	19408	262008	24
20	2	5	10	121300	242600	19408	262008	24
25	1	5	5	121300	121300	9704	131004	24
30	1	5	5	121300	121300	9704	131004	24
35	1	4	4	45900	45900	3672	49572	24

Арк.

PM 18-390.00.00

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

40	1	4	4	45900	45900	3672	49572	31
45	1	4	4	45900	45900	3672	49572	31
50	1	4	4	45900	45900	3672	49572	31
55	1	4	4	45900	45900	3672	49572	31
60	1	4	4	45900	45900	3672	49572	31
65	1	4	4	45900	45900	3672	49572	31
70	1	4	4	45900	45900	3672	49572	31
75	1	7,5	7,5	98100	98100	7848	105948	27
80	1	7,5	7,5	98100	98100	7848	105948	27
85	1	5	5	121300	121300	9704	131004	19
90	1	7,5	7,5	98100	98100	7848	105948	24
95	2	7,5	15	98100	196200	15696	211896	24
Сума	22	10	114,5	32500	1949400	155952	2105352	

Таблиця 7.3 - Зведена відомість складу працюючих

№ п/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	2	3	4
1	Виробничі робітники	23	-
2	Допоміжні робітники	10	42
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	5	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	2	4-5
Всього		41	

Таблиця 7.4 – Капітальні витрати по основних фондах

№ п/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн	Питома вага в заготовках
1	2	3	4	5	6
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	283,6	14,37	2155,5	0,14
	б) допоміжні приміщення	99,26	5,03	754,5	0,05
	в) адмін.- побутові	157,85	8	1200	0,08
	ВСЬОГО:	540,71		4110	0,27

2	Спороди і передаючі пр.	27,0355	1,37	205,5	0,01
3	Обладнання:				
	а) виробниче	2105,352	106,67	16000,5	1,07
	б) енергетичне	8,5875	0,44	66	0
	в) транспортне	210,5352	10,67	1600,5	0,11
	г) контр.-вимірювальне	105,2676	5,33	799,5	0,05
	ВСЬОГО:	2429,7423		18466,5	1,23
4	Інструмент і пристрої	252,64224	60	151585,344	10,11
5	Виробн. і госп. інвентар	21,05352	24	5052,8448	0,34
	ВСЬОГО:	3271,18356		179420,1888	11,96

Таблиця 7.5 – Зведена відомість річного фонду зарплати

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплата, тис. грн	Всього фонд основної	Додаткова зарплата,	Річний фонд	Нарахування на зарплату,	Всього витрати на зарплату,	Середньо-місячна зарплата
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Робітники :								
- основні	370,1	111,03	481,13	22,20 6	503,3 4	140,63 8	643,978	1823,7
- допоміжні	144,5 8	36,145	180,725	8,674 8	189,4	54,940 4	244,340 4	1578,3 3
ІТП	79,59	19,8975	99,4875	4,775 4	104,2 6	30,244 2	134,504 2	1737,6 7
ЛКП	28,92	7,23	36,15	1,735 2	37,89	10,989 6	48,8796	1578,7 5
МОП	14,46	3,615	18,075	0,867 6	18,94	5,4948	24,4348	1578,3 3
ВСЬОГО:	637,6 5	177,917 5	815,567 5	38,25 9	853,8 3	242,30 7	1096,13 7	

Арк.

PM 18-390.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 7.6 – Відомість витрат на матеріали

№ п/п	Матеріали	Розхід на деталь, кг	Річна витрата, т	Вартість, грн	Загальні трати, грн	Загальна вартість відходів, грн.	Загальна вартість матеріалу, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основні матеріали	41.2	650,51	11292853,6	903428,29	37577,82	12158704,07
2	Допоміжні матеріали	0,721	11,38	197624,94	15810	657,61	212777,32

Таблиця 7.7 – Кошторис цехових витрат

№ п/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
1	2	3
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ	
1	Амортизація обладнання	18,47
2	Експлуатація обладнання	
	а) допоміжні матеріали	212,78
	б) електроенергія	0,89
	в) стиснуте повітря	0,047
	г) вода для виробничих потреб	1,485
	д) пара для виробничих потреб	217,716
	е) зарплата основна і додаткова	643,98
3	Черговий ремонт	
	а) обладнання	105,2676
	б) цінний інструмент	37,9
4	Внутрішні переміщення вантажів	10,53
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	168,43
6	Інші витрати	51,37
	ВСЬОГО по розділу А:	1468,8656
	Б. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ	
1	Утримання апарату управління цехом	
	а) ІТП	134,5042
	б) службовці (ЛКП)	48,8796
2	Утримання решти цехового персоналу	
	а) МОП	24,4348
	б) доп.робітники, не вказанні в розд. А	146,6
3	Амортизація будівель та інвентаря	9,37

Арк.

PM 18-390.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

4	Утримання будівель, споруд та інвентаря	
	а) електроенергія для освітлення	157,12
	б) пара для опалення	199,21
	в) вода для побутових потреб	6,043
	г) матеріальні та інші витрати	5,68
	д) інвентаря	21,05
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	17,66
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	19,32
7	Охорона праці	51,52
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	8,42
9	Інші витрати	17
	ВСЬОГО по розділу Б:	866,81
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	2335,6756

Таблиця 7.8 – Кошторис витрат на виробництво продукції

№ п/п	Найменування статей витрат	Сума, т. грн.
1	2	3
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	12158,7
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	481,13
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	22,21
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	140,64
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	1468,87
6	Загальноцехові витрати	866,81
	Всього цехова собівартість	15138,36
7	Загальнозаводські витрати	330,93
	Всього виробнича собівартість	15469,29
8	Позавиробничі витрати	618,77
	Всього повна собівартість	16088,06
9	Плановий прибуток	2413,21
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	18501,27

Таблиця 7.9 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ п/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
1	2	3
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з врахуванням відходів	810,58
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	32,08
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	1,48
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	9,38
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	97,92
6	Загальноцехові витрати	57,79
	Всього цехова собівартість	1009,22
7	Загальнозаводські витрати	22,06
	Всього виробнича собівартість	1031,29
8	Позавиробничі витрати	41,25
	Всього повна собівартість	1072,54
9	Плановий прибуток	160,88
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	1233,42

Таблиця 7.10 – Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ п/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника
1	2	3	4
1	Річний випуск продукції:		
	а) в натуральному вираженні	шт.	15000
	б) у вартісному вираженні	грн.	18501270
2	Капітальні затрати:		
	а) загальні	тис. грн.	3271,18
	б) питомі	грн./шт.	218,08
	в) виробнича площа загальна	кв. м.	709
	г) кількість верстатів	шт.	22
	д) енергопотужність обладнання	кВт	114,5
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн.	776,91
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	41
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	1096,137
6	Середньомісячна зарплата:		
	а) виробничих робітників	грн.	1823,7
	б) ІТР	грн.	1737,67

Арк.

PM 18-390.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 7.10

7	Виріток на одного працюючого	грн./чол.	451250,46
8	Випуск продукції:		
	а) на один грн. основних фондів	грн.	5953,51
	б) на один квадратний метр площі	грн.	26094,88
9	Завантаження верстатів	%	4,92
10	Собівартість деталі	грн.	1233,42
11	Побічні витрати цеху	грн.	618770
12	Рівень рентабельності виробу	%	15
13	Рівень рентабельності цеху	%	64,71

Арк.

РМ 18-390.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

ПРОЕКТНИЙ ВАРІАНТ

Таблиця 7.11 - Характеристика варіантів технологічного процесу

№ п/п	Програма запуску, шт	Тшт, хв	Тр/місткість на деталь, н-год	Тр/місткість на програму, н-год	Розряд робітника
1	2	3	4	5	6
5	15789	6.03	0,1	1578,9	3
10	15789	6.24	0,104	1642,056	3
15	15789	6.24	0,104	1642,056	3
20	15789	6.09	0,102	1610,478	3
25	15789	6.98	0,116	1831,524	3
30	15789	6.98	0,116	1831,524	4
35	15789	6.42	0,107	1689,423	3
40	15789	6.42	0,107	1689,423	3
45	15789	7.75	0,129	2036,781	3
50	15789	7.41	0,124	1957,836	3
55	15789	5.83	0,097	1531,533	4
60	15789	5.91	0,098	1547,322	3
65	15789	8.04	0,134	2115,726	3
70	15789	6.57	0,11	1736,79	3
75	15789	5.92	0,099	1563,111	3
80	15789	7.82	0,13	2052,57	4
85	15789	6.34	0,106	1673,634	4
90	15789	7.5	0,125	1973,625	4
95	15789	7.5	0,125	1973,625	4
100	15789	5.94	0,099	1563,111	4
105	15789	6.65	0,111	1752,579	4
110	15789	7.08	0,118	1863,102	4
Сума		147,66	2,461	38856,729	

Таблиця 7.12 - Склад технологічного обладнання

№ п/п	Кількість місь	Потужність електро-двигуна 1-го	Потужність електро-двигунів всіх	Вартість 1-го верстага, грн	Вартість всіх верстатів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума всіх витрат, грн	Категорія ремонтної
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1	11	11	166500	166500	13320	179820	24
10	1	11	11	166500	166500	13320	179820	24
15	1	11	11	166500	166500	13320	179820	24
20	1	11	11	166500	166500	13320	179820	24
25	1	11	11	166500	166500	13320	179820	24

Арк.

PM 18-390.00.00

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

30	1	11	11	166500	166500	13320	179820	24
35	1	11	11	166500	166500	13320	179820	24
40	1	11	11	166500	166500	13320	179820	24
45	1	10	10	32500	32500	2600	35100	24
50	1	10	10	32500	32500	2600	35100	24
55	1	10	10	32500	32500	2600	35100	24
60	1	10	10	32500	32500	2600	35100	24
65	1	4	4	45900	45900	3672	49572	23
70	1	13	13	60400	60400	4832	65232	23
75	1	13	13	60400	60400	4832	65232	23
80	1	13	13	60400	60400	4832	65232	23
85	1	13	13	60400	60400	4832	65232	31
90	1	7.5	7,5	98100	98100	7848	105948	29
95	1	7.5	7,5	98100	98100	7848	105948	29
100	1	10	10	32500	32500	2600	35100	29
105	1	13	13	60400	60400	4832	65232	29
110	1	13	13	60400	60400	4832	65232	22
Сума	22		235		2099000	167920	2266920	

Таблиця 7.13 - Зведена відомість складу працюючих

№ п/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	2	3	4
1	Виробничі робітники	21	-
2	Допоміжні робітники	9	42
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	4	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	2	4-5
Всього		37	

Таблиця 7.14 – Капітальні витрати по основних фондах

№ п/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн	Питома вага в заготовках
1	2	3	4	5	6
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	266,4	13,5	2025	0,14
	б) допоміжні приміщення	93,24	4,72	708	0,05

	в) адмін.-побутові	142,45	7,22	1083	0,07
	ВСЬОГО:	502,09		3816	0,26
2	Споруди і передаючі пр.	25,1045	1,27	190,5	0,01
3	Обладнання:				
	а) виробниче	2266,92	114,86	17229	1,15
	б) енергетичне	17,625	0,89	133,5	0,01
	в) транспортне	226,692	11,49	1723,5	0,11
	г) контр.-вимірювальне	113,346	5,74	861	0,06
	ВСЬОГО:	2624,583		19947	1,33
4	Інструмент і пристрої	272,0304	60	163218,24	10,88
5	Виробн. і госп. інвентар	22,6692	24	5440,608	0,36
	ВСЬОГО:	3446,4771		192612,348	12,84

Таблиця 7.15 – Зведена відомість річного фонду зарплати

Категорії працюючих	Основна зарплата,	Доплата, тис. грн	Всього фонд основної	Додагкова зарплата,	Річний фонд	Нарахування на зарплату,	Всього витрати на зарплату,	Середньо-місячна зарплата
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Робітники:								
- основні	356,7	107,019	463,749	21,4038	485,15	135,5574	620,7074	1925,2
- допоміжні	149,3	37,3375	186,6875	8,961	195,65	56,753	252,403	1811,57
ІТП	73,09	18,2725	91,3625	4,3854	95,75	27,7742	123,5242	1994,79
ЛКП	33,19	8,2975	41,4875	1,9914	43,48	12,6122	56,0922	1811,67
МОП	16,59	4,1475	20,7375	0,9954	21,73	6,3042	28,0342	1810,83
ВСЬОГО:	628,9	175,074	804,024	37,737	841,76	239,001	1080,761	

Таблиця 7.16 – Відомість витрат на матеріали

№ п/п	Матеріали	Розхід на деталь, кг	Річна витрата, т.	Вартість, грн.	Загальні тр. витрати, грн.	Загальна вартість відходів, грн.	Загальна вартість матеріалу, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основні матеріали	41.2	650,51	11292853,6	903428,29	37577,82	12158704,07
2	Допоміжні матеріали	0,721	11,38	197624,94	15810	657,61	212777,32

Арк.

PM 18-390.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 7.17 – Кошторис цехових витрат

№ п/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
1	2	3
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ	
1	Амортизація обладнання	19,95
2	Експлуатація обладнання	
	а) допоміжні матеріали	212,78
	б) електроенергія	1,53
	в) стиснуте повітря	0,047
	г) вода для виробничих потреб	1,485
	д) пара для виробничих потреб	217,716
	е) зарплата основна і додаткова	620,71
3	Черговий ремонт	
	а) обладнання	113,346
	б) цінний інструмент	40,8
4	Внутрішні переміщення вантажів	11,33
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	181,35
6	Інші витрати	55,31
	ВСЬОГО по розділу А:	1476,354
	Б. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ	
1	Утримання апарату управління цехом	
	а) ІТП	123,5242
	б) службовці (ЛКП)	56,0922
2	Утримання решти цехового персоналу	
	а) МОП	28,0342
	б) доп.робітники, не вказанні в розд. А	151,44
3	Амортизація будівель та інвентаря	9,45
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря	
	а) електроенергія для освітлення	147,59
	б) пара для опалення	187,128
	в) вода для побутових потреб	5,513
	г) матеріальні та інші витрати	5,27
	д) інвентаря	22,67
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	16,5
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	18,62

Арк.

PM 18-390.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

7	Охорона праці	49,66
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	9,07
9	Інші витрати	16,61
	ВСЬОГО по розділу Б:	847,17
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	2323,524

Таблиця 7.18 – Кошторис витрат на виробництво продукції

№ п/п	Найменування статей витрат	Сума, т. грн.
1	2	3
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	12158,7
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	463,75
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	21,4
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	135,56
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	1476,35
6	Загальноцехові витрати	847,17
	Всього цехова собівартість	15102,93
7	Загальнозаводські витрати	325,22
	Всього виробнича собівартість	15428,15
8	Позавиробничі витрати	617,13
	Всього повна собівартість	16045,28
9	Плановий прибуток	2406,79
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	18452,07

Таблиця 7.19 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ п/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
1	2	3
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	810,58
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	30,92
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	1,43
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	9,04
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	98,42
6	Загальноцехові витрати	56,48
	Всього цехова собівартість	1006,86
7	Загальнозаводські витрати	21,68

	Всього виробнича собівартість	1028,54
8	Позавиробничі витрати	41,14
	Всього повна собівартість	1069,69
9	Плановий прибуток	160,45
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	1230,14

Таблиця 7.20 – Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ п/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника
1	2	3	4
1	Річний випуск продукції:		
	а) в натуральному вираженні	шт.	15000
	б) у вартісному вираженні	грн.	18452070
2	Капітальні затрати:		
	а) загальні	тис. грн.	3446,48
	б) питомі	грн./шт.	229,77
	в) виробнича площа загальна	кв. м.	666
	г) кількість верстатів	шт.	22
	д) енергопотужність обладнання	кВт	235
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн.	818,54
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	37
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	1080,761
6	Середньомісячна зарплата:		
	а) виробничих робітників	грн.	1925,2
	б) ІТР	грн.	1994,79
7	Виробіток на одного працюючого	грн./чол.	498704,65
8	Випуск продукції:		
	а) на один грн. основних фондів	грн.	5635,68
	б) на один квадратний метр площі	грн.	27705,81
9	Завантаження верстатів	%	4,13
10	Собівартість деталі	грн.	1230,14
11	Побічні витрати цеху	грн.	617130
12	Рівень рентабельності виробу	%	15
13	Рівень рентабельності цеху	%	61,26

Таблиця 7.21 – Основні техніко-економічні показники ділянки (цеху)

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця вимірювання	Величина показника за базовим варіантом	Величина показника за проектним варіантом
1	Річний випуск продукції			
	а) в натуральному вираженні	шт.	15000	15000
	б) у вартісному вираженні	тис. грн.	18501270	18452070
2	Капітальні витрати:			
	а) загальні	тис. грн.	3271,18	3446,48
	б) питомі	тис. грн.	218,08	229,77
	в) загальна виробнича площа	м ²	709	666
	г) кількість верстатів	шт.	22	22
	д) енергопотужність обладнання	кВт	114,5	235
3	Нормовані оборотні засоби	тис. грн.	776,91	818,54
4	Загальна кількість працюючих	чол.	41	37
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	1096,137	1080,761
6	Середньомісячна зарплата:			
	а) виробничих робітників	грн.	1823,7	1925,2
	б) ІТП	грн.	1737,67	1994,79
7	Випуск продукції:			
	а) на 1 грн. основних фондів	грн./грн.	5953,51	5635,68
	б) на 1 м ² площі	грн./м ²	26094,88	27705,81
8	Собівартість одного виробу	грн.	1233,42	1230,14
9	Рівень рентабельності виробництва	%	15	15
10	Рівень рентабельності виробу	%	64,71	61,26
11	Економічний ефект	грн.	49200	

Арк.

PM 18-390.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Розроблення заходів по механізованому прибиранню стружки

Збір стружки з метою звільнення проїздів від авто і електрокар і навантажувачів, якими зводиться стружка до збірних контейнерів, доцільно влаштовувати лінійні контейнери, для лінії верстатів, а в кінці лінії ємкість для збору стружки (рис 8.1)

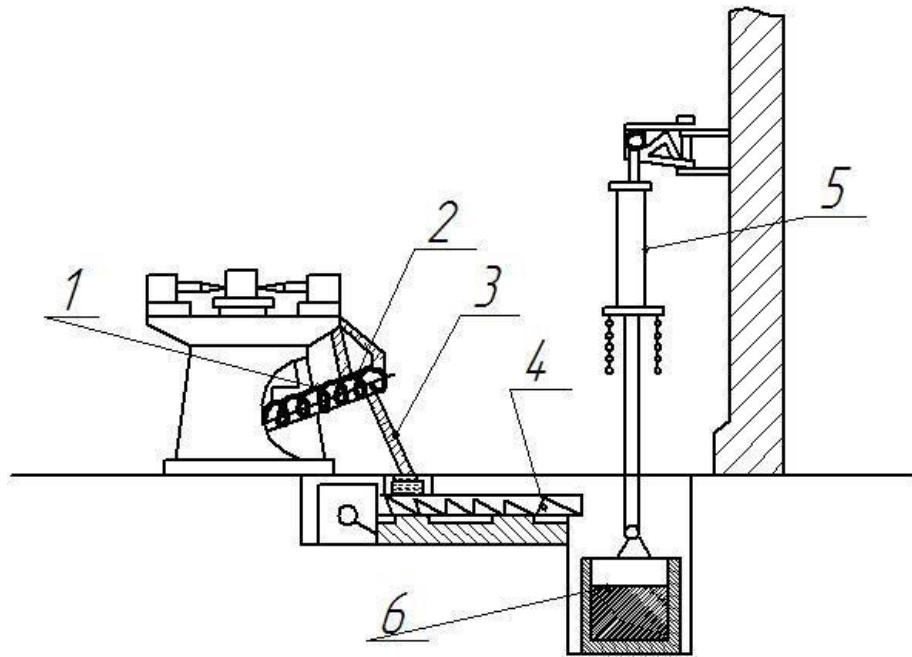


Рисунок 8.1 – Схема механізованого прибирання стружки від верстатів:
 1 – накопичувач стружки біля верстату; 2 – шнековий конвеєр; 3 – лоток;
 4 – скребковий транспортер; 5 – підйомний кран; 6 – бункер для стружки

Стружкозбиральні конвеєри можна монтувати під підлогою в канавах (рис. 8.1) перекритими бетонними плитами або металевими решітками, також на підлозі на спеціальних металоконструкціях. В таких транспортних системах знаходять використання конвеєри і транспортери: гвинтові(шнекові) скребкові

					PM 18-390.00.00			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сороковнін			Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Літ.	Арк.	Акрушів
Консультант								7
Консультант						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-61		
Н. контр.		Дячун						
Затвердив		Пилипець						

інерційні, пневматичні. Для транспортування емульсійної стружки основу каналів необхідно спрофілювати нахилом не менше 2% в сторону емульсії. Стружка забруднена маслом, збирається в коробки з підвісними дном для часткової очистки стружки і для використання масла. Для збирання стружки із робочої зони верстати мають спеціальні пристрої шнекового, скребкового та інерційного типу які переміщують стружку в лоток, який розміщений в станині верстату. Захист працюючого від попадання стружки в очі забезпечуються індивідуальними засобами – окулярами. Прозорі щитки запобігають попаданню стружки на все обличчя. Щитки промінюють на чистових операціях де швидкість різання та частота обертання шпинделя високі.

8.2 Розрахунок захисного заземлення обладнання

В якості заземлення використовуються вертикальні електроди (сталеві труби), діаметром 30 мм і довжиною 2-2,5 м. заземлювачі опущено у ґрунт на 0,6-0,8 м, опір заземлення визначається за формулою:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2\pi t} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right) \quad (8.1)$$

де L – довжина стержня, м (l=2,5м);

d – діаметр стержня, м (d=40-55мм);

$\rho_{\text{розр}}$ - розрахунковий питомий опір заземлювача, Ом·м;

t – віддаль від поверхні ґрунту до середини заземлювача, м;

$$\rho_{\text{розр}} = \rho_{\text{пит}} \cdot \psi \quad (8.2)$$

де $\rho_{\text{пит}}$ – питомий опір ґрунту; приймаємо 40 Ом;

ψ – коефіцієнт сезонності, приймаємо 1,5.

$$\rho_{\text{розр}} = 40 \cdot 1,5 = 60 \text{ Ом.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Відстань від поверхні ґрунту до середини стержня:

$$t = n + l/2 \quad (8.3)$$

де n – відстань від поверхні ґрунту до верхнього краю стержня, м.

$$t = 0,7 + \frac{2,5}{2} = 1,95 \text{ м.}$$

$$\text{Звідси: } R_{\text{тр}} = \frac{40}{2 \cdot 2,5} \left(\ln^{2 \cdot 2,5} \frac{1}{50 \cdot 10} + \ln^{4 \cdot 1,95 + 2,5} \frac{4 \cdot 1,95 + 2,5}{4 \cdot 1,95 - 2,5} \right) = 39,50 \text{ Ом.}$$

Опір заземлення, вкладеного на глибину h від поверхні ґрунту:

$$R_{\text{п}} = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2\pi l} \ln \frac{2L^2}{b \cdot h} \quad (8.4)$$

де b – ширина полоси, м (приймаємо $b=0,7 \div 0,75$ м);

h – глибина залягання полоси у ґрунті, м ($h=1,5$ м);

L – розрахункова довжина полоси, м;

$$L = a \cdot n \quad (8.5)$$

де a – віддаль між заземлювачами, м ($a=3-5$ м);

n – кількість заземлювачів.

$$n = \frac{R_{\text{од}}}{R_{\text{з-норм}}} \quad (8.6)$$

де $R_{\text{з-норм}}$ – допустимий опір розтікання струму в землі заземлюючого пристрою, який визначається згідно з нормами ПУЄ (4 Ом):

$$n = \frac{39,40}{4} = 9,87.$$

Приймаємо $n=10$.

$L=1 \cdot 10=40$ м.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Знаходимо опір полоси: $R_{\text{п}} = \frac{60}{2\pi \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 40^2}{0,7 \cdot 1,5} = 30,64 \text{ Ом.}$

Загальний опір заземлюючого пристрою, Ом:

$$R_3 = \frac{R_{\text{тр}} \cdot R_{\text{п}}}{R_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тр}} + R_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}} \quad (8.7)$$

$$R_3 = \frac{39,50 \cdot 30,64}{39,50 \cdot 0,75 + 30,64 \cdot 0,85 \cdot 10} = 3,87 \text{ Ом.}$$

Як видно з розрахунків, опір заземлюючого пристрою не перевищує допустимого значення $R_{3, \text{н.}} \leq 4 \text{ Ом.}$

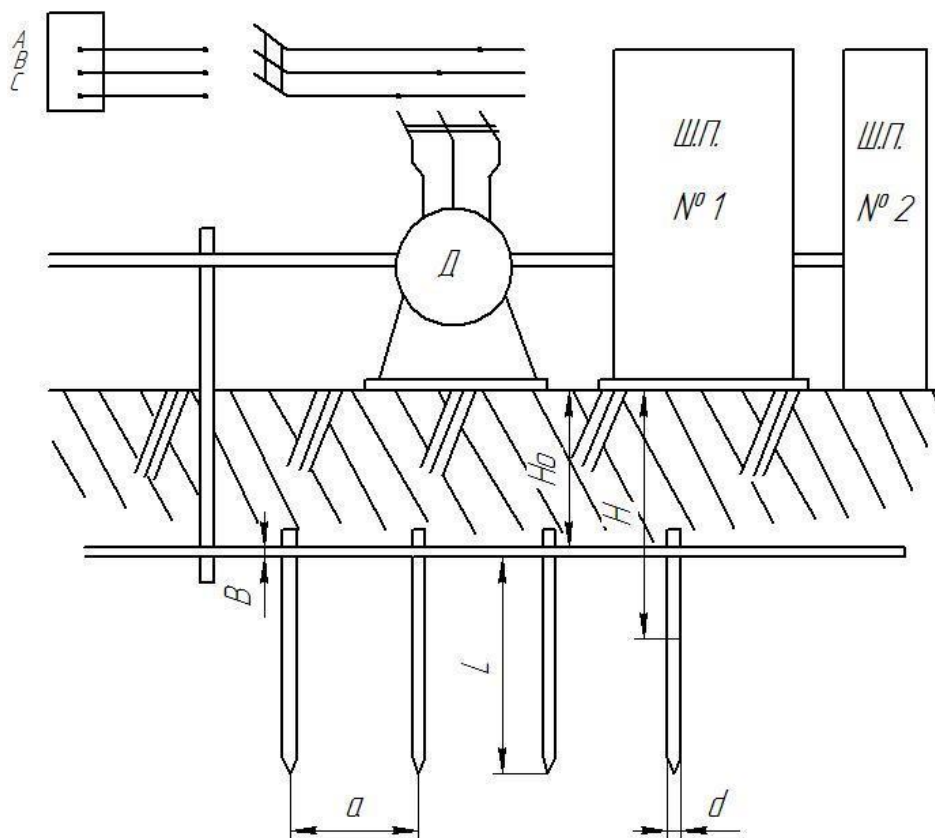


Рисунок 8.2 – Схема захисного заземлення обладнання

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

8.3 Безпека життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях

В основі розроблення заходів захисту робітників та службовців покладено вивчення факторів, які мають вплив на підготовлення об'єкту до роботи у воєнних умовах. Такими факторами є район розташування, внутрішнє планування та забудова територій, система енергопостачання, технологічний процес, виробничі, тощо.

При вивченні будівель та споруд дається характеристика основного та допоміжного виробництва, вказується кількість робітників та службовців які одночасно знаходяться на території, наявність вбудованих сховищ.

При вивченні планування забудови важливим є густота та тип забудови. Особлива увага приділяється ділянкою, де можуть виникнути вторинні фактори ураження. Це міцності з паливо-мастильними матеріалами. Сильнодіючі отруйні речовини бувають у вигляді рідин та газів. Руйнування або пошкодження ємкостей з вказаними речовинами є джерелами хімічного ураження. На підприємствах при розробленні заходів по західів робітників та службовців від дії сильнодіючих отруйних та горючих речовин повинен бути мінімально-необхідним для нормальної роботи виробництва і на території не повинно бути надлишку поза необхідним мінімумом.

Заходи по захисту.

1. Встановити необхідний мінімум засобів шкідливих і вибухових речовин. Для їх зберігання організувати добре обладнані сховища, зайві запаси вивести на зберігання в заміську зону.

2. Визначити можливість і розробити шляхи скорочення застосування у виробництві шкідливих і вибухових, вогнебезпечних речовин. Розробити способи та систему їх нейтралізації.

3. Особовий склад працівників забезпечити засобами особистого захисту (фільтруючі промислові протигази марок К, М, КД, захисний одяг).

4. Забезпечити надійну герметизацію стиків та з'єднань трубопроводів і ємкостей для зберігання шкідливих і вибухонебезпечних речовин.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 18-390.00.00

5. В приміщеннях де можливі отруєння, встановити автоматичні пристрої для сигналізації та нейтралізації шкідливих і вибухонебезпечних речовин.

6. Використання стійких, з підвищеною вогнестійкістю конструкцій при будівництві.

7. Розміщення найбільш відповідальних вузлів підземних спорудах.

8. Створення засобів для безаварійного відключення систем, машин і агрегатів, пошкодження котрих може викликати додаткові вражаючі дії повторних факторів.

9. Підвищення захисних можливостей приміщень і споруд відносно руйнуючих сил.

10. Постійне утримання сховищ у належному стані.

8.3.1 Заходи безпеки при виготовленні консолі 6464.20.00.012

З точки зору небезпеки для обслуговуючого персоналу основними джерелами її виникнення при виготовленні даного вузла, можуть бути:

- можливість ураження електричним струмом;
- можливість виникнення пожеж;
- небезпека вибуху ресиверів пневмосистеми цеху;
- небезпека вибуху агрегатів для газу зварки;
- можливість масового отруєння персоналу цеху парами розчину ГП100-03

в результаті його розливу або втрати геометричності бочки.

З метою забезпечення безпечної роботи персоналу і усунення можливості появи небезпечних ситуацій у цеху передбачено ряд заходів:

- для запобігання масового ураження персоналу електричним струмом підлога в цеху складається з металевих секцій розмежованих неструмопровідним елементом (асфальт, дерево) що не дає можливості розповсюдження струму по всій площі цеху;

- оскільки найбільш вірогідним причинами загоряння можуть бути іскри, що утворились при короткому замиканні, можливість самозаймання матеріалів

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

(просмаленого обтирочного ганчір'я), проведення пожежо- профілактичних міроприємств, зокрема:

- правильний спосіб монтажу електрообладнання з врахуванням пожежобезпеки оточуючого середовища, та ізоляція матеріалів, що схильні до самозаймання і виконання правил безпечного зберігання мастильно-паливних матеріалів;

- при розробці заходів по захисту робітників і службовців від дії сильнодіючих вибухових речовин оцінюють такі параметри як вибухонебезпечність, надійність, безпечність зберігання, правильна експлуатація; запас таких речовин повинен бути мінімально-необхідним для нормальної роботи виробництва, організувати добре обладнанні сховища для їх зберігання;

- в приміщеннях, де можлива висока концентрація, шкідливих випарів або газу, встановити пристрій автоматичної сигналізації, працівників забезпечити засобами особового захисту.

З метою функціонування екологічно чистого виробництва і недопущення забруднення навколишнього середовища в цеху намічається:

- всі відходи шкідливих рідин (масел, емульсій, розчинів) повинні відправлятися у спеціальній тарі на заводську станцію нейтралізації;

- використаний обтирочний матеріал повинен відправлятися на пункт переробки сміття, або при відсутності такого, на сміттєзвалище для нейтралізації;

- в складі духової вентиляційної системи повинні входити фільтри для очищення повітря, яке виходить у атмосферу.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

В наш час очевидна гостра необхідність у збереженні і поліпшенні навколишнього природного середовища. Якісні зміни в масштабах і глибині енергоречового обміну між суспільством і природою досягло такого ступеня, що природне середовище вже не може власними силами справитися з відновленням порушених екологічних зв'язків. Деградуєча природа перешкоджає нормальному ходу відтворення як суспільного продукту, так і робочої сили, погіршуючи умови господарювання.

Забруднені повітря, вода, ґрунт прискорюють фізичний знос засобів виробництва, знижують продуктивність ряду галузей. За даними дослідників, у результаті підвищення корозії матеріалів через забруднення атмосфери знос промислового устаткування збільшується на 20-30%. Річний збиток основних фондів забруднення середовища досягає 0,8% їхньої вартості.

Забруднення навколишнього середовища погіршує в тому числі і фізичні умови існування людей, крім: того, обумовлює і прямі втрати робочого часу - невихід на роботу із-за погіршення здоров'я працівників, і і непрямі - суспільство змушене відволікати частину робочої сили на запобігання або ліквідацію наслідків забруднення.

Гостро стоїть і проблема ресурсозбереження. У кінцеве споживання надходить менш третини матеріальних ресурсів, що потрапляють в народногосподарський оборот. По розрахунках фахівців, зразкова структура втрат матеріальних ресурсів у вартісному вираженні так: 40% губиться у виробника, близько 20% - у процесі транспортування і збереження і 40% - у споживача.

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Екологія	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Сороковнін</i>						5
<i>Перевір.</i>								
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець</i>						
						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. ТМм-61</i>		

Захист навколишнього середовища - проблема загальнодержавна. Але практичні конкретні заходи по його рішенню лягають головним чином на регіони. Адже вони безпосередньо страждають від порушення нормального стану середовища проживання і, до того ж, мають необхідну інформацію для відстеження обстановки і застосування заходів. За „центром“ залишаються наукове обґрунтування гранично допустимих рівнів забруднення навколишнього середовища з урахуванням особливостей окремих кліматичних зон і освоєння територій, екологічна оцінка й узгодження проектів будівництва великих об'єктів міжрегіонального значення, а також розробка екологічно чистих технологій для малих підприємств.

Тому говорячи про єдину систему екологічного захисту, потрібно насамперед мати на увазі регіональну організацію екологічної служби. Основними напрямками її діяльності, є:

- контроль за дотриманням природокористувачами (підприємствами, організаціями, фізичними особами) екологічних вимог відповідно до діючого законодавства;

- обов'язкова екологічна оцінка нових об'єктів будівництва й у випадку недостатньої екологічної надійності заборона на їхнє будівництво;

- сприяння розвитку підприємництва, що сприяє оздоровленню навколишнього середовища.

У той же час реалізація програм і заходів щодо нормалізації обстановки в зонах екологічних лих вимагає об'єднаних зусиль центра і територіальних утворень, тому статус, умови, розміри і джерела фінансування і ресурсозбереження за даними зонами мають потребу у врегулюванні верхнього рівня керування.

Найважливішим напрямком роботи органів екологічної служби є сприяння створенню і стимулюванню діяльності підприємств, що забезпечують оздоровлення навколишнього середовища.

						РМ 18-390.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

9.2 Забруднення довкілля, що виникають в результаті виготовлення консолі 6464.20.00.012

З розвитком промислового виробництва перед людством постають все нові і нові питання, пов'язані з шкідливими факторами виробництва.

Усі фактори забруднення можна поділити на 2 групи:

- 1) Фізичні (пил, шум, вібрація).
- 2) Хімічні (радій, ртуть, свинець).

Розберемо окремі виробничі фактори.

Хімічні речовини поділяються на тверді отрути(свинець РЬ, миш'як, деякі види фарб) і рідкі і газоподібні отрути(оксид вуглецю, бензин, бензол, сірководень, ацетилен, спирти, ефір та ін.).

Усі ці речовини отруюють місцеве середовище на виробництві, так, наприклад, підвищується канцерогенний вплив, а газоподібні речовини можуть привести до летального результату робітників.

Наступним розглянутим фактором буде пил - дрібні тверді частки, здатні якийсь час знаходитися в повітрі в зваженому стані. Утворюється майже при всіх видах механічної обробки . Пил характеризується хімічним складом, розміром і формою часток, їхньою щільністю, електричними, магнітними й іншими властивостями.

Одна з основних характерних величин пилу - швидкість осідання часток під дією сили ваги в незабрудненому повітрі.

У залежності від складу пилу змінюється його шкідливість; приміром, найбільш шкідливим для людини вважається диоксид кремнію, що викликає таке захворювання, як силікоз.

Шум відноситься до шкідливих факторів виробництва; як і звук, виникає при механічних коливаннях у твердих, рідких і газоподібних середовищах. Крім того, існує доведений шкідливий вплив інфра- і ультразвуку на людський. Хоча коливання не викликають болючих відчуттів, вони роблять специфічний фізіологічний вплив на організм людини.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

Об'єктивно дії шуму виявляються у виді підвищення кров'яного тиску, прискороного пульсу і дихання, зниження гостроти слуху, ослаблення уваги, зниження працездатності.

Наступним шкідливим фактором виробництва є вібрація, тобто коливальний рух, викликаний машинами. Як правило, шум є наслідком вібрації, і обидва фактори приводять до зниження продуктивності праці, віброхвороб, погіршення самопочуття.

9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля

Для зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище в результаті виробничої діяльності цеху, що проектується, необхідне виконання ряду заходів, до основних з яких відносяться:

1. Механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними .

Цей захід має велике значення для захисту від впливу шкідливих речовин, променевого тепла, особливо при виконанні важких робіт. Автоматизація процесів, які йдуть з виділенням шкідливих речовин, не тільки підвищує продуктивність, але і покращує умови праці, оскільки працюючі виводяться з небезпечної зони. Наприклад, впровадження замість ручної автоматизованої зварки з використанням дистанційного керування дає можливість різко покращити умови праці зварювальника.

2. Використання технологічних процесів і обладнання, виключаючих утворення шкідливих речовин або попадання їх в робочу зону.

При проектуванні нових технологічних процесів і обладнання необхідно добиватись виключення або різкого зменшення виділення шкідливих речовин в повітрі виробничих приміщень. Цього можна досягнути, наприклад, заміною токсичних речовин нетоксичними, заміною твердого і рідкого палива на газоподібне, електричний і високочастотний нагрів; застосуванням пило очистку водою (зволоженням, мокрої помол) при подрібненні і транспортуванні

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

матеріалів і т.д.

Велике значення для оздоровлення повітряного середовища має надійна герметизація обладнання, в якому знаходяться шкідливі речовини, зокрема, печей, газопроводів, насосів, компресорів, транспортерів, шнеків і т.д. Через неущільнення в з'єднаннях, а також внаслідок, газопроникності матеріалів відбувається витікання газів, які знаходяться під тиском. При цьому кількість втрати газу залежить від його фізичних властивостей, площ нещільностей і різниці тисків зовні, і всередині обладнання.

3. Захист від джерел теплових випромінювань.

4. Пристрої вентиляції.

Після проведення заходів по лінії вдосконалення технологічного процесу і обладнання найбільш ефективним засобом боротьби з залишковими шкідливими речовинами, теплом, вологістю є вентиляція.

Для забезпечення чистоти повітря в цеху застосовують поточно-витяжну вентиляцію для відсмоктування шкідливих речовин (пилу, дрібної стружки, аерозолів і парів ЗОР) і спрямовують їх на очитску.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ 18-390.00.00

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розроблено новий технологічний процес виготовлення деталі «Консоль 6464.20.00.012» і досліджено технологічні параметри довговічності спіралей шнеків.

На відміну від заводського технологічного процесу виготовлення деталі були впроваджені зміни направлені на підвищення продуктивності і ефективності виробництва.

Виконано всі необхідні розрахунки і оформлено комплект технологічної документації.

Розроблені заходи з безпеки життєдіяльності.

Доведена економічна доцільність розроблених технічних рішень.

В графічній частині розроблено технологічні наладки основних операцій, спроектовані верстатні і контрольний пристрої.

В процесі роботи отримано наступні результати:

1. Структура технологічного процесу є оптимальною для заданої програми випуску, що підтверджено економічними розрахунками.

2. Застосоване високопродуктивне обладнання і спроектовані пристрої дозволяють підвищити продуктивність праці і забезпечити задану точність обробки.

Проведеним техніко-економічним обґрунтуванням розробленої технології виготовлення деталі встановлено, що при річній програмі випуску деталей $N=15000$ шт. економічний ефект становить 49200 грн.

					<i>PM 18-390.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Сороковнін</i>				<i>ВИСНОВКИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Пилипець</i>							1
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>							
						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-61</i>		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Линчевский П.А. Джугурян Т.Г Вплив сили ваги інструменту одностороннього різання на уведення осі отворів, що розточені. // Наукові нотатки. Міжвуз. зб. за напрямком «Інженерна механіка». -Луцьк: ЛДТУ, 2001 -Вип.9. -С.11.
2. Линчевский П.А. Джугурян Т.Г., Оргіян А.А. Обработка деталей на отделочно-расточных станках. -К.: Техника, 2001. -301 с.
3. Линчевский П.А. Тонкое растачивание отверстий методом распределения подачи между двумя резцами. Резание и инструмент // Респ. межвед. науч.- техн. сб. -Харьков: Выща школа, 1973. Вып. 7. -С.27-29.
4. Линчевский П.А. Управление точностью формы продольного сечения отверстий при обработке на отделочно-расточных станках. Metallорежущие станки // Респ. межвед. науч.-техн. сб. -К.: Техника, -1987. Вып. 15. -С. 44-45.
5. Денисюк В.Ю. Вплив технологічних чинників на показники якості поверхні деталі в процесі токарної обробки. Наукові нотатки. Міжвузівський збірник з напрямку інженерна механіка. Випуск 17, Луцьк, ЛДТУ 2005 с. 114-123.
6. Джугурян Т.Г., Оргіян О.А., Чаругін М.В., Єгоров О.В. Розточувальний інструмент одностороннього різання для обробки глибоких отворів // Наукові нотатки. Міжвуз. зб. за напрямком “Інженерна механіка”. -Луцьк: Ред.-вид. від. ЛДТУ, 2002. – С. 44-45.
7. Гулида Э.Н. Теория резания металлов, металлорежущие станки и инструменты. Львов, «Вища школа», Изд-во при Львов. ун-те, 1976, с.334.
8. Оргіян О.А. Коливання консольних борштанг з підвищеним демпфуванням // Наукові праці Одес. держ. Акад. харч. технолог. -Одеса:, 1997. -Вип. 17. –С. 176-182.
9. Пилипець М.І., Васильків В.В., Гупка Б.В., Гевко Б.М., Лясота О.М. Пат. №51099 А, Україна, МКП В21D11/06 Спосіб формоутворення профільних заготовок та верстат для його реалізації Пат. Заявлено 29.12.2001. Опубл.15.11.2002, Бюл. №.11.

						<i>PM 18-390.00.00</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив		Сороковнін						3		
Перевірив		Пилипець								
Рецензент										
Н.контр.		Дячун								
Затвердив		Пилипець			ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-61					

10. Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков. - Львов.: Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1986. - 128 с.
11. Гевко Б.М., Рогатынский Р.М. Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин. - Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1989. - 176 с.
12. Пилипець М.І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: Дис. д-ра техн. наук: 05.02.08 - Львів, 2002. – 445 с.
13. Патент №55298 UA, МПК В24 В 39/00. Інструмент для імпульсного зміцнення зовнішньої крайки шнека / Пилипець М.І., Бригадир Б.Г., Левкович М.Г., Васильків В.В., заявник ТНТУ ім. І. Пулюя. – № u201006687 Заявл. 31.05.2010. Опубл. 10.12.2010. Бюл. №23\2010. Бюл. № 23. – 6 с.
14. Пилипець М.І., Бригадир Б. – тези II наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя механіко-технологічного факультету “Прогресивні матеріали та технології в машинобудуванні, будівництві та транспорті”. Тернопіль, 2013
15. Бабук В.В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1979.-464с.
16. Железна А.О., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. - Житомир.: ЖІТІ, 2002.-616с.
17. Курсове проектування з технології машинобудування [Текст] : навч. посібник для студ. машинобудівних спец. / В. Д. Рудь; Луцький індустріальний ін-т. - Луцьк : ІСДО, 1996. - 300 с. - ISBN 5-7763-9414-7
18. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в Машиностроении: Учеб. Пособие [Текст] / П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плескач; / под общ. ред. В.М. Плескача. – К.: Вища шк., 1991. – 247 с.
19. Дичковський, М.Г. Навчальний посібник з дисципліни «Технологічна оснастка» («Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань») [Текст] / М.Г. Дичковський. – Тернопіль: ТДТУ, 2001. – 277с.
20. Когут М.С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: Підручник.-Львів: “Львівська політехніка”, 200.-352с.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 18-390.00.00

21. Джур, Є.О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина [Текст]: навч. посіб. /Є.О. Джур, О.В. Бондаренко. – Д.: “Інновація”, 2011. – 109 с
22. Голінько В.І. Г 60 Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
23. Справочник технолога-машиностроителя², том 2, под ред. Косиловой, Машиностроение, 1985 г.