

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д-р техн. наук, професор М.Р. Ткач

«17» травня 2025 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Удосконалення технології виготовлення
валів механічного обладнання (Ø90 мм, L= 305 мм)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 6261м

Мельников О.Г.
(прізвище та ініціали)

Керівник

Поліщук В.А.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2025

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий _____
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування _____
Освітній рівень _____ Магістр _____
Спеціальність _____ 131 «Прикладна механіка» _____
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма _____ «Технології машинобудування» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д.т.н., професор М.Р.ТКАЧ
_____ "_____" _____ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Мельникова Олексія Георгійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Удосконалення технології виготовлення валів механічного обладнання (Ø90 мм, L= 305 мм)”

керівник роботи к.т.н., доцент Поліщук В.А.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “15”10.2025р. № 1226уч

2. Строк подання студентом роботи 1.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення деталі; нормативна література; держстандарти; довідники

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

1) Загальний розділ: Призначення та аналіз технологічності деталі.

2) Науковий розділ – Аналіз та дослідження з наукової теми роботи.

3) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

4) Конструкторський розділ: Розрахунок і проектування спеціальних конструкцій пристроїв для верстатів та спеціального металорізального інструменту.

5) Проектування ділянки цеху – згідно методичних вказівок кафедри.

6) Організаційно-економічна частина – згідно методичних вказівок кафедри

7,8) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці

9) Цивільний захист – згідно методичних вказівок кафедри.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту, налагодження до однієї з технологічних операцій, планування ділянки цеху, плакати до наукової частини

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7,8			
Нормоконтроль	к.т.н., доц. Моргун С.О.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруківка у форматі A3)	25.10.2025	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 3)	6.11.2025	
3	Оформлення конструкторського розділу (4)	11.11.2025	
4	Оформлення наукового розділу (2)	22.11.2025	
5	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (7,8)	25.11.2025	
6	Оформлення розділу з цивільного захисту (9)	29.11.2025	
7	Оформлення креслень	до 1.12.2025	
8	Нормоконтроль (креслення у форматі A3)	1-9.12.2025	
9	Затвердження МР на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі A1)	6-13.12.2025	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	11-16.12.2025	
11	Затвердження МР зав.кафедрою (подання, анотація)	11-16.12.2025	
12	Рецензування	16-22.12.2025	

Студент _____
(підпис)

Мельников О.Г.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Поліщук В.А.
(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2025 р.

АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі на тему «Удосконалення технології виготовлення валів механічного обладнання ($\varnothing 90$ мм, $L = 305$ мм)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті питання очищення відливків.

В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та різучого і вимірювального інструментів, спроектована ділянка з виготовлення деталі, розраховані техніко-економічні показники ділянки і доцільність її проектування, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

Наведена оцінка стійкості обладнання ділянки механічного цеху від впливу ЕМІ.

Ключові слова: вал, заготовка, припуски, патрон повідковий інерційний, свердло для глибокого свердління, лещата машинні пневматичні, скоба універсальна.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic "Improvement of the technology for manufacturing shafts of mechanical equipment ($\varnothing 90$ mm, $L = 305$ mm)" provides a description of the purpose of the part and the characteristics of the material from which it is made, an analysis of its manufacturability, selection and justification of the type of production, a technological manufacturing process is developed, and issues of casting cleaning are considered.

The master's thesis presents calculations of special devices and cutting and measuring tools, designs a section for manufacturing parts, calculates the technical and economic indicators of the section and the feasibility of its design, and develops measures for labor protection and the environment at the section.

The assessment of the stability of the equipment of the mechanical workshop section from the influence of EMI is given.

Key words: shaft, workpiece, allowances, inertial chuck, deep drilling drill, pneumatic machine vice, universal clamp.

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Загальна частина	8
1.1. Коротка характеристика групи деталей	9
1.2. Аналіз технічних вимог до виготовлення деталей	10
1.3. Технологічний аналіз конструкції	11
1.4. Розрахунок умовно-річної виробничої програми і визначення типу виробництва	12
2. Наукова частина	13
2.1. Опис методу електрогідравлічного очищення лиття	16
2.2. Метод дробеструмінєвого очищення	17
2.3. Метод електрохімічного очищення лиття	19
2.4. Висновки і рекомендації	23
3. Технологічна частина	24
3.1. Розробка креслення комплексної деталі	25
3.2. Вибір способу отримання заготовки	25
3.3. Розрахунок вартості основних матеріалів	31
3.4. Розробка групового маршрутного технологічного процесу	32
3.5. Вибір обладнання, пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту	33
3.6. Визначення між операційних припусків і розмірів	39
3.7. Розрахунок і призначення режимів різання	43
3.8. Технічне нормування	46
4. Конструкторська частина	48
4.1. Опис і розрахунок трьохкулачкового повідкового патрону з плаваючим центром та ексцентриковими кулачками автоматичної дії	49
4.2. Опис і розрахунок лещат машинних пневматичних	50
4.3. Розрахунок ріжучого інструменту	55
5. Проектування дільниці цеху	58

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

5.1. Коротка характеристика ділянки	59
5.2. Визначення розміру партії деталей	59
5.3. Розрахунок потрібної кількості обладнання.	60
5.4. Визначення вартості основного обладнання	65
5.5. Планування ділянки, розрахунок виробничої площі	66
5.6. Розрахунок чисельності працюючих на ділянки	67
5.7. Визначення величини капітальних вкладень	71
6. Організаційно-економічна частина	73
6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної платні працівників ділянки	74
6.2. Визначення фонду заробітної платні виробничих робітників	75
6.3. Розрахунок фонду заробітної платні допоміжних робітників	76
6.4. Розрахунок фонду заробітної платні службовців, спеціалістів і молодшого обслуговуючого персоналу	77
6.5. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної платні працюючих на ділянки	78
6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування	80
6.7. Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі	85
6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту	88
6.9 Техніко-економічні показники ділянки	91
7. Охорона праці	94
7.1 Аналіз небезпек та шкідливостей на ділянки, що проектується	95
7.2 Безпека обслуговування верстатів з ЧПК	98
7.3 Розрахунок штучного освітлення	99
8. Охорона навколишнього середовища	103
Вступ	104
8.1. Заходи з охорони навколишнього середовища	104
9. Цивільна оборона	107

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Вступ 108

9.1. Захист устаткування проектованої ділянки механічної обробки
деталі «вал» (токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3С32 від впливу ЕМП) 108

Висновки 114

Список літератури 115

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Вступ

Груповий метод виготовлення й обробки деталей машин та приводів, а також їх складання був розроблений та вперше упроваджений доктором технічних наук професором С.П.Митрофановим. Наукові принципи, покладені в його основу відкрили широкі можливості для реалізації задач механізації та автоматизації технологічних процесів, уніфікації останніх і упровадження групових поточних і автоматичних ліній в умовах багатомономенклатурного серійного і одиничного виробництва. Упровадження групового метода дозволило скоротити термін технічної підготовки виробництва нових виробів, підвищити продуктивність праці, забезпечити зниження собівартості продукції, підняти технічну культуру підприємства та рівень його організації.

Використання групової технології повинно бути зв'язано рішенням спільних задач організації, планування, а також оперативного управління виробництвом.

Подетально-групова оптимізація обладнання (замість технологічної оптимізації) діляниць та цехів, упровадження групових багатомономенклатурних поточних ліній підвищують рівень технологічної оптимізації, механізації та автоматизації виробничих (технологічних) процесів, забезпечують створення стандартизаційної та інформаційних баз. Характер такого виробництва наближається до крупносерійного і масового, що дозволяє забезпечити його пропорціональність, прямоочність, неперервність і ритмічність.

Групове виробництво, як важливий етап вдосконалення виробництва створює умови для автоматизації наукової та інженерної праці за допомогою електронно-розрахункової техніки, шляхом створення автоматизованих систем управління підприємством (АСУП) в умовах серійного і одиничного виробництва, характерного для 80% машинобудівних підприємств.

Наукова організація підприємства може і повинна базуватися на упровадженні принципів єдиної системи технологічної підготовки виробництва

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

(ЄСТПВ), створення автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) як найважливішої системи АСУП, головним чином встановлює ефективність всієї автоматизованої системи керування підприємством. У зв'язку з цим особливе значення приймають розробка і широта упровадження нових методів технологічної підготовки, в основі яких лежить уніфікація, тобто відмова від індивідуальної технологічної підготовки. До таких нових методів відносяться методи типової та групової технології.

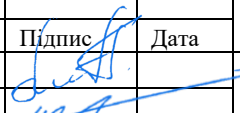
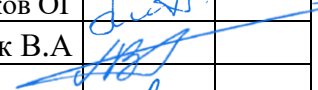
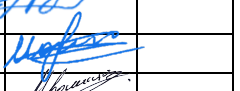
Застосування методу типової технології дає можливість уніфікувати варіанти, які охоплюють вироби за спільністю їх конструктивного оформлення і призначення

Більш широкі можливості уніфікації закладені в методі групової технології, основу якого складає об'єднання (угруповання) виробів не тільки за спільністю їх конструктивного оформлення, але й за спільністю технологічних операцій, незалежно від їх призначення, що дозволяє в умовах малосерійного та серійного виробництва з більшою ефективністю переходити на високопродуктивні методи, характерні для багатосерійного та масового виробництва.

Роботи, які проводяться в області групової технології, найтіснішим чином зв'язані з переходом на більш високий етап технологічної підготовки виробництва – впровадження методів автоматизації технологічного проектування, базуючись на використанні електронних розрахункових машин.

Дослідження проведені за кордоном (в США, ФРГ, Великобританії та інших країнах) показують, що методи групової технології розглядаються багатьма спеціалістами і фірмами як основа нової спільної виробничої системи.

						Арк.
						7
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.07.МР.09.01.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Мельников ОГ			Загальна частина	Літ		Арк.	Аркушів
Перевірів		Поліщук В.А				М	Р		
Консульт.						НУК			
Ч.контр.		Моргун С.О.							
Ватвердив		Ткач М.Р.							

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Коротка характеристика групи деталей

В групу входять деталі – тіла обертання типу валів, гвинтів з $L > 2D$, з зовнішньою поверхнею: циліндричною, ступінчатою, без центрального отвору та з глухим центральним отвором, з отвором поза віссю деталі, з пазами на зовнішній поверхні і без пазів, з зовнішньою різьбою і без різьби .

Конструкторський код

Таблиця 1.1

Клас	Підклас	Група	Підгрупа	Вид
71	5	3,4,5	1,2,3	1,2,3,4

Матеріал: сталь 45 ДСТУ 7809:2015.

Заготовка: поковка штампована

Габаритні розміри $D=65 \div 90$ мм, $L=150 \div 305$ мм

Точність оброблюваних поверхонь 7...14 квалітет

Шорсткість $Ra \geq 1,25$

Технологічний код

Таблиця 1.2

Ознака	Зовнішній діаметр	Довжина	Внутрішній діаметр	Матеріал	Тип заготовки	Точність обробки		Характеристика технологічних вимог	Додаткова обробка	Маса деталі
						Зовнішніх поверхонь	Внутрішніх поверхонь			
Код	5...9	Ж...І	3	04	2	1	4	2	3,4	Г

					6261м.07.МР.09.01.ПЗ					Арк.
										9
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

1.2. Аналіз технічних вимог на виготовлення деталей

На проєктованій ділянці оброблюється група деталей, до якої входять вали, стержні, шпильки.

Усі деталі що входять до групи мають велику жорсткість, що є ознакою технологічності та дозволяє вести обробку на високих режимах різання .

Наявність двох центрових отворів дозволяє мати при обробці достатньо точну, постійну технологічну базу.

Деталі мають циліндричні поверхні, точність виготовлення яких від 14-го до 7-го квалітету точності.

Найбільш точними є поверхні, виготовлені за сьомим квалітетом точності з шорсткістю $Ra=1,25$ мкм.

Ці поверхні оброблюються в чотири етапи:

- токарна чорнова;
- токарна чистова;
- попереднє шліфування;
- остаточне шліфування.

Крім того, у більшості деталей є центральний отвір, обробка якого відноситься до спеціальних операцій. Це пов'язано з тим, що довжина отвору перевищує його діаметр більш ніж в 10 раз. При обробці цього отвору необхідно звернутися до використання спеціального інструменту для глибокого свердління.

Усі деталі групи мають також поверхні, для обробки на фрезерувальному верстаті.

Усі деталі виготовлені з одного матеріалу – сталь 45 ДСТУ 7809:2015.

Дані по хімічному складу та механічним властивостям матеріалу деталей зведені в таблицях 1.3 та 1.4.

					6261м.07.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						10
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015

C	Si	Mn	S	P	Ni	C ₂
			Не більше			
0,40-0,50	0,17-0,370	0,50-0,80	0,045	0,045	0,30	0,30

Таблиця 1.3

Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Таблиця 1.4

Межа міцності, σ_B , МПа	Межа текучості σ_T , МПа	Відносне подовження σ_δ , %	Відносне звуження ψ , %	Ударна в'язкість α_M , кг/см ²	НВ не більше	
					Гаряче- катаної	Відпале- ної
Не більше						
610	360	16	40	6	241	197

1.3 Технологічний аналіз конструкції

Усі деталі що входять до групи являють собою ступінчаті вали. Діаметральні розміри шийок зменшуються до кінців, що є ознакою технологічності.

Деталі достатньо тісні, що дозволяє отримання високої точності обробки.

Деталі достатньо технологічні, допускають застосування високовиробничих методів, мають хороші базові поверхні і достатньо прості за конструкцією.

Значні важкості викликають обробка центрального отвору, діаметр якого достатньо малий, а довжина перевищує $10\varnothing$. Для обробки центрального отвору потрібен спеціальний інструмент і пристрої.

					6261м.07.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						11
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Розрахунок умовно-річної виробничої програми і визначення типу виробництва

Дільниця проектується для виготовлення деталей різного найменування та типорозмірів, по технології однорідних.

Розрахунок виконується в наступній послідовності:

1. Вибираємо з наявних деталей деталь представник, котра характеризується найбільшою трудомісткістю. Це деталь №5 (вал).

2. Визначаємо коефіцієнт приведення до виробу представника:

$$K_{np} = \frac{t_{из}}{t_{np}},$$

де $t_{из}$ – працемісткість виробу, що приводиться до представника;

t_{np} - працемісткість виробу вибраного в за представника.

3. Визначимо програму випуску в умовних одиницях.

Розрахунок річної виробничої програми в виробі-представнику

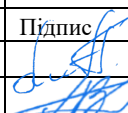
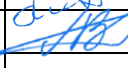
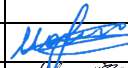
Таблиця 1.5

Найменування виробу	Річний обсяг виробництва виробів, шт.	Працемісткість механічної обробки одної деталі, н.-год.	Коефіцієнт приведення до виробу-представника	Умовно-річний обсяг виробництва у виробі представнику, шт.
деталь №1	30000	0,421	0,7	21000
деталь №2	41000	0,241	0,4	16400
деталь №3	45000	0,181	0,3	13500
деталь №4	30000	0,421	0,7	21000
деталь №5	28000	0,602	1,0	28000
Разом				100000

Проектована дільниця відноситься до багатосерійного типу виробництва.

Цей тип виробництва характеризується виготовленням обмеженої номенклатури виробів партіями (серіями), які повторюються через визначені проміжки часу та широкою спеціалізацією робочих місць. По рівню механізації та автоматизації багатосерійне виробництво наближається до масового, тобто широко використовується спеціальне обладнання.

					6261м.07.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						12
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Наукова частина	Літ		Арк.	Аркушів
Розробив		Мельников ОГ				М	Р		
Перевірив		Поліщук В.А				НУК			
Консульт.									
Ч.контр.		Моргун С.О.							
Ватвердив		Ткач М.Р.							

2. Наукова частина

Сучасні методи очищення металевих відливок включають механічні, гідравлічні, хімічні та електрохімічні процеси. Вибір методу залежить від матеріалу, складності форми та необхідної якості поверхні відливки.

Механічні методи

- *Дробоструминна (абразивна) обробка.* Цей найпоширеніший метод використовує високошвидкісний потік металевого дробу, піску, скляних кульок або іншого абразиву для очищення поверхні від піску, окалини, пригару та інших залишків. Він ефективний для різних металів і забезпечує необхідну шорсткість для подальшого нанесення покриттів.
- *Галтування (обертання у барабані).* Відливки поміщають у обертовий барабан разом з абразивними матеріалами. Під час обертання вони труться між собою та з абразивом, що дозволяє очистити та згладити поверхню. Цей метод підходить для дрібних і середніх деталей.
- *Шліфування.* Для усунення зайвого металу, наприклад, облоїв, або для вирівнювання поверхні використовують шліфувальні круги або стрічки.
- *Пневматичні молотки та долота.* Використовуються для видалення ливарних стрижнів, що знаходяться у важкодоступних місцях, особливо в складних порожнинах.

Гідравлічні методи

- *Гідроабразивна обробка.* Для очищення поверхні використовують струмені води під високим тиском, до яких можуть додаватися абразивні матеріали. Це ефективно для видалення піску, окалини та інших забруднень.

Хімічні методи

- *Травлення.* Відливки занурюють у кислотні розчини (наприклад, соляної або сірчаної кислоти) для видалення окалини та оксидів. Цей метод ефективний, але потребує суворого контролю, щоб уникнути пошкодження металу.

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						14
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- *Хімічне видалення стрижнів.* У деяких випадках для видалення піщаних стрижнів з важкодоступних порожнин застосовують хімічні розчини.

Електрохімічні методи

- *Електрохімічне полірування.* Застосовується для сталевих і нержавіючих відливок, де необхідна висока стійкість до корозії та чистота поверхні. Цей процес усуває забруднення за допомогою електроліту і електричного струму, забезпечуючи гладку поверхню та стійкість до окислення.

Інші методи

- *Ультразвукове очищення.* Відливки занурюють у ванну зі спеціальним розчином, де ультразвукові хвилі створюють кавітацію (мікробульбашки). Їх схлопування створює мікрострумені, які ефективно видаляють забруднення навіть зі складних геометричних форм.
- *Термічне очищення.* Випалювання за високих температур може використовуватися для видалення залишків пригару, але застосовується рідко, оскільки може впливати на структуру металу.

Критерії вибору методу

При виборі методу слід враховувати такі фактори:

- *Матеріал відливки.* Для м'яких металів підходять щадні методи, тоді як для чавуну
- і сталі можна використовувати агресивніші.
- *Складність форми.* Для деталей зі складними порожнинами або невеликими отворами краще підходять гідроабразивні, ультразвукові або хімічні методи.
- *Необхідний ступінь чистоти поверхні.* Для деталей, що підлягають подальшій обробці (наприклад, фарбуванню або гальванічному покриттю), потрібна висока ступінь очищення і певна шорсткість.
- *Ефективність та вартість.* Методи очищення відрізняються за продуктивністю та витратами, тому важливо знайти оптимальний баланс.

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						15
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1. Опис методу електрогідравлічного очищення лиття

Фізичну основу методу складає створення електродугового розряду між електродами і відливком. При цьому в зоні розряду виділяється миттєва енергія і виникає тиск в декілька тисяч атмосфер.

Очищення відливок виникає в результаті виникнення і розповсюдження ударної хвилі, яка викликає кавітацію рідин великої інтенсивності і резонанс в відливку. Оскільки існує різниця між модулем пружності відливки і пригорілого до її поверхні шару формованої суміші і частотою їх коливань, то на границі розподілу металу і піщаної суміші виникають напруження розтягування і стискання, які руйнують формовану суміш.

Очищення може проходити під дією прямого і не прямого розрядів. При прямому розряді одним з електродів є відливка. Не прямий розряд використовується коли відливка не може бути електродом, при чому розряд проходить поблизу відливки між двома електродами (9, с.182).

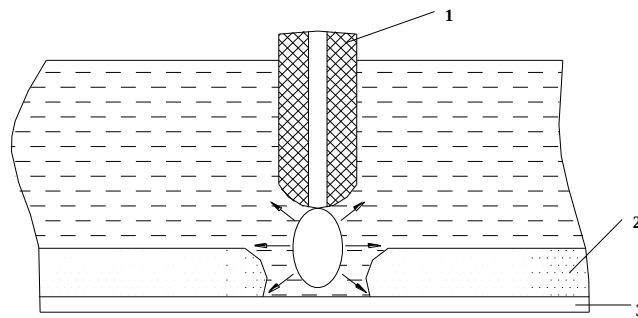


Рис. 2.1 - Схема виникнення прямого розряду:
1 - електрод; 2 - формована суміш; 3 - відливка, що очищується

Кажучи про метод електрогідравлічного очищення лиття, слід відмітити наступні переваги:

1. Ліквідується вибивання стрижнів;
2. Підвищується продуктивність праці порівняно з продуктивністю пневматичного методу в 3 – 7 рази. а гідравлічного в 1,5 – 3 рази;
3. Покращуються умови праці;
4. Виникає можливість до автоматизації найбільш трудомістких операцій очищення;

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						16
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Можливість застосування при любых формувальних сумішах.

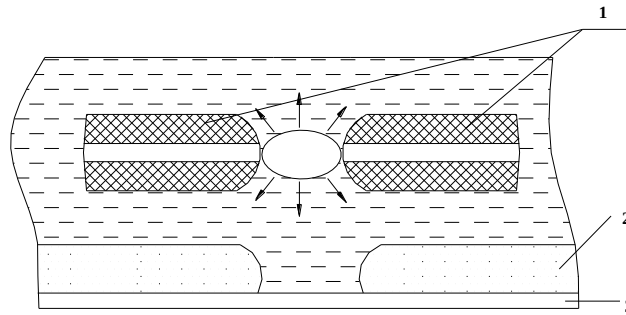


Рис.2.2. Схема виникнення не прямого розряду:

1 - електрод; 2 - формована суміш; 3 - відливка, що очищується.

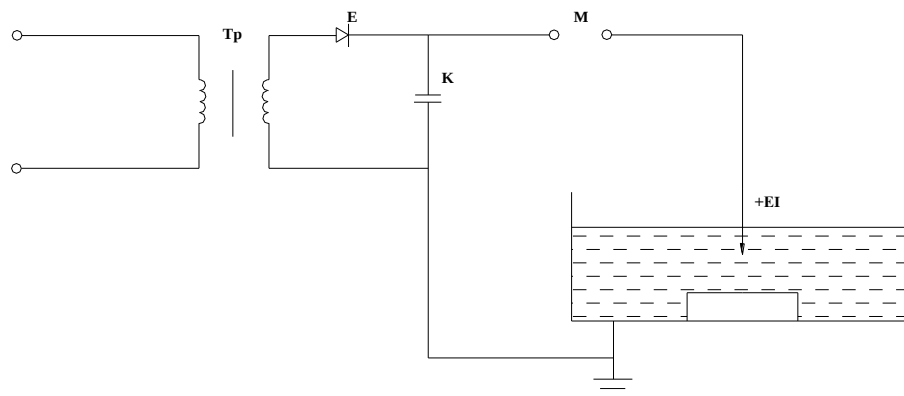


Рис.2.3. Електрична схема електрогидравлічного очищення:

Т_р – високовольтний трансформатор; Е – спрямовувач;

К – конденсатори; М – комутований пристрій;

Е₁ – електрод

2.2. Метод дробеструміневого очищення

Основу даного методу складає видалення привареної формувальної суміші методом дії на неї струменя повітря змішаного з абразивним матеріалом під ВИСОКИМ ТИСКОМ.

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						17
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості струменевого обладнання застосовують напорно-струменеві котли типу Тайфун 8000FN з наступними характеристиками (10. с.5):

1. Ємність резервуару, л – 5400;
2. Допустимий збитковий тиск при експлуатації, бар – 12;
3. Випробуваний тиск, бар – 15.6;
4. Робоча температура, С – 50;
5. Завантажений матеріал – повітря + абразив;
6. Габарити резервуару hxd, мм – 2950x1800;
7. Робочий тиск, бар – min 6 – 7;
8. Вартість, грн. – 20000.

Робочим матеріалом слугує корунд з грануляцією приблизно 0,5 – 1.5мм. При очищенні лиття даним методом в очисних камерах можливо добитися достатньо високої продуктивності і відносно високої чистоти поверхні. Основною перевагою камер є те, що відливки, що обертаються навколо вертикальної осі підвіски, можна очистити зі всіх сторін.

Камери такого типу добре використовуються в тому випадку, якщо підвіски сконструйовані з врахуванням конструкції відливок які очищуються. Мілкі відливки потрібно підвішувати в кошиках.

На теперішній час відомі різні прохідні камери. Одною з важливих їх переваг є те, що вони виконують всі операції від вибивки до обточування шліфуванням і вирішують проблему транспортування. Транспортування відливок виконується підвісними конвеєрами, які, як правило розташовуються понад камерою, і в середину камери падають тільки елементи підвісок через вузькі дверцята в вигляді щілин, які закриті гнучкими шторами. Довжину і шлях конвеєра можливо добре пристосувати до особливостей цеху. Конвеєри просуваються зі швидкістю 0,3 – 1,5 м/хв. Щілини камер закриваються резиновими, пластмасовими, чи шторами із тканини. Камери з вертикальними щільними дверцятами можуть працювати в періодичному режимі з паузою від 20 секунд до 10 хвилин (11, с.251).

Однак, незважаючи на такі видимі переваги способу очищення лиття в камерах, слід відмітити основні недоліки. До таких в першу чергу відносяться

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						18
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

погані гігієнічні умови праці, в наслідок чого можуть виникнути респіраторні захворювання в робітників, по-друге рівень шуму при струміневому очищенні перевищує допустимий. Слід також відмітити, що при струміневому очищенні вручну, необхідно виконання всіх вимог техніки безпеки отруйниками при роботі з високим тиском. Крім того, при струміневому очищенні вручну, виникає необхідність в ще одній робочій одиниці.

Незалежно від ступня механізації необхідно додатково мати наступне обладнання (10, с.1,9):

1.Фільтруюча установка (фільтр-контейнер виробництва KIESS) – для видалення з повітря мікро частин корунду;

2. Вакуумна установка (вакуум-контейнер виробництва KIESS) – для видалення відпрацьованого корунду.

Враховуючи ступінь додаткового обладнання, засобів індивідуального захисту робітників вартість повної установки для даного методу лежить в межах 48000 – 52000 гривень.

2.3. Метод електрохімічного очищення лиття

Електрохімічне травлення в розплавлених лугах є одним з прогресивних способів очищення відливок. Перевага цього методу є те, що метал в процесі очищення не руйнується. В той самий час окалина відновлюється і виникає хімічне розчинення пригару в електроліті, що складається з розплавленого технічного їдкого натру, під дією температури розплаву і електричного струму, що складає основу методу (9, с.212.).

При очищенні відливок виникає розчинення шарів пригару, а саме кварцового, тридимітного, фаялитного (див. рис.2.4), і шарів окалини (див. рис.2.5) в розплаві електроліту.

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						19
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

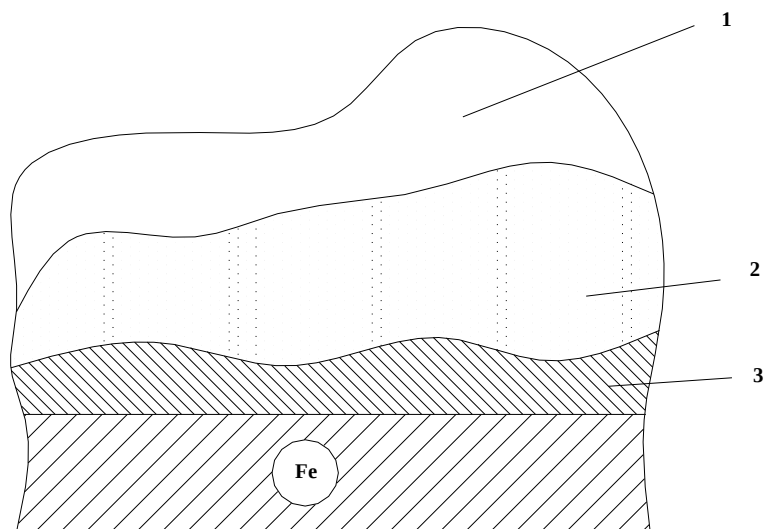


Рис.2.4. Шар пригару на відливку:

1 - кварц; 2 - тридиміт; 3 - фаяліт.

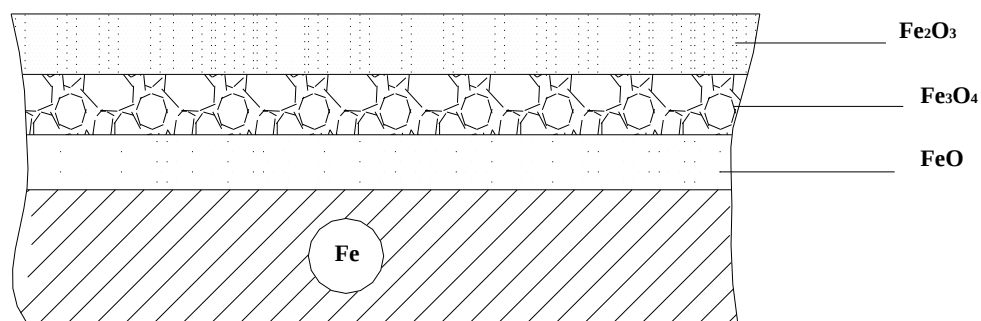
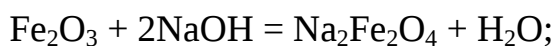


Рис.2.5. Склад шару окалини

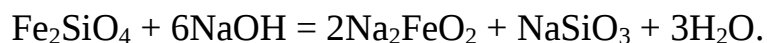
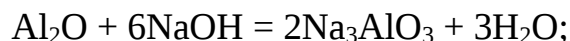
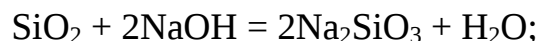
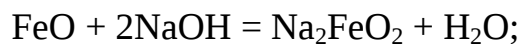
В якості електроліту застосовують наступні луги і солі: 100%KOH, 80%NaOH і 20%KOH, 93% NaOH і 7% NaCl і так далі.

Безпосередньо реакція протікає в попередньо зневодненому електроліті при температурі 500С. Потрібна щільність струму складає 6 – 25 А/дм² по (катоду) в залежності від ступня забруднення відливки (11, с.270).

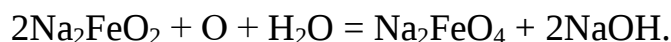
Під час реакції складові частини окалини і пригару взаємодіють з розплавленим лугом наступним чином (9, с.215):



					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						20
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



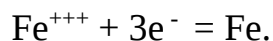
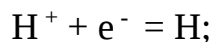
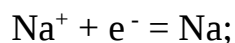
Утворений в електроліті фермат натрію окислюється киснем, що виділився на аноді, в ферит натрію:



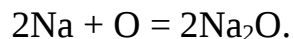
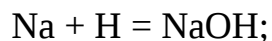
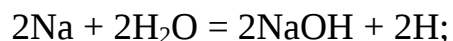
Ферит натрію в свою чергу взаємодіє з двоокисом вуглецю повітря з виділенням соди і окису заліза:



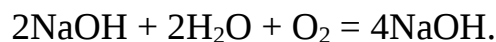
В процесі взаємодії лугу з окалиною і пригаром на границі електроліт – метал безпосередньо виникає насичений розчин фериту, фериту натрію і розчинного скла, що запобігає видаленню наступних шарів окалини і пригару. Для того щоб попередити цей процес і активізувати процес очищення додатково підвищують щільність струму. При цьому на катоді відбуваються наступні реакції:



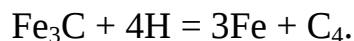
Металічний натрій, що виділився на катоді розчиняється в електроліті і дифундує в анодний простір, а назустріч йому рухаються вода і кисень, що виникли при розряді на аноді.



Окис натрію вступає в реакцію з воднем і киснем, утворюючи їдкий натрій:



Водень, який виділився на катоді взаємодіє з карбідами, що викликає обезвуглецевування.



					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						21
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наслідком цього є декарбонізація поверхні відливки і зменшення її твердості. Крім того водень робить і додаткову механічну дію: прагнучи зайняти достатньо великий об'єм, відриває забруднення з поверхні відливки.

При очищенні відливок даним методом необхідно періодично змінювати полярність. так як при постійній полярності виникає пасивація поверхні зі зменшенням маси відливки на $0,11 - 1,17 \text{ г/дм}^2$.

В промислових умовах для очищення відливок застосовують установку ЕСНО, з наступними параметрами:

1. Продуктивність, т/рік – 15000;
2. Найбільша маса оброблюваних заготовок, кг – 7500;
3. Габаритні розміри оброблюваних заготовок, м – $3 \times 1,2 \times 3,2$;
4. Габаритні розміри установки, мм – $3000 \times 2000 \times 9250$;
5. Потрібна сила струму, А – 10000;
6. Потрібне напруження, В – 6;
7. Пропускна властивість, $\text{м}^3/\text{год}$:
бокового відсовування лугової ванни – 20000;
бокового відсовування ванн з гарячою і холодною водою – 40000.
8. Джерело постійного струму – два генератори.

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						22
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

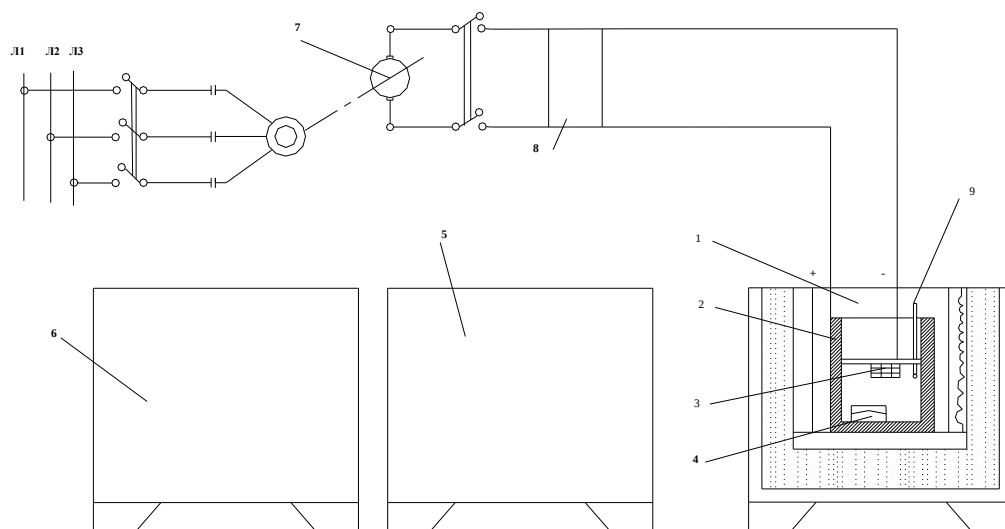


Рис.2.6. Установка для электрохимического очищения:
 1 - печь; 2 - бак; 3 - корзина; 4 - відстій; 5 - водяна ванна; 6 - ванна гарячої води; 7 - блок пристроїв управління і автоматики;
 8 - джерело постійного струму; 9 - термопара

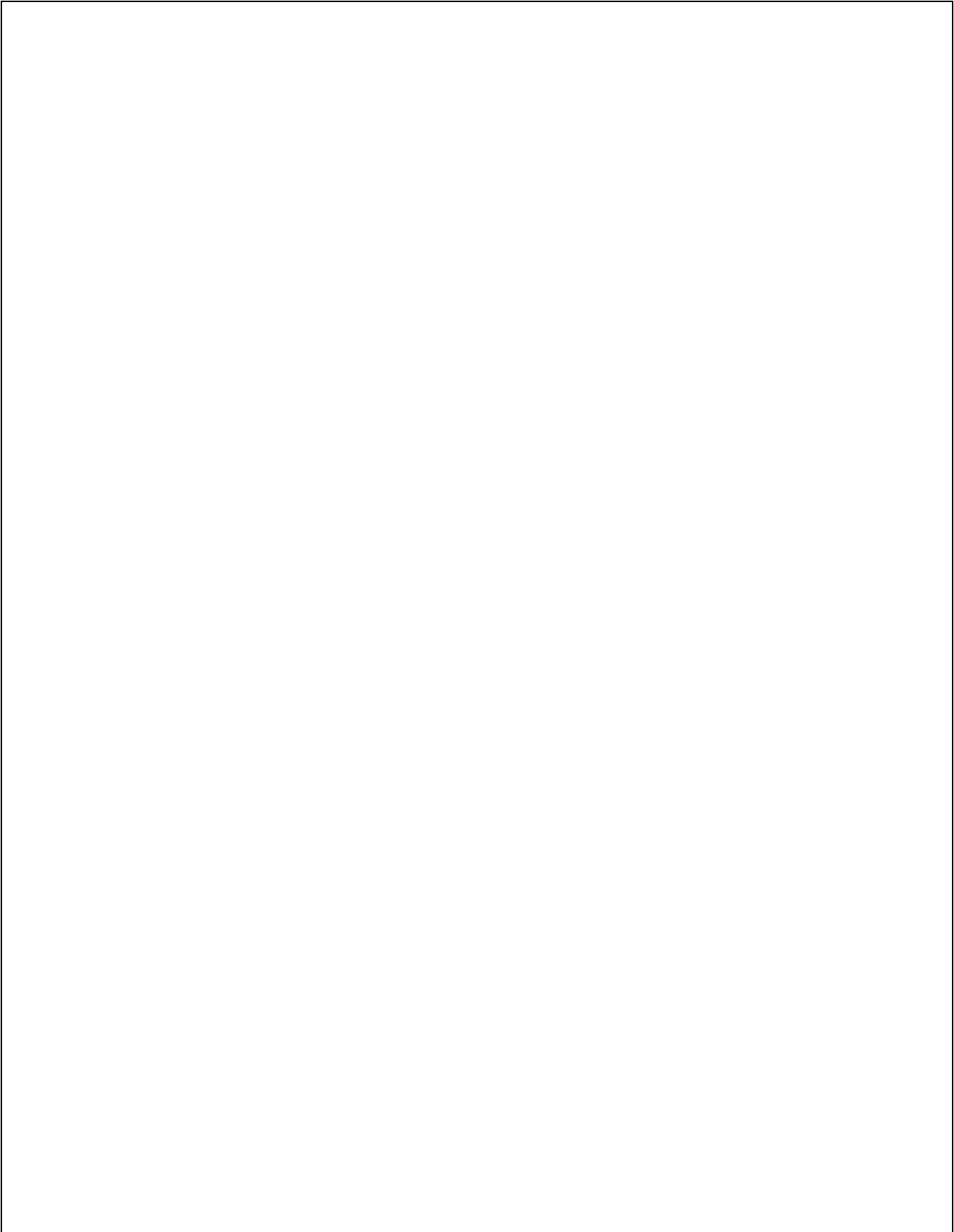
Слід також відмітити, що при обробці 1т відливок виникає порядку 100кг шламу, з якого при наступній обробці виробляють рідке скло (11, с.270).

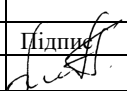
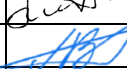
Даний процес з точки зору гігієни праці недоліків немає, попереджає потрапляння кварцового пилу в атмосферу цеху, тим самим вирішуючи профілактику професійних захворювань працюючих. Шумові ефекти відсутні.

2.4. Висновки і рекомендації.

Виходячи з викладеного в пунктах 2.1, 2.2, 2.3, вважаю доцільним рекомендувати в якості методу очищення лиття метод електрогідравлічного очищення. Переваги в тому, що достатньо висока продуктивність, високі умови гігієни праці виконуються вимоги охорони праці і, крім того, він має малу енергоємність і вартість необхідного обладнання достатньо мала.

					6261м.07.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						23
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					6261м.07.МР.09.03.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна частина			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Мельников ОГ						М	Р			
Перевірив		Поліщук В.А										
Консульт.								НУК				
Ч.контр.		Моргун С.О										
Затвердив		Ткач М.Р.										

3.Технологічна частина

3.1 Складання креслення комплексної деталі

При побудові групових процесів технічної обробки за основу комплексна деталь.

Під комплексною розуміється реальна чи умовна (штучно створена) деталь, яка має в своїй конструкції усі основні елементи, характерні для деталей даної групи і являється її технологічним представником.

Під основними елементами розуміються поверхні, які визначають конфігурацію деталі і технологічні задачі, які вирішуються в процесі обробки. Основні елементи служать головною ознакою для відношення деталі до того чи іншого класифікаційного підрозділу.

Комплексна деталь служить основною при розробці групового процесу і групових оснасток. Під груповою оснасткою розуміють сукупність пристроїв і інструментів, яка забезпечує обробку усіх деталей групи з використанням невеликих наладок.

Отже, складений на комплексну деталь технологічний процес з невеликими налагодками обладнання повинен бути застосований для будь-якої деталі даної групи.

Конструювання умовної комплексної деталі виконується методом накладання, який міститься в наступному. Продивляючись креслення деталей групи вибираємо одну найбільш характерну, ескіз якої зображений на рис. 3.5. потім розглядаються деталі, які відрізняються від неї наявністю інших оброблюваних поверхонь. Ці нові поверхні наносяться на креслення вихідної деталі.

3.2 Вибір способу отримання заготовки

Метод отримання заготовок для деталей машин визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом і серійністю випуску, а також економічністю виготовлення. Вибрати заготовку – значить встановити спосіб її отримання, намітити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри та вказати допуски на неточність виготовлення.

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						25
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати усі вище перераховані вихідні данні, так як між ними існує тісний взаємний зв'язок. Остаточне рішення можна прийняти тільки після економічного комплексного розрахунку собівартості заготовки та механічної обробки в цілому. При виборі способу отримання заготовки необхідно прагнути до максимального приближення форми та розмірів до параметрів готової деталі і зниженню трудомісткості заготівельних операцій.

Усі деталі що входять до групи на заводі виготовляються з прутка. Для підвищення коефіцієнта використання матеріалу і зменшення витрат на механічну обробку, можливо виготовлення для кожної деталі заготовки штампованої поковки. Заготовку – штамповану поковку можливо виконати на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП) і на молотах. Саме для такого випадку КГШП мають значні переваги порівняно з молотами. На відміну від баби молота повзун кривошипного преса має тісний графік руху, постійну величину ходу і визначене нижнє положення. Швидкість руху повзуна до начала робочого ходу (до моменту дотику верхньої частини штампа з оброблюваною заготовкою) у кривошипних гарячештампувальних пресах складає звичайно 0,5 – 0,8 м/с, що в 10 разів менше швидкості баби молота в момент удару. Таким чином прес характеризується не ударним режимом роботи. Це дозволяє використовувати замість цільноблочних штампів збірні штампи. При цьому при виготовленні заготовок для деталей групи можливо також використати груповий метод.

Порівняємо два методи отримання заготовок – прокат (використовується на заводі) і штампування на КГШП.

3.2.1 Конструювання поковки штампованої

Заготовка поковка штампована отримується на КГШП. Для встановлення величини допусків та припусків на розміри штампованої поковки необхідно встановити наступні параметри:

- Точність виготовлення підвищена. Клас точності Т5, таблиця 19 [9]

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						26
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Група сталі - М2. До цієї групи відносяться сталі з місткістю вуглецю від 0,35 до 0,65%. Сталь 45 містить 0,45% вуглецю (С), тому вона відноситься до цієї групи.

- Маса поковки – орієнтирна величина розрахункової маси поковки (Gn.p.) розраховується за формулою:

$$G_{n.p.} = G_d \cdot K_p$$

де $G_d = 6,7$ – маса деталі

$K_p = 1,5$ – розрахунковий коефіцієнт, знаходиться за таблицею 20 [9]

$$G_{n.p.} = 6,7 \cdot 1,5 = 9,87 \approx 10 \text{ кг.}$$

- Ступінь складності – визначається відношенням маси поковки Gn.p. до маси фігури ,в яку ця поковка вписується.

$$C = \frac{G_{n.p.}}{G_d} = \frac{9,87}{14,73} = 0,67.$$

Звідси виходить що ступінь складності заготовки – перша (С1).

В залежності від розрахункової маси поковки, групи складності, групи сталі, класу точності поковки, встановлюємо похідний індекс – 10,табл.2 [9].

Основні припуски на номінальні розміри деталі визначаємо з урахуванням вихідного індексу і шорсткості поверхонь деталі за таблицею 3 [9].

Додаткові припуски :

- зміщення по поверхні роз'єму штампа – 0,7мм, по таблиці 4 [9];

- зігнутість і відхилення від прямолінійності – 0,5 мм, по таблиці 5[9].

Допуски встановлюємо по таблиці 8 [9].

Визначення розмірів діаметрів поковки проводимо в формі таблиць.

Розміри діаметрів поковки

Таблиця 3.1

Діаметр ступенів валу, мм	Шорсткість поверхонь, мм	Загальний припуск на діаметр, 2П _{заг} , мм	Діаметр ступеню поковки, мм	Допуск розміру поковки, мм
1	2	3	4	5
52	Ra10	2(1.5+0.7+0.5) =5.4	57.4	+1.1 -0.5

Продовж.табл.3.1				
70	Ra1.25	$2(1.6+0.7+0.5) = 5.6$	75.6	+11 -0.5
90	Ra10	$2(1.5+0.70+0.5) = 5.4$	95.4	+1.1 -0.5
60	Ra5	$2(1.6+0.70+0.5) = 5.6$	65.6	+1.1 -0.5

На поверхні d42 і d60 назначаємо напуск. Напук - це надлишок металу поверх припуску, обумовлений технологічними вимогами спростити конфігурацію заготовки для полегшення умов її отримання.

Мінімальна величина радіусів закруглень зовнішніх кутів поковок в залежності від глибини порожнини струмка штампа встановлюємо по таблиці 7[9] – 3 мм.

Штампувальні нахили – 5°.

Складаємо ескіз штампованої заготовки для деталі вал (рис.3.1) згідно з ГОСТ 3.1126 – 88.

Технічні вимоги:

1. HRC = 28...32
2. Клас точності – T5 за ГОСТ 7505 – 89
3. Ступінь складності поковки C1
4. Група сталі M2
5. Радіуси закруглень зовнішніх кутів R = 3мм
6. Допуски на радіуси закруглень поковки +1 мкм
7. Штампувальні ухили 5°
8. Допустимі зміщення по роз'єму штампа – 0.8 мм
9. Допустима висота заусенців по периметру зрізу – 3мм
10. Сталь 45 за ДСТУ 7806:2015.

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						28
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок довжин ступенів поковки

Таблиця 3.2

Довжина ступеню вала, мм	Шорсткість поверхонь на торцях, мкм	Спільний припуск на дві поверхні, обмежуючі головну ступінь, мм	Довжина ступеню поковки, мм	Допуск розміру поковки мм
1	2	3	4	5
260	Ra10, Ra5	$(1.8+0.5+0.8)+(1.5+0.5+0.8)=5.9$	265.9	+1.6 -0.9
140	Ra5;Ra5	$(1.8+0.5+0.8)+(1.6+0.5+0.8)=6$	146	+1.4 -0.9
15	Ra5;Ra5	$(1.8+0.5+0.8)+(1.4+0.5+0.8)=5.8$	20.8	+0.9 -0.5
45	Ra5, Ra10	$(1.8+0.5+0.8)-(1.8+0.5+0.8)=-0.6$	44.4	+0.55 -0.25
305			310.3	+2.15 -1.15

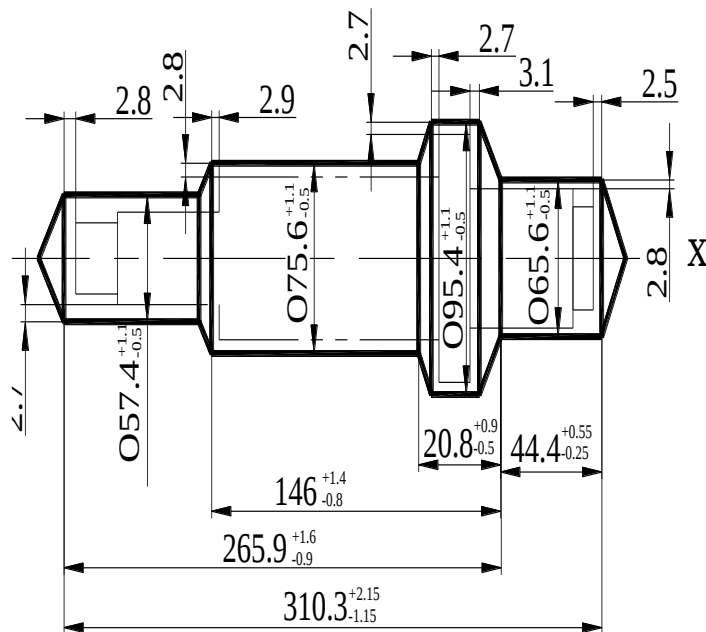


Рис.3.1. Ескіз заготовки для деталі вал

Інші технологічні вимоги за ДСТУ 7809:2015.

Маса штампування кованого буде дорівнювати:

$G_{\text{зш}} = \gamma V$, де γ -- щільність сталі 45, V -- об'єм поковки

$$V = 12\eta \frac{58^2 \cdot \pi}{4} + 125 \frac{76^2 \cdot \pi}{4} + 29 \frac{96^2 \cdot \pi}{4} + \frac{67^2 \cdot \pi}{4} \cdot 45 = 1252669.8 \text{ мм}^2$$

$$G_{\text{зш}} = 0.00785 \cdot 1252.6698 = 10.3 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{G_{\theta}}{G_{\text{зш}}} = \frac{6.7}{10.3} = 0.65$$

При використанні заготовки з прокату $d = 95$ за ДСТУ 4738:2007/ГОСТ 2590-2006, коефіцієнт використання матеріалу буде

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{6.7}{\frac{\pi 95^2}{4} \cdot 310 \cdot 0.00785 \cdot 10^{-3}} = \frac{6.7}{17.2} = 0.38$$

Застосування штампованої поковки зменшує майже в два рази відходи матеріалу.

3.2.2 Порівняльний аналіз методів отримання заготовки (штамповка, прокат)

Порівняємо вартість заготовки з прокату і вартість заготовки – поковки штампованої.

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						30
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість заготовки з прокату

$$B_{\text{заг пр}} = Q \cdot S - (Q - g) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн.},$$

де Q – маса заготовки, кг;

S – оптова ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн.;

g – маса готової деталі, кг;

$S_{\text{відх}}$ – ціна одної тони відходів, грн.

$$C_{\text{заг.пр}} = 17.2 \cdot 19.28 - (17.2 - 10.3) \frac{1200}{1000} = 389.66 \text{ грн.}$$

Вартість поковки штампованої визначається за формулою

$$C_{\text{з.шт.}} = \frac{C_{\text{баз}}}{1000} \cdot Q k_T k_C k_B k_M k_{II}, \text{ грн.},$$

де $C_{\text{баз}}$ – оптова ціна 1 т базових заготовок, грн.;

k_T, k_C, k_B, k_M – коефіцієнти що враховують клас точності, групу його складності, масу, марку матеріалу і об'єм виробництва заготовок.

$$k_T = 1.1 \quad k_C = 0.92 \quad k_B = 0.08 \quad k_M = 1.00 \quad k_{II} = 0.9$$

$$C_{\text{шт.}} = \frac{6875}{1000} 10.3 \cdot 1.1 \cdot 0.92 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 0.9 = 51.6 \text{ грн.}$$

З розрахунків видно що застосування поковки штампованої більш вигідне.

Рахувати вартість механічної обробки немає необхідності так як переваги отримання заготовок штамповки видно з цих розрахунків

3.3. Розрахунок вартості основних матеріалів

Витрати на основні матеріали визначаються виходячи з величини заданого річного випуску продукції, прогресивних норм витрат матеріалу на одиницю продукції, норм відходів і планових цін на матеріали і відходи.

Витрати на основні матеріали по одному виробу:

$$M = K_{\text{ТЗ}} m \Pi_M - g \Pi_{\text{відх}}, \text{ де}$$

$K_{\text{ТЗ}}$ – коефіцієнт враховуючий транспортні витрати;

m – маса деталі, кг;

Π_M – ціна матеріалу заготовки, грн./кг;

g – маса відходів при виготовленні деталей з заготовки;

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						31
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Pi_{\text{в\ddot{u}д\text{х}}$ – ціна реалізованих відходів.

Ціни на матеріали і поворотні відходи приймаються по діючим
прейскурантам.

Розрахунок на основні матеріали оформлюється у формі таблиці.

Розрахунок витрат на основні матеріали

Таблиця 3.3

вал	1	Найменування деталі
10000	2	Річне завдання, шт.
СТ45	3	Марка матеріалу за ГОСТ
0,3	4	Норма витрат на одиницю, кг
1030	5	Витрати на програму, т
6875	6	Ціна 1т. грн
7081	7	Сума, грн
3,6	8	Маса відходів на одну деталь, кг
360,0	9	Маса відходів на програму, т
1200	10	Ціна реалізації одної тони відходів, грн
432000	11	Сума від реалізації відходів в розрахунку на річне завдання
6649250	12	Витрати матеріалів 3 різницею реалізації відходів

3.4. Розробка групового маршрутного технологічного процесу

Маршрут виготовлення деталей встановлюється послідовністю технологічних операцій. При цьому керуються наступними загальними співвідношеннями:

- в першу чергу слід обробити поверхні заготовок, які є базами для подальшої обробки;
- потім слід обробляти поверхні, з яких знімається найбільший припуск, так як при цьому легше оброблюються внутрішні дефекти заготовки;
- далі послідовність операцій встановлюється в залежності від вимагаємої точності поверхні: чим точніша поверхня, тим пізніше вона повинна оброблюватися, так як обробка кожної наступної поверхні може викликати дефекти на поверхні, що оброблювалася раніше;

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						32
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- сполучення чорнової та чистової обробки на одному і тому ж верстаті може спричинити зниження точності оброблюваної поверхні в наслідок впливу значних сил різання і сил затяжки при чорновій обробці і великого зносу деталей верстата.

Враховуючи вказане вище складаємо комплексний маршрут обробки деталей групи:

- 005 контрольна
- 010 фрезерувально – центрувальна
- 015 токарна
- 020 програмно – токарна з ЧПК
- 025 програмно – токарна з ЧПК
- 030 контрольна
- 035 вертикально – фрезерувальна
- 040 свердлильна
- 045 вертикально – фрезерувальна
- 050 слюсарна
- 055 різьбофрезерувальна
- 060 шліфувальна
- 065 технічний контроль
- 070 консервація

3.5. Вибір обладнання, пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту

При виборі обладнання необхідно враховувати:

- відповідність розмірів робочої зони верстата габаритним розмірам деталі;
- можливість на даному етапі забезпечити потрібну точність обробки;
- потужність верстата (вона повинна відповідати або перевищувати потужність потрібної для обробки);
- продуктивність верстата.

У випадку недостатньої продуктивності одного верстата операцію слід проводити на декількох верстатах. З другої сторони, верстат череснірно великої

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						33
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продуктивності не буде завантажений, тому використання верстатів підвищеної продуктивності повинно бути достатньо обґрунтовано.

При виборі пристроїв враховують, що вибрані пристрої повинні:

- забезпечити задану точність обробки;
 - враховувати допоміжний час при виконанні технологічних операцій;
 - полегшити працю верстатника при установці, знятті і заміні деталей;
 - підвищити продуктивність верстата;
- і так далі.

Для задовольняння цих потреб необхідно використовувати швидкодіючі пристрої, що працюють від пневматичних, гідравлічних, електричних та інших приводів. Спеціалізована і механізована оснастка давно використовується в умовах багатосерійного і масового виробництва. В одиничному, мало серійному і серійному виробництві через велику вартість вона застосовується порівняно рідко.

Таким чином, виникає суперечність між необхідністю швидкого і ефективного оснащення технологічних процесів виробництва нових виробів високопродуктивною оснасткою і невиправданими витратами на її виготовлення. Позбутися цієї суперечності можливо шляхом створення стандартного уніфікованого оснащення, що допускає переналадження і перепідготовку конструкції, а також використання механізованих вузлів. При груповому виробництві необхідно використовувати групові переналагоджувальні пристрої.

Згідно розробленому технологічному процесу і вибраному обладнанню намічається інструмент, який може бути як нормальним так і спеціальним.

Розглянемо обладнання, пристрої і інструмент на кожну операцію окремо.

Фрезерувально-центрувальна операція

В якості обладнання вибираємо фрезерно-центрувальний півавтомат моделі МР – 76М.

Технічна характеристика МР-76М

Діаметр оброблюваної заготовки, мм – 25 – 80

Довжина оброблюваної заготовки, мм – 50 – 1250

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						34
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Число швидкостей шпинделя фрези	– 6
Межа частот обертання шпинделя фрези за хвилину	– 270 – 1255
Найбільший хід головки фрези (столу), мм	– 220
Межа робочих подач фрези (безступінчасте регулювання), мм/хв.	– 270 – 1255
Хід свердлильної головки, мм	– 15.
Межі можливих подач свердлильної головки (безступінчасте регулювання) мм/хв.	– 200 – 300
Потужність електродвигунів, кВт	
фрезерувальної головки	– 5,5
свердлильної головки	– 1,1
Габарити верстата, мм	
довжина	– 3300
ширина	– 1575

В якості ріжучого інструменту на цій операції застосовуємо фрези торцеві ГОСТ 8529 – 94 і свердла центровочні за ГОСТ 14952 – 95.

Деталь на цій операції встановлюється і закріплюється в машинних пневматичних лещатах.

В якості вимірювального інструмента використовується штангенциркуль ГОСТ 166–89.

Токарна чорнова операція

Обладнання – верстат токарно–гвинторізний моделі 16К20.

Технічна характеристика 16К20

Максимальний діаметр заготовки:

встановленої над направляючою станини, мм	400
над верхньою частиною супорта, мм	220
Кількість швидкостей обертання шпинделя	23
Межі частот обертання шпинделя в об/хв.	12,5 -2000
Межі подач, мм/об, поздовжніх	0,025–0,6

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						35
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поперекових	0,025–1,4
Потужність двигуна, кВт	10
Потужність по слабкій ланці, кВт	7,6 – 8,5

Для закріплення деталі на верстаті використовується патрон інерційний повідковий і центр, що обертається.

Ріжучий інструмент, який використовується на цій операції – різець упорний с $\varphi = 93 - 95^0$, який дозволяє обточувати деталі по циліндру і підрізати торець рухом від центра деталі до зовнішнього діаметру.

В якості вимірювального інструменту будемо використовувати штангенциркуль по ГОСТ 166–89 для вимірювання діаметрів та довжин ступенів.

Програмно - токарна операція з ЧПК

Використовуємо на цій операції обладнання – верстат моделі 16K20Ф3С32.

Технічна характеристика 16K20Ф3С32

Найбільший діаметр виробу, мм:

- встановлюваного над станиною	500
- оброблюваного над супортом	220
- оброблюваного над станиною	400

Найбільша довжина встановлюваного виробу, мм:

- при установці в центрах	1000
- без люнета	—

Найбільша довжина обробки, мм 870

Діаметр отвору в шпинделі, мм 53

Зміна частоти обертання шпинделя – безступінчасте.

Діапазон зміни частоти обертання шпинделя, який встановлюється вручну, об/хв.:

- I діапазон	22,4...365
- II діапазон	63...900
- III діапазон	160...2240

Межі програмуємих подач, мм/об:

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						36
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- поздовжніх	0,01...40
- поперекових	0,005...20
Дискретність переміщень , мм:	
- поздовжніх	0,01
- поперекових	0,005
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	11
Габарити верстата ,мм	3700× 1700× 2145

В якості ріжучого інструмента застосовуємо різці контурні з паралелограмними пластинами з $\varphi = 93-95^0$, які дозволяють виконувати обточку деталей по циліндру і конусу, оброблювати радіусні поверхні, галтелі та підрізати торці рухом від центру до зовнішнього діаметру. Даними різцями можливо проточувати канавки для виходу шліфувального круга.

Для вимірювання діаметрів ступенів деталей що оброблюються, використовують скоби універсальні ПР – НЕ, а для вимірювання довжин цих ступенів – шаблон - лінійки.

На вертикально-фрезерувальних операціях (таких операцій дві) використовуємо вертикально-фрезерувальний верстат моделі 6P13. На якому проводимо на одній операції фрезерування шпонкового пазу, а на другій фрезеруємо поверхню квадрат, встановлюючи деталь в ділильній головці.

Технічна характеристика 6P13

Розміри робочої поверхні столу (ширина × довжина), мм	320 × 1250
Найбільша маса оброблюваної деталі, кг	250
Найбільший діаметр фрези при чорновій обробці, мм	160
Кількість швидкостей обертання шпинделя, об/хв. :	50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500.
Кількість подач верстата	18
Межі подач столу, мм/хв. подовжня і поперечна	40 – 2000
вертикальна	13,3 – 666,6
Габарити верстата (довжина×ширина×висота), мм –	2560 × 2260 × 2300

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						37
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність електродвигуна головного руху, кВт 11

Радіально-свердлильна операція

Обладнання – радіально–свердлильний полегшений верстат моделі 2Л53У.

Технічна характеристика 2Л53У

Найбільший діаметр свердління, мм - 35
Частота обертання шпинделя, об/хв. - 35,5 – 1400
Подача, мм/об 0,1 – 1,1
Потужність електродвигуна головного руху кВт - 2,2
Габарит верстата (довжина×ширина×висота), мм - 1850×800×2430
Маса верстата, кг 2100

Деталь на цій операції закріплюють в спеціальному перенала-годжуваному кондукторі.

Різьбофрезерна операція

Обладнання - півавтомат різьбофрезерний патронний 5Б63

Технічна характеристика 5Б63

Найбільший діаметр, мм виробу, що встановлюється під станиною 450
Найбільша відстань між торцями шпинделя, мм 400
Найбільша довжина нарізаної різьби при роботі гребінчастою фрезою, мм 50
Найбільший крок оброблюваної різьби, мм 5
Кількість ступенів частот обертання шпинделя виробу, об/хв. 160–2500
Геометрична складність :
механічної частини 7,5
електричної частини 12,5
Габарити верстата, мм 1850×1180×1520
Потужність електродвигуна : головного руху , кВт 30
обертання шпинделя виробу 1,5
Сумарна потужність усіх електродвигунів 5,75

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						38
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Круглошліфувальна операція

Використовується верстат круглошліфувальний моделі 3М153У

Технічна характеристика 3М153У

Найбільший діаметр встановлюваного виробу, мм	140
Найбільша довжина виробу, мм	500
Найбільша довжина шліфування, мм	450
Висота центрів над столом, мм	90 ± 2
Тип і розмір круга (зовнішній діаметр × висота × діаметр отвору).	ПП 500 × 63 × 203
Швидкість шліфування круга	50 м/с
Найбільша потужність шліфування, кВт	5
Частота обертання виробу (безступінчасте регулювання)об/мм	55 – 900
Габарити верстата	2260 × 1920 × 1780
Потужність електродвигунів	12,5 кВт.

3.6. Визначення міжопераційних припусків і розмірів

Припуск – це шар матеріалу, який призначають для компенсації похибок, що виникають в процесі виготовлення деталі, в цілях забезпечення заданої її якості. розрахунку підлягає мінімальний припуск на обробку.

Величина припуску для елементарної поверхні деталі може бути назначена на основі розрахунку аналітичним методом чи визначення по відповідним довідковим таблицям.

Визначимо розрахунково–аналітичним методом припуск на саму точну поверхню деталі – поверхню Ø70h8, Ra 1,25.

Мінімальний припуск при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання визначається за формулою :

$$2Z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2})$$

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						39
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тут $R_{z_{i-1}}, T_{i-1}$ і ρ_{i-1} - висота поверхонь профілю (характеризує шорсткість поверхні), глибина дефективного поверхневого шару і сумарне значення просторових відхилень для елементарної поверхні на попередньому переході;

ε_{yi} - похибка встановлення заготовки на переході, що виконується.

Похибку установки визначають, як векторну суму похибок базування ε_{δ} і закріплення ε_z . У випадку, коли напрямки векторів невідомі

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

Розрахунки зводимо в таблицю 2.5.

Так, як в даному випадку обробка виконується в центрах, то похибка установки в радіальному напрямі дорівнює нулю. Ця величина виключається з основної формули і в таблицю цей стовпець можна не вписувати.

Сумарне відхилення заготовки

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}, \text{ де}$$

$\rho_{см}$ - похибка штампованих заготовок по зміщенню;

$\rho_{кор}$ - короблення поковок;

$\rho_{ц}$ - похибка центрування поковки;

$$\rho_{ц} = 0.25\sqrt{\delta^2 + 1},$$

де δ - допуск на діаметральний розмір базової поверхні заготовки, що використовується при зацентровані, визначаємо з таблиці 31, $\delta = 1,6$ мм.

$$\rho_{ц} = 0.25\sqrt{1.6^2 + 1} = 0.47 \text{ мм.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \rho_{см} = 0.8 \\ \rho_{кор} = 0.8 \end{array} \right\} \text{ таблиця 13 [6]}$$

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						40
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залишкова величина просторового відхилення на оброблених поверхнях є наслідком копіювання похибки при обробці. Для визначення залишкового відхилення можна користуватись емпіричною формулою :

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_{заг} ,$$

де K_y – коефіцієнт уточнення форми, який дорівнює :

- для чорнового точіння – 0,6
- для чистового точіння – 0,05
- для попереднього шліфування – 0,02

Рахуємо $\rho_{ост}$:

Для чорнового точіння $\rho_{ост} = 0,06 \times 1,225 = 0,0735$ мм

Для чистового точіння $\rho_{ост} = 0,05 \times 1,225 = 0,06125$ мм

Для попереднього шліфування $\rho_{ост} = 0,02 \times 1,225 = 0,0245$ мм

Всі інші розрахунки зводимо в таблицю.

Значення допусків приймаємо згідно до класів точності того чи іншого виду обробки (точіння чорнове – 12 квалітет, чистове – 10 квалітет, шліфування попереднє – 8 квалітет, остатнє – 7 квалітет). В графі “Граничний розмір” найменше значення отримуємо по розрахунковим розмірам, округленим до точності допуску відповідного переходу. Найбільші граничні розміри визначаються з найменших граничних розмірів складанням допусків.

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						41
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок припусків і попередніх розмірів по технологічним
переходам на обробку поверхні $\varnothing 70h7(^{10}_{-0.030})$

Таблиця 3.4

Техноло- гічні переходи	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мкм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мкм		Граничні значення припусків, мкм	
	f		ρ				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
заготовка	40	250	1225	—	74,138	600	74,1	75,7	—	—
обточу- вання :										
чорнове	60	60	73,5	2x1725	70,7085	300	70,7	71	3400	4200
чистове										
шліфу- вання :	30	30	61,25	2x193,5	70.3215	20	70,32	70,44	380	560
попереднє	10	20	24,5	2x121,3	70,079	46	70,079	70,125	214	315
остаточ- не	5	5	—	2x54,5	69,97	30	69,97	70	109	125

Максимальні граничні значення припусків $2z_{\max}^{np}$ дорівнюють різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а мінімальне значення $2z_{\min}^{np}$ - відповідно, різниці найменших граничних розмірів.

Проводимо перевірку :

$$2z_{\max}^{np} - 2z_{\min}^{np} = \delta_1 - \delta_2$$

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						42
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$4700 - 3400 = 1600 - 30 \text{ (мкм);}$$

$$1300 = 1300 \text{ (мкм).}$$

3.7. Розрахунок і призначення режимів різання

Розрахунок режимів обробки є одним з важливих етапів проектування. Від правильності їх значення залежать продуктивність процесу і оптимальне використання застосованого обладнання.

Розрахуємо режими різання для токарної чорнової і токарної чистової операції аналітичним методом.

Розрахунок буде виконуватися в наступній послідовності:

1. Назначається максимально допустима глибина різання згідно з величиною припуску, який знімається, потужністю верстата, надійністю закріплення заготовки.

2. Вибирається максимально допустима подача, величина якої визначається з урахуванням потужності верстата, надійності закріплення заготовки і вимог до шорсткості поверхні.

3. Визначається економічна швидкість різання в залежності від глибини різання, величини подачі, матеріалу ріжучого інструменту і заготовки, виду і характеру обробки.

4. Після знаходження швидкості визначається частота обертання шпинделя n для кожного переходу по формулі $n = \frac{1000 \bar{v}_p}{\pi \cdot d}$,

де d – діаметр оброблюваної поверхні;

$\bar{v}_p$ – розрахункова швидкість різання.

5. Отримана частота обертання коригується по даним паспорта вибраного верстата. При цьому в запас стійкості інструменту приймається найближча менша частота обертання.

6. Після уточнення розрахункової частоти обертання знаходиться дійсна швидкість різання, яка буде мати місце при обробці, по формулі $v = \frac{\pi d n}{100}$.

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						43
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Перевіряємо режими різання по потужності електродвигуна і по потужності шпинделя верстата по слабкій ланці.

Розрахунок режиму різання на токарну чорнову операцію, згідно з вказаною вище послідовністю розрахунку.

Установ А

Перший перехід – точити поверхню Ø61 мм

1. $t = 2,5$ мм.

2. $S = 0,6$ мм/об

3. Швидкість різання при точінні визначається за формулою

$$v_p = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

де C_v - коефіцієнт, що залежить від умов роботи і механічних властивостей оброблюваного матеріалу;

S_y – подача на один оберт деталі, мм/об;

K_v – коефіцієнт, що характеризує конкретні умови роботи;

m, x, y – показники ступеня при T, t, S ;

T – стійкість інструменту, мм ;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

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

$$K_{mv} = K_z \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv}$$

$$\left. \begin{array}{l} K_z = 1.0 \\ nv = 1.0 \end{array} \right\} \text{таблиця 2, с. 262 [2]}$$

K_{nv} - коефіцієнт, що враховує вплив поверхні заготовки

K_{uv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу

$$K_{uv} = 1,15$$

$$K_{nv} = 0,8$$

$$K_{mv} = 1,1$$

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						44
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_v = 1.1 \cdot 0.8 \cdot 1.15 = 1.012$$

$$C_v = 292;$$

$$T = 45 \text{ хв};$$

таблиця 7, с.269 [2]

$$m = 0.18; x = 0.15; y = 0.30$$

$$v_p = \frac{149}{2.5^{0.15} \cdot 0.6^{0.3}} = 151.37 \text{ м/хв.}$$

$$4. n = \frac{1000 \cdot 151.37}{\pi \cdot 61} = 730 \text{ об./хв.}$$

5. За паспортом верстата беремо $n = 630 \text{ об/хв.}$

6. Перераховуємо швидкість

$$v = \frac{\pi d n}{100} = 130 \text{ м/хв.}$$

7. Потужність різання визначаємо за формулою

$$N_{\text{різ}} = \frac{C_p \cdot t \cdot S^{0.75} \cdot v}{60 \cdot 102}, \text{ кВт}$$

$C_p = 210$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу і кута заточування різця

$$N_{\text{різ}} = \frac{210 \cdot 2.5 \cdot 0.6^{0.75} \cdot 130}{60 \cdot 120} = 7.6 \text{ кВт.}$$

Потужність на шпинделі $N_{\text{шп}} = 7,6 - 8 \text{ кВт.}$

Потужність на шпинделі по слабкій ланці

$$N_{\text{шп}}' = 7,6 - 8,5 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{різ}} < 7,8.$$

Процес різання здійснюваний.

Другий перехід – точити поверхню $\varnothing 41 \text{ мм}$

$$1. t = 5 \text{ мм}$$

$$2. S = 0,6 \text{ мм/об}$$

3. Коефіцієнти в формулі розрахунку потужності такі ж як на попередньому переході, тому

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						45
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\nu = \frac{149}{5^{0.15} \cdot 0.6^{0.3}} = 136.43 \text{ м/хв.}$$

$$4. n = 852 \text{ об/хв.}$$

$$5. \text{Приймаємо } n = 800 \text{ об/хв.}$$

$$6. \nu_p = \frac{\pi \cdot n \cdot 800}{1000} = 128.17 \text{ м/хв.}$$

$$7. N_{\text{різ}} = 12.06 \text{ кВт}$$

$$12.06 > 7,8$$

Процес різання не може здійснюватися при таких режимах.

Приймаємо $n = 400 \text{ об/хв.}$

$$\nu_p = 64 \text{ м/хв.}$$

$$N_{\text{різ}} = 5,73 \text{ кВт}$$

$$5,73 < 7,8. \text{ Процес різання здійснюваний.}$$

3.8. Технічне нормування

Після розрахунку режимів різання переходять до технічного нормування операцій. Норма штучно–калькуляційного часу, $T_{\text{шт.к}}$, хв., визначається за формулою :

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

де $T_{\text{н.з}}$ – підготувально–заключний час на виконання даної операції в хвилинах (береться по нормативам часу);

$T_{\text{шт}}$ – штучний час на виконання операції, хв.;

N – кількість деталей в партії, шт.;

Норма штучного часу на операцію чи перехід

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{пер}},$$

де T_o – основний час, вичислюється за відомими залежностями для конкретних видів обробки, хв.;

$T_{\text{доп}}$ – допоміжний час, що визначається за нормативами в хвилинах;

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						46
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{\text{обсл}}$ – час на обслуговування робочого місця, що дорівнює сумі часів технологічного і організаційного обслуговування в хвилинах;

$T_{\text{пер}}$ – час перерв на відпочинок і природних потреб в хвилинах.

Значення $T_{\text{обсл}}$ і $T_{\text{пер}}$ беруться у відсотковому відношенні від оперативного часу $T_{\text{опер}} = T_o + T_{\text{доп.}}$

Розрахуємо основний час для операції, розглянутої в попередньому пункті – це токарно –чорнова операція.

Для токарної обробки основний час розраховуємо за формулою

$$T_o = \frac{l}{n \cdot S} \cdot i, \text{ хв.},$$

де l – довжина обробки з врахуванням врізання і перебігу, мм;

n – частота обертання шпинделя (число обертів), об/хв.;

S – подача, мм/об;

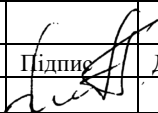
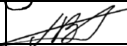
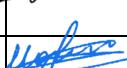
i – число проходів.

Для першого переходу – точити поверхню $\varnothing 61$ мм: $t = 2,5$ мм; $S = 0,6$ мм/об;
 $n = 630$ об/хв.; $i = 1$

$$T_o = \frac{46.5}{630 \cdot 0.6} \cdot 1 = 0.12 \text{ хв.}$$

По [18] визначаємо допоміжний час $T_{\text{доп.}}$, час на обслуговування робочого місця $T_{\text{обсл.}}$, час перерв на відпочинок $T_{\text{пер.}}$. Далі розраховуємо $T_{\text{шт.}}$ і $T_{\text{шт.к.}}$ за формулами, що приведені раніше. Результати розрахунків заносяться до технологічного процесу.

					6261м.07.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						47
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ						
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Конструкторська частина	Літ			Арк.	Аркушів	
Розробив		Мельников ОГ				М	Р				
Перевірів		Поліщук В.А				НУК					
Консульт.											
Ч.контр.		Моргун С.О.									
Ватвердив		Ткач М.Р.									

4. Конструкторська частина

4.1. Опис і розрахунок трьохкулачкового повідкового патрона з плаваючим центром і ексцентриковими кулачками автоматичної дії

Патрон являє собою зварний корпус 1, в якому розташований плаваючий центр 7 з пружиною 4 і три грузи балансира 5, встановлені на осях 9; балансири зв'язані з затискними кулачками 13 пальцями 8. Кулачки встановлені на осях 10, запресованих в передній стінці патрону.

Осьове переміщення центра 7 обмежується гвинтом 17. Центр має конічну шийку і в робочому положенні спрягається з конічним гніздом корпусу патрона, що усуває його биття. Зусилля пружини 4 регулюється гвинтом 3.

Для збільшення ваги балансирів 5 в них передбачені отвори діаметром 50 мм, залиті свинцем; вага кожного балансира приблизно 2 кг. Балансири знаходяться під дією пружини 2, що утримує їх в непрацюючому положенні. Патрон закритий кожухом 12 і кришкою 11, що закріплені на його корпусі гвинтами. Затиснення оброблюваної деталі, встановленої на центрах, виконується автоматично кулачками 13, що повертаються на осях під дією центр обіжних сил тягарів та сил різання. В момент ввімкнення верстата шпиндель з патроном починають обертатися, і кулачки 13 під дією центр обіжних сил від тягарів, миттєво повертаючись на пальцях, попередньо затискають деталь, попереджуючи її провертання. Остаточне затискання виконується від сил різання. При зупинці верстата, шпиндель з патроном перестають обертатися і пружина 2 розводить тягарі 5 і кулачки 13, деталь звільняється. Під час встановлювання оброблюваної деталі на центрах, центр задньої бабки видвигається і нажимаючи на деталь, переміщує її разом з плаваючим центром вперед, поки його конічна шийка щільно з'єднається з конічним гніздом в корпусі патрона.

Центр обіжні сили, які розвиваються кожним тягарем при обертанні шпинделя, попередньо затискають заготовку. Остаточне затискання відбувається під дією сил різання, які викликають тертя між профільною

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						49
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхнею кулачків і поверхнею деталі. Чим сильніше момент різання, тим сильніше кулачки затискають деталь.

В конструкції патрона відстань від центру ваги кожного тягаря до осі шпинделя $R = 0.05$ м. Тоді при $G = 400$ об/хв. центро обіжна сила, що діє на кожен кулачок буде дорівнювати :

$$P_y = 0.01GR \cdot \frac{n^2}{g},$$

де P_y – центр обіжна сила в Н;

G – тягарів в кг;

R – відстань від центру ваги до осі шпинделя верстата, в м;

g – прискорення вільного падіння

$$P_y = \frac{0,01 \cdot 2 \cdot 0,05 \cdot 400^2}{9,81} = 51 \text{ Н.}$$

Сумарна сила $P_{y, \text{сум.}} = 51 \cdot 3 = 153 \text{ Н.}$

Наявність такої сили виключає поворот заготовки на початку різання.

3.2. Опис і розрахунок лещат машинних пневматичних

Лещата застосовуємо для обробки шпон очних пазів на деталях групи. Замінний вкладиш 5, виготовлений у вигляді призми, вставляється нерухомо в центральну частину корпусу 1, а дві рухомі губки 4 важільного типу розміщені на осях 3.

Внутрішні плечі рухомих губок за допомогою плаваючих гайок 7 зв'язані з гвинтом 2. Гвинт має дві нарізки: праву і ліву, а середня його частина виготовлена у вигляді шестерні, що знаходиться в постійному зачепленні з рейкою, яка зв'язана зі штоком поршня пневмоциліндра 11.

При подачі повітря в ту чи іншу порожнину пневмоциліндра 10, рейка, переміщуючись разом з поршнем, повертає гвинт 2 і виконує затискання заготовки.

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						50
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміна напрямку подачі повітря виконується в ручну за допомогою розподільчого диску 19.

Для встановлення заготовки в визначеному положенні по довжині служить регулюючий упор 20; положення упору фіксується гвинтом 21.

В лещатах можна затискати деталі від 16 до 80 мм; поворот губок 4 при наладці лещат виконується гвинтом 2 за допомогою маховика 9.

Розрахунок пристрою

Вихідні дані до розрахунку:

- фрезерування виконується на вертикально – фрезерувальному верстаті моделі 6P13

- інструмент – фреза шпонкова Р6М5

$$D = 10 \text{ мм}$$

$$z = 2$$

$$t = 5$$

$$S_z = 0,025 \text{ мм/об.}$$

Розрахунок виконуємо в наступній послідовності:

1) Вибір баз

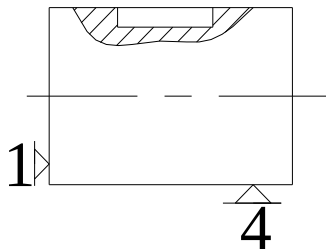


Рис.4.1. Схема розташування баз

Базування визначаємо по двом базам: опорній і подвійній направлямній.

2) Визначимо сили різання.

Для визначення сил різання складемо наступну схему:

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						51
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

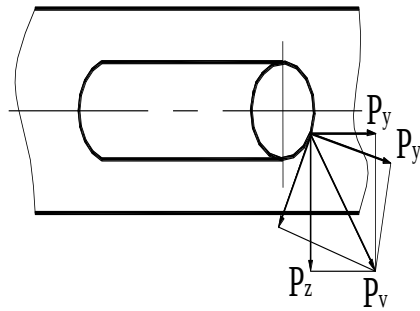


Рис.4.2. Схема сил різання

$$P_h = 0.4P_z$$

$$P_v = 0.95P_z$$

$$P_o = 0.55P_z$$

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x S_z^y B^u \cdot z}{O^g \cdot n^w} \cdot K_{mp};$$

$$K_{mp} = 1;$$

$$C_p = 12.5;$$

$$x = 0.85; y = 0.75; u = 1; g = 0.75; w = -0.13;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 5^{0.85} \cdot 0.025^{0.75} \cdot 5^1}{10^{0.75} \cdot 1000^{-0.13}} \cdot 1 = 67.3 \text{ Н}$$

$$P_h = 26.92 \text{ Н}$$

$$P_v = 63.9 \text{ Н}$$

$$P_o = 37.02 \text{ Н}$$

3) Складаємо схему сил різання, діючих на заготовку

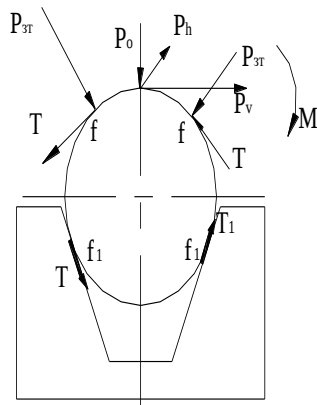


Рис.4.3. Схема сил, які діють на заготовку

$$M < T_1 \frac{D_{заг}}{2} + T \frac{D_{заг}}{2}$$

$$M = P_v \cdot \frac{P_{зам}}{2}$$

$$T_1 = \frac{(P_{зам} \cdot \sin 45 + P_o) \cdot f_1}{\sin 45}$$

$$T = \frac{(\sin 45 \cdot P_{зам} + P_o) \cdot f}{\sin 45}$$

$$P_v \cdot \frac{D_{заг}}{2} < \frac{D_{заг}}{2} \left[\frac{(0.7 \cdot P_{зам} + P_o) \cdot f_1}{0.7} + \frac{(0.7 \cdot P_{зам} + P_o) \cdot f}{0.7} \right]$$

$$P_v \cdot 0.7 < (0.7 P_{зам} + P_o) \cdot f_1 + (0.7 P_{зам} + P_o) \cdot f$$

$$P_{зам} > \frac{0.7 P_v - P_o \cdot f_1 - P_o \cdot f}{0.7(f_1 + f)}$$

$$P_{зам} > \frac{0.7 \cdot 64 - 37.02 \cdot 0.2 - 37.02 \cdot 0.25}{0.7 \cdot 0.45} = 89.34 \text{ Н}$$

$$P_{зам} > 89.34 \text{ Н}$$

беремо $k = 2.5$

$$P_{зат} = 223 \text{ Н}$$

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						53
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) Складаємо розрахункову схему пристрою

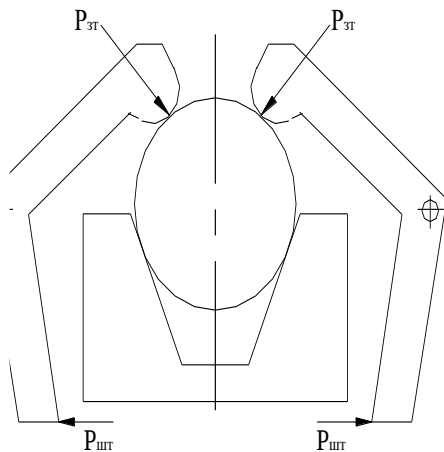


Рис.4.4. Розрахункова схема пристрою

$$P_{ум} = \frac{P_{ззж} \cdot 0.7}{1 - 0.3 \frac{0.8}{0.9}} = 212.8 \text{ Н}$$

$$P_{ум} = \rho_{\min} \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \eta$$

$$d_{ум} = 0.4 D_y$$

$$\rho_{\min} = 0.4 \text{ МПа}; \eta = 0.9$$

$$\frac{4P_{ум}}{\rho_{\min} \pi \eta} = D^2 - 0.16 D^2$$

$$0.84 D^2 = \frac{4P_{ум}}{\rho_{\min} \pi \eta}$$

$$D = \sqrt{\frac{4P_{ум}}{0.84 \rho_{\min} \pi \eta}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 213}{0.4 \cdot 10^6 \cdot 0.84 \cdot 3.13 \cdot 0.9}} = 8.9 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 89 \text{ мм}$$

$$d = 89 \cdot 0.4 = 35.6 \text{ мм}$$

Приймаємо D = 90 мм

$$d = 20 \text{ мм.}$$

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						54
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Розрахунок ріжучого інструменту

Свердлити отвір $\varnothing 10,2$ мм на довжину 125 мм.

Оброблюваний матеріал – сталь 45, $\sigma_s = 750$ МПа .

Необхідно розрахувати і сконструювати свердло.

При свердлінні на довжину $> 10d$ використовуємо спеціальне свердло з швидко ріжучої сталі з подовженою робочою частиною із підведенням ЗОР.

1. Діаметр свердла приймаємо 10,2 мм.
2. За нормативами визначаємо режими різання $S=0,2$ мм/об.
3. Розраховуємо швидкість різання

$$v = \frac{C_v \cdot D_g}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$C_v = 9.8, g = 0.4, y = 0.5, m = 0.2 [21, \text{табл.28 стр. 278}]$$

$$T = 25 \text{ хв.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 0.6 \cdot 1 \cdot 1 = 0.6$$

$$v = 16 \text{ м/хв.}$$

Визначимо осьову силу P_x за формулою

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot D^g \cdot S^y \cdot K_p$$

$$P_x = 10 \cdot 68 \cdot 10.2^{1.0} \cdot 0.2^{0.7} = 2204$$

4. Визначаємо обертаючий момент за формулою

$$M_{об} = 10 C_u D^g \cdot S^y$$

$$C_u = 0.345, g = 2.0, y = 0.8$$

$$M_{об} = 10 \cdot 0.00345 \cdot 10^2 \cdot 0.2^{0.8} = 9.5 \text{ Нм}$$

5. Визначаємо номер корпусу хвостовика свердла.

Момент тертя між хвостовиком і втулкою знаходиться за формулою

$$M_{тер} = \frac{\mu P_x (d_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.04 s \theta)$$

$\mu = 0.096$ - коефіцієнт тертя сталі по сталі.

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						55
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з того що $M_{mp} = 3M_{об}$, знаходимо середній діаметр хвостовика свердла

$$d_{cp} = (d_1 + d_2) / 2$$

$$\text{чи } d_{cep} = \frac{6M_{об} \sin \theta}{[\mu P_x (1 - 0.04s\theta)]}$$

$$\text{звідси } D_{cp} = 0.009m = 9\text{мм}$$

По СТ СЕВ 147 – 75 беремо найближчий конус Морзе з лопаткою, що має основні розміри $d_1 = 10\text{мм}$, $d_2 = 8\text{мм}$, $l_4 = 99\text{мм}$.

6. Геометричні і конструктивні параметри вибираємо наступні: вибираємо для подвійної заточки з підточуванням перемички (ДП): кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 30^\circ$; кут між ріжучими лезами $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$; задній кут $\alpha = 12^\circ$;

кут нахилу поперечного леза $\psi = 55^\circ$.

Розміри підточуванням $A = 2.5\text{мм}$; $l = 5\text{ мм}$; крок гвинтової канавки

$$H = \frac{\pi D}{\lg \omega} = 54.1\text{ мм.}$$

Потовщення серцевини по відношенню до хвостовика – 1.5 мм.

7.Вибираємо товщину серцевини свердла $d_c = 0.14D = 1,4\text{ мм}$. Потовщення серцевини за напрямком до хвостовика – 1,5 мм.

8. Обернена конусність свердла на довжині 100 мм робочої частини дорівнює 0,008мм .

9. Ширина стрічки свердла $f_o = 0.6\text{ мм}$, а висота потилиці по спинці $K = 0,3\text{ мм}$.

10. Ширину пера B визначаємо з співвідношення $B = 0,58D = 5,8\text{ мм}$.

11. Геометричні елементи профілю фрези для фрезерування канавки свердла знаходимо спрощеним аналітичним методом.

$$\text{Великий радіус профілю } R_0 = C_K \cdot C_2 \cdot C_\phi \cdot D$$

$$C_K = 0.026 \cdot 2\varphi^3 \sqrt{\frac{2\varphi}{\omega}} = 0.493$$

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						56
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_2 = \left(0.14 \frac{D}{d_c} \right)^{0.44} = 1.$$

При діаметрі фрези $D_\phi = 13\sqrt{D} = 41.1$, $R_0 = 17.75$ мм.

Менший радіус профілю $R_m = C_k D$, де $C_k = 0.015\omega^{0.75} = 1.91$ мм.

Ширина профілю $B = R_0 + R_m = 19.66$ мм. За цими параметрами будемо профіль канавкової фрези.

13. Основні технічні вимоги і допуски на свердло встановлюються за ДСТУ ISO 235:2018.

Діаметр свердла $10,2 - 0,035$.

Допуск на загальну довжину дорівнює подвоєному допуску за 14 квалітетом точності з симетричним розташуванням граничних відхилень.

Граничні відхилення конусу Морзе повинні відповідати ступеню точності АТ8 за ДСТУ ГОСТ 25557:2008 (ISO 296:1991).

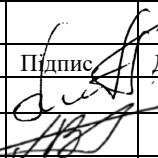
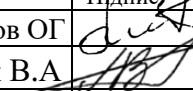
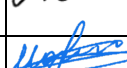
Радіальне биття робочої частини свердла відносно осі хвостовика не повинно перевищувати $0,15$ мм.

Граничні відхилення на кут 2φ дорівнюють $\pm 2^\circ$; на кут $2\varphi_0 = 5^\circ$.

Граничні відхилення кута нахилу гвинтової канавки ω дорівнює $- 2^\circ$;

Граничні відхилення розмірів підточування ріжучої частини свердла $+0,5$ мм. Твердість робочої частини свердла HRC = $62 \dots 65$. Твердість лопатки хвостовика HRC = $30 \dots 45$.

					6261м.07.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						57
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.07.МР.09.05.ПЗ						
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування дільниці	Літ			Арк.	Аркушів	
Розробив		Мельников ОГ				М	Р				
Перевірив		Поліщук В.А				НУК					
Консульт.											
Ч.контр.		Моргун С.О.									
Ватвердив		Ткач М.Р.									

5. Проектування дільниці

5.1. Коротка характеристика дільниці

На проектованій дільниці цеху виготовляється група деталей типу “тіла обертання”. Дільниця знаходиться в механічному цеху заводу і відноситься до багатосерійного типу виробництва. Планування дільниці здійснюється по ходу технологічного процесу. Таке розташування обладнання дозволяє легше вирішувати питання між операційного переміщення заготовок. Разом з використанням універсального обладнання, на дільниці застосовують токарні верстати з ЧПК моделі 16K20Ф3С32, фрезерно–центрувальний напівавтомат моделі МР76М і різьбофрезерний півавтомат моделі 5Б63. Верстати оснащені спеціальним технологічним обладнанням і високопродуктивним ріжучим інструментом. Транспортування деталей на виробничій дільниці виконується за допомогою підвісного крану, вантажопідйомністю 3 т.

5.2. Визначення розміру партії деталі

Для розрахунку штучно – калькуляційного часу на виготовлення деталі необхідно визначити розмір партії деталі :

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{н.з.}}{P},$$

де $t_{шт}$ - штучний час в хв.;

$t_{н.з.}$ - підготовчо – заключний час, в хв.;

P – мінімальний розмір партії деталей

$$P_{\min} = \frac{t_{н.з.}}{t_{шт \cdot \alpha}},$$

де α - коефіцієнт переналагодження $\alpha = 0,08$

					6261м.07.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						59
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розмір партії визначають по тій операції, де відношення $\frac{t_{n.з}}{t_{um}}$ буде найбільшим, такою операцією є різьбофрезерна операція, де $\frac{t_{n.з}}{t_{um}} = \frac{33.5}{1.84} = 18.2$;

$$P_{min} = \frac{18.2}{0.08} = 227.5 \text{ шт.}$$

Приймаємо $P = 200$ шт., так як 200 кратна виробничій програмі

$$Q = 100000 \text{ штук.}$$

Визначення розміру партії деталей дозволяє перейти до визначення штучно – калькуляційного часу на виготовлення деталі.

5.3. Розрахунок потрібної кількості обладнання

Потрібна кількість обладнання за типами визначається за формулою :

$$S_i = \frac{TH_i}{\Phi_B \cdot K_B}, \text{ де}$$

Φ_B – ефективний фонд часу роботи обладнання, верст.–год.;

K_B – коефіцієнт виконання норм часу;

TH_i – річна працемісткість виготовлення виробів на i – му типі обладнання,

н. – год. ;

$$TH_i = \frac{T_i \cdot Q}{60}, \text{ де}$$

T_i – сумарний штучно – калькуляційний час обробки одної деталі на i – му типі обладнання, хв.;

Q – річний обсяг випуску виробів, шт.

					6261м.07.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						60
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення штучно – калькуляційного часу

Таблиця 5.2

Найменування операції	Найменування обладнання	t _{шт} , хв.	t _{п.з.} , хв.	Розмір партії	t _{шт.к} , хв.
1	2	3	4	5	6
фрезерувально - центрувальна	фрезерно – центру- вальний півавтомат моделі МР – 76М	2.41	12	200	2.47
токарна	токарно – гвинто- різний верстат моделі 16K20	4.48	20		4.58
токарна з ЧПК	токарний верстат з ЧПК моделі 16K20Ф3С32	2.89	28		3,03
токарна з ЧПК	токарний верстат з ЧПК моделі 16K2Ф3С32	3.6	24		3.72
вертикально – фрезерувальна	вертикально – фре- зерувальний верстат моделі 6P13	1.57	17		1.8
радіально – свердлильна	радіально – сверд- лильний верстат моделі 2Л53У	1.75	20		2.035
вертикально – фрезерувальна	вертикально – фре- зерувальний верстат моделі 6P13	4.14	33.5		4.73
різьбофрезерувальна	різьбофрезеру- вальний півавтомат моделі 5Б63	1.84	29		2.18
круглошліфувальна	круглошліфувальний верстат моделі 3М153	3.18	18		3.59

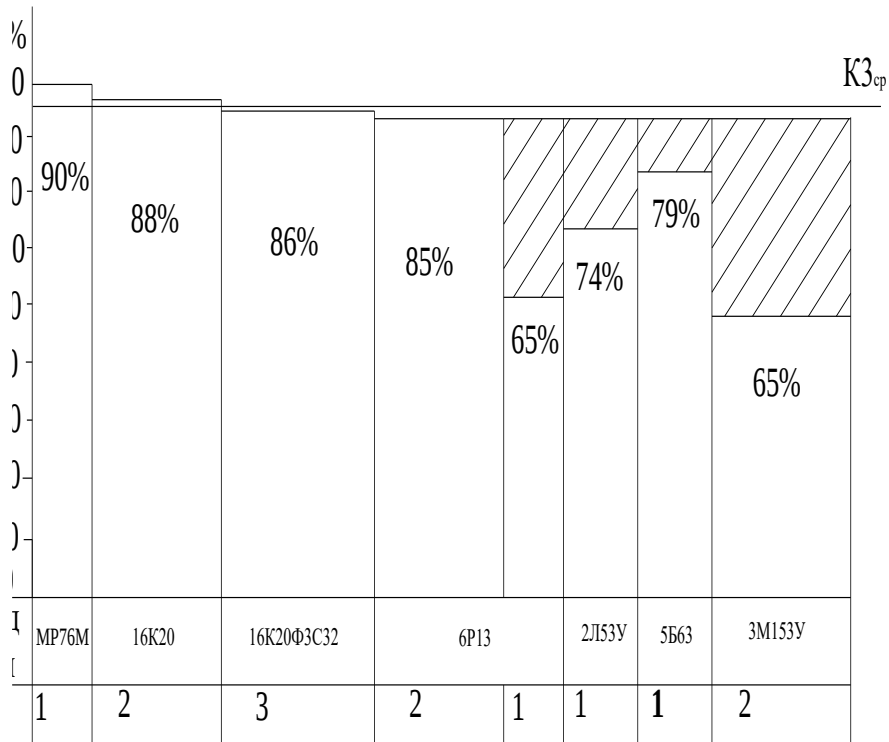
Розрахунок кількості обладнання і коефіцієнта його завантаження

Таблиця 5.3

Обладнання		1	Фрезеру- вально – центруваль- ний
Найменування	Модель		
	Річна програма, Q, шт.	2	MP76M
	Штучно – калькуляційний час на деталь	3	100000
	Річна трудомісткість ТН _i , н.-год. (гр3 × гр4)	4	0,0451
	Довантаження по кооперації, н.-год.	5	4150
	Річний обсяг робіт ТН _i , н.-год. (гр5+гр6)	6	–
	Ефективний фонд часу роботи обладнання, ФВ, верст.-год.	7	4150
	Коефіцієнт виконання норм	8	4060
	Розрахункове	9	1,13
	Кількість верс- татів, шт.,	10	0,9
	Прийняте	11	1
	Коефіцієнт завантаження обладнання (гр.10:гр11 × 100)	12	90
	Середній коефіцієнт завантаження обладнання	13	86,25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Токарно - гвинторізний	16K20	100000	0,08233	8233	—	8233	4060	1,13	1.79	2	89	86,25
Токарний з ЧПК	16K20		0,11867	11876	—	11876	3945	1,02	2.59	3	86	
Вертикально — фрезеру- вальний	6P13		0,03	3000	900	3900	4060	1,13	$\frac{0.85}{0.65}$	1	85	
Радіально - свердлильний	2Л53У		0,03392	3392	508	3900			$\frac{0.85}{0.74}$	1	85	
Вертикально — фрезеру- вальний	6PB		0,07883	7883	—	7883			$\frac{1.7}{2 \times 0.85}$	1	85	
Різьбофрезе- рувальний	5Б63		0,03633	3633	267	3900			$\frac{0.85}{0.79}$	1	85	
Круглошліфу вальний	3М153у		0,05983	5983	1817	7800			$\frac{1.7}{2 \times 0.65}$	3	85	
Разом										13		

На основі проведених розрахунків будуємо графік завантаження обладнання



- з довантаженням

- без довантаження

Рис.5.1. Графік завантаження обладнання

5.4. Визначення вартості основного обладнання

Для визначення вартості основного обладнання на ділянці складається смета витрат (табл.5.4)

Вартість основного обладнання

Таблиця 5.4

Обладнання	Модель	Кількість, шт.	Потуж- ність,		Площа, м ²		Ціна, грн.		Витрати на транспортування об- ладнання і монтаж. грн. (7 %)	Загальна вартість обладнання (п.9+10)	Ремонтна складність			
			одиниці	загальна	одиниці	загальна	одиниці	загальна			меха- нічна	елект- рична		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Фрезерно- центруваль- ний	MP76M	1	7,5	7,5	5,12	5,12	22000	22000	1540	23540	7,0	7,0	6,0	6,0
токарно- гвинторіз- ний	16K20	2	10	20	2,2	4,4	90000	180000	12600	192600	11	22	8,5	17,0
токарний	16K20Ф3С32	3	10	30	4,0	12,0	96000	288000	20160	308160	'	'	'	'
вертикально- фрезеруваль ний	6P13	3	7,5	22,5	4,49	13,47	32000	96000	6720	102720	14	42	8,5	25,5
радіально- свердлиль- ний	2Л53У	1	1,4	1,4	2,2	2,2	28000	28000	1960	29960	13,5	13,5	17,5	17,5

Продовж. табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
різьбофре- зерувальний	5Б63	1	2,6	2,6	2,48	2,48	85000	85000	5950	90950	18	18	21	21
круглошліфу вальний	3М153У	2	11,3	22,6	10	20	180000	360000	25200	385200	10	20	8	16
Усього		13	-	106,6	-	59,67	-	-		1133130				

5.5. Планування ділянки, розрахунок виробничої площі

Планування ділянки – це планування обладнання основного і допоміжного, підйомно–транспортного, робочих місць, під’їздів і інженерних мереж.

Планування виконують після вибору основних параметрів будівлі і його конструкції.

Найбільш розповсюдженою конструкцією для розміщення механоскладального цеху є одноповерхова багато пролітна будівля прямокутної форми з підлогою на бетонній основі і перекриттям, що підтримується системою колон, які утворюють прольоти цеху, і є основними структурними частинами будівлі.

Основними параметрами будівлі є :

- ширина прольоту $L = 18000 \text{ мм} = 18\text{м}$;
- крок колони $t = 12\text{м}$;

- висота прольоту $H = 7200 \text{ мм} = 7.2 \text{ м}$

Висоту прольоту визначаємо за формулою :

$$H = K + z + l + f + a + h, \text{ де}$$

K – висота найбільш високого верстата,

Z – проміжок між виробом, що транспортується, піднятим в крайнє верхнє положення і верхньою точкою найбільш високого станка;

f – відстань від верхньої кромки транспортованого виробу до центру гака крана в верхньому положенні;

a – резерв 300 – 800 мм при верхньому положенні гака;

$h = A + m$, де A – застосовують по ГОСТ 7890 – 87, а $m \geq 100 \text{ мм}$.

Остаточну висоту приймають з урахуванням установчого модуля висоти і отримуємо $H = 7.8 \text{ м}$.

Після вибору основних параметрів будівлі і планування ділянки розраховують виробничу площу.

Виробничою називається площа ділянки, безпосередньо призначається для виконання технологічного процесу.

По плануванню ділянки визначаємо значення його виробничої площі

$$F_{\text{П}} = 11 * 12 + 2 * 20 = 172 \text{ м}^2$$

Площу побутових приміщень приймаємо у розмірі 15% від виробничої площі :

$$F_{\text{б}} = 172 \text{ м}^2 * 0,15 = 25,8 \text{ м}^2$$

5.6. Розрахунок чисельності працюючих на ділянці

Загальна чисельність працюючих на ділянці визначається, як сума чисельності з кожної категорії працюючих:

$$K_{\text{заг}} = K_{\text{р}} + K_{\text{д}} + K_{\text{ітр}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{моп}}$$

					6261м.07.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						67
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість основних виробничих робітників і-й професії визначається за формулою:

$$K_{pi} = TH_i / \Phi B \times KB \times KB,$$

де TH_i – річна працемісткість і-го виду робіт, н.- год.;

ΦB – дійсний річний фонд часу роботи робітника, н. – год.;

KB – коефіцієнт виконання норм часу робітників і-й професії;

KB – коефіцієнт багатостатності.

Результати розрахунків зведені до таблиці 5.5.

Кількість основних виробничих робітників і-й професії

Таблиця 5.5

Професія	Розряд	Працеміст- кість робіт, TH_i , н.-год.	Ефективн ий фонд часу робітника, год.	Коефіцієнт виконання норм, KB	Чисельність робітників, чол.	
					за розра- хунком	прийнят е
1	2	3	4	5	6	7
токарь	3	8233	1820	1,13	3,95	4
фрезеру- вальник	3	15933		1,13	7,67	8
свердлува льник	3	3900		1,13	1,87	2
шліфу- вальник	3	7800		1,13	3,75	4
фрезеру- вальник	3	3900		1,13	1,87	2
оператор	4	11250		1,02	5,99	6
Разом		51016				26

Кількість допоміжних робітників можна визначити:

- за кількістю робочих місць, за якими ці робітники закріплені (крановики, стропальники);
- за нормами обслуговування (наладники верстатів, контролери і та ін.);

- за відсотковим відношенням від кількості основних виробничих робітників.

Розрахунок кількості допоміжних робітників

Таблиця 5.6

Професія	Число агрегатів які обслуговуються, шт.	Норма обслуговування	Кількість допоміжних робітників,чол.	Розряд	Режим роботи	Необхідне число робітників, чол.	Часова тарифна ставка, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
наладник обладнання	13	8-10	1,3	5	2 зміни	2,6	21,464
електромонтери	103	1050	0,1	3		0,2	17,045
слюсар з ремонту	122,5	660	0,18	3		0,36	17,045
контролер-приймальник	13	11-14	1	4		2	18,939
стропальник	1	1	1	2		2	13,889
крановик	1	1	1	4		2	18,939
водії електрокар	13	50-70	0,26	4		0,52	18,939
Усього						9,68	

Кваліфікація виробничих робітників розраховується за формулою:

$$P_{\text{ср.р.}} = \sum K_{\text{рі}} \cdot x P_{\text{рі}} / \sum K_{\text{рі}},$$

де $K_{\text{рі}}$ - число робітників даного розряду;

$P_{\text{рі}}$ – тарифний розряд робітників.

$$P_{\text{ср.р.}} = 2,6 \times 5 + (0,2 + 0,36) \times 3 + 2 \times 2 + (2 + 0,52) / 9,68 = (13 + 1,68 + 4 + 10,08) / 9,68 = 2,97.$$

Розрахунок необхідної кількості спеціалістів, службовців, молодшого обслуговуючого персоналу зведено до таблиці 5.7.

					6261м.07.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						69
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок чисельності спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 5.7

Професія	Норма обслуговування одним робітником	Число чоловік, які обслуговують	Кількість працюючих чоловік (п.3/п.2)	Оклад, грн.
1	2	3	4	5
І. Спеціалісти:				
Майстер	1 на зміну		2	4900
Інженер-технолог	60	26	0,43	4800
Інженер-нормувальник	70	26	0,37	4300
Інженер-планувальник	60	26	0,43	4300
Економіст	60	26 + 9,68	0,59	4000
Усього	-		3,82	
П. Службовці:				
Бухгалтер	150	26 + 9,68	0,24	4000
Табельник	200	26 + 9,68	0,18	2550
Обліковець	200	26 + 9,68	0,18	2550
Усього	-	-	0,6	
МОП:				
Прибиральник побутових приміщень	240 м ²	25,8 м ²	0,11	1750
Усього	-	-	0,11	
Разом	-	-	4,53	

Кількість та структуру працюючих на ділянці по виготовленню деталі зводимо до таблиці 5.8.

					6261м.07.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						70
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведена відомість працюючих на ділянці

Таблиця 5.8

№№ п/п	Категорія працюючих	Кількість працюючих, чол.	Структура, %
1.	Основні робітники	26	64,66
2.	Допоміжні робітники	9,68	24,07
3.	Спеціалісти	3,82	9,5
4.	Службовці	0,6	1,5
5.	Молодший обслуговуючий персонал	0,11	0,27
	Разом	40,21	100,0

5.7. Визначення величин капітальних вкладів

На основі розрахунків основних виробничих фондів визначаємо розмір капітальних вкладів на організацію ділянки (таблиця 5.9).

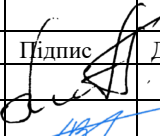
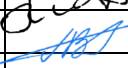
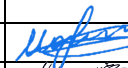
					6261м.07.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						71
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення величини капітальних вкладів

Таблиця 5.9

Групи основних виробничих фондів	Вартість ОВФ, грн.	Структур а ОВФ, %	Примітка
1	2	3	4
I. Будівлі, споруди та передаточні пристрої:			
1. Будівлі виробничі	129000	8,09	1200 грн. за 1 м ²
2. Будівлі (побутового призначення)	16770	1,05	800 грн. за 1 м ²
3. Силові машини та енергетичне обладнання	106600	6,69	1000 грн. за 1 кВт
Разом	252370	15,83	
П. Транспорт, ОЕМ, прилади:			
1. Транспортні засоби та передавальні устрої	169969,5	10,7	15 % від вартості обладнання
2. Виробничо-господарчий інвентар	13000	0,77	500 грн. на 1 основного робітника
Разом	182969,5	11,47	
Ш. Інше:			
1. Робочі машини та обладнання	1133130	71,06	
2. Інструмент, пристрої, виробничо-господарський інвентар:			
а) інструмент	16996,95	1,07	1,5% від вартості обладнання
б) пристрої	9100	0,57	700 грн. на 1 верстат
Разом	1159226,95	72,7	
Всього капітальних витрат	1594566,45	100,0	

					6261м.07.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						72
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.07.МР.09.06.ПЗ				
					Організаційно- економічна частина				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Мельников ОГ							
Перевірив		Поліщук В.А							
Консульт.									
Ч.контр.		Моргун С.О.							
Ватвердив		Ткач М.Р.							
					Літ		Арк.	Аркушів	
					М	Р			
					НУК				

6. Організаційно-економічна частина

6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної платні працівників дільниці

Фонд заробітної платні на дільниці складається з:

- а) фонду основної заробітної платні працюючих;
- б) фонду додаткової заробітної платні працюючих.

До основної заробітної платні відносяться витрати на виплату основної заробітної платні, нарахованої відповідно до прийнятих систем оплати праці у вигляді тарифних ставок, окладів і відрядних розцінок, а також планованого обсягу відповідних видів продукції.

Річний фонд основної заробітної платні основних робітників визначається за формулами:

- для робочих відрядників

$$ЗП_{\text{осн. відр.}} = \sum_{i=1}^m C_{\text{ч } i} \times T_n \quad \text{або} \quad ЗП_{\text{осн. відр.}} = \sum_{i=1}^m P_i \times A_i,$$

де m – номенклатура деталей;

$C_{\text{ч } i}$ – годинна тарифна ставка робочих, грн.;

T_n – працемісткість річної програми i -го виробу, н-год;

P_i – відрядна розцінка за обробку i -ї деталі, грн./шт.;

A_i – річна програма i -го виробу, шт.

- для робітників-погодинників

$$ЗП_{\text{осн. погод.}} = C_{\text{ч } i} \times K_p \times \Phi_{\text{еф}},$$

де K_p – кількість робітників- погодинників, осіб;

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний річний фонд часу одного робітника, год.;

Річний фонд основної заробітної плати допоміжних робітників розраховується аналогічно $ЗП_{\text{осн. повр.}}$

$$ЗП_{\text{осн.допом.}} = C_{\text{ч } i} \times K_p \times \Phi_{\text{еф}}$$

$$ЗП_{\text{тар.відр.Ш}} = 1,31 \times 4,339 = 5,684 \text{ грн.}$$

$$ЗП_{\text{тар.відр.Ш}} = 3540 \times 4,339 = 15360,06 \text{ грн.}$$

					6261м.07.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						74
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний фонд заробітної плати фахівців, лічильно-контрського і молодшого обслуговуючого персоналу визначається на основі штатного розкладу цеху і діючих систем посадових окладів.

До додаткової заробітної платні відносяться витрати на виплату виробничому персоналу цеху додаткової заробітної платні, нарахованої за роботу понад установлену норму, за трудові успіхи і винахідливість, особливі умови праці. Вона включає також доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством. Сума додаткової заробітної платні визначається множенням суми основної заробітної платні на середні норми додаткової заробітної платні.

6.2 Визначення основного фонду заробітної платні виробничих робітників

Розрахунки основної заробітної платні основних робітників виконуються за формулою по кожній операції технологічного процесу. Результати розрахунків зводяться в таблицю (табл.6.1).

На зубодовбальній операції застосовується багатOVERстатне обслуговування, отже розрахунок заробітної платні

на одиницю продукції

$$ЗП_{\text{тар.відр}} = 7,42 \times 5,71 \times 0,65 = 27,53 \text{ грн.}$$

на програму

$$ЗП_{\text{тар.відр}} = 14840 \times 5,71 \times 0,65 = 55078,66 \text{ грн.}$$

Розрахунки по іншим операціям проводяться аналогічно і заносяться до таблиці.

					6261м.07.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						75
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок основного фонду заробітної платні виробничих робітників

Таблиця 6.1

Найменування професії	Розряд роботи	Основна заробітна платня за одиницю продукції			Основна заробітна платня на програму з урахуванням супутньої продукції		
		Норма часу, Т _{шт.к.} , н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.	Працевісткість річної програми, н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.
1		3		5	6	7	8
Токар	3	0,076	16,986	1,28	8233	16,986	138935,81
Фрезерувальник	3	0,109	16,986	1,84	15933	16,986	269203,97
Свердлильник	3	0,034	16,986	0,57	3900	16,896	65894,4
Шліфувальник	3	0,06	16,986	1,01	7800	16,896	131788,8
Фрезерувальник	3	0,078	16,986	1,32	3900	16,896	65894,4
Оператор	4	0,113	22,727	2,13	11250	22,727	212321,25
Разом:		-	-	8,15	-	-	884038,63

6.3. Розрахунок основного фонду заробітної платні допоміжних робітників

Річний фонд заробітної платні допоміжного робітника (мастильника) визначається за наступною формулою:

$$ЗП_{\text{осн.повр.}} = 8,172 \times 2,6 \times 1820 = 1841,25 \text{ грн.}$$

Аналогічно робимо розрахунки для допоміжних робочих інших професій. Результати розрахунків зводимо в таблицю 6.2.

Розрахунок основного фонду заробітної плати допоміжних робітників

Таблиця 6.2

Професія	Розряд	Кількість, осіб.	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний річний фонд часу, год.	Основна заробітна платня, грн. (З*4*5)
1	2	3	4	5	6
Наладники обладнання	5	2,6	21,464	1820	88663,48
Слюсар з ремонту	3	0,36	17,045		9749,38
Електрик	3	0,2	17,045		5416,32
Контролер-приймальник	4	2	18,939		60180,12
Крановик	4	2	18,939		60180,12
Стропальник	2	2	13,889		50377,6
Водії електрокар	4	0,52	18,939		15646,83
Разом		9,68			290213,85

6.4. Розрахунок основного фонду заробітної платні спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Заробітна платня розраховується, на основі штатного розкладу цеху і діючої системи посадових окладів. Розрахунок зводиться в таблицю 6.3.

Річний фонд заробітної платні спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу:

$$Z_{\text{осн.сл.}} = K_{\text{сл.і}} \times O_{\text{м.і}} \times M,$$

де $K_{\text{сл.і}}$ – кількість службовців і-ї групи;

$O_{\text{м.і}}$ – місячний оклад, грн.;

M – число місяців роботи за рік.

Розрахунок основного фонду заробітної платні спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 6.3

Категорія працюючих, найменування посади	Кількість штатних працівників, осіб	Посадовий оклад, грн.	Кількість місяців у році	Величина основного фонду заробітної плати, грн.
1	2	3	4	5
Спеціалісти				
а) майстер	2	4900	11	55220
б) інженер-технолог	0,43	4800	11	11352
в) інженер-нормувальник	0,37	4300	11	9361
г) інженер-планувальник	0,43	4300	11	10879
д) економіст	0,59	4000	11	14602,5
Разом:	3,82			101414,5
Службовці				
а) бухгалтер	0,24	4000	11,2	5940,48
б) табельник	0,18	2550	11,2	3286,08
в) обліковець	0,18	2550	11,2	2721,6
Разом:	0,6			11948,16
Молодший обслуговуючий персонал				
а) прибиральник побутових приміщень	0,11	1750	11,2	1570,8
Разом:	0,11			1570,8
Всього:	4,53			114933,46

6.5 Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної платні працюючих на дільниці

При розрахунку додаткової заробітної платні застосовується формула:

$$З_{\text{доп.і}} = \frac{З_{\text{осн}} \cdot Н_{\text{ді}}}{100},$$

де $Н_{\text{д}}$ – норма нарахування додаткової заробітної платні, %

Середньорічна заробітна платня одного працюючого:

$$З_{\text{ср.і}} = \frac{З_{\text{осн.і}} + З_{\text{доп.і}}}{K_i},$$

де K_i – кількість працюючих і-ї групи.

Середньомісячна заробітна платня одного працюючого

$$З_{\text{ср.м.і}} = \frac{З_{\text{ср.і}}}{12},$$

Разом по графах середньорічна і середньоарифметична заробітна платня підводиться як середнє арифметичне від даних значень у колонках.

Розрахунок середньорічної і середньомісячної заробітної платні працюючих дільниці приведений у таблиці 6.4.

Зведена відомість річного фонду заробітної плати дільниці

Таблиця 6.4

Категорія працюючих	Чисельність	Річний фонд заробітної плати			Усього, грн.	Середньорічна зарплата одного працюючого, грн.	Середньомісячна зарплата одного працюючого, грн.
		Основна заробітна плата, з урахуванням довантаження	Додаткова				
				Σ			
1	2	3		5	6	7	8
Основні	26	884038,63	35	309413,52	1193452,15	45902,0	3825,17
Допоміжні	9,68	290213,85	25	72553,46	362767,31	37475,96	3123,0
Спеціалісти	3,82	101414,5	30	30424,35	131838,85	34512,79	3876,07
Службовці	0,6	11948,16	20	2389,63	14337,79	23896,32	1991,36
МОП	0,11	1570,8	18	282,74	1853,54	16850,4	1404,2
Разом:	40,21	1289185,94		415043,7	1704229,64	42383,23	3531,94

6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію обладнання

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання наведено в таблиці 6.5.

Для включення витрат на утримання й експлуатацію обладнання в собівартість одиниці продукції визначимо % $B_{уео}$ по формулі:

$$\%B_{уео} = \frac{\sum B_{уео}}{\sum ЗП_{осн}} \times 100\%$$

де $\sum ЗП_{осн}$ - фонд основної заробітної плати основних робочих (результат таблиці 6.1).

$$\%B_{уео} = 884038,63 / 651813,05 \times 100 \% = 135,63\%.$$

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Таблиця 6.5

Статті витрат	Елементи витрат	Спосіб розрахунку	Величина витрат, грн.
1	2	3	4
1. Витрати на повне відновлення капітального ремонту основних виробничих фондів (устаткування, транспортних засобів, інструментів)	Амортизація	Амортизація виробничого устаткування транспортних засобів, і інструмента визначаємо по формулі: $A = \frac{F_{пер} \times H_a}{100} \text{ де,}$ $F_{пер}$ – балансова вартість устаткування, транспортних засобів і інструментів; H_a – норма амортизації, %; на устаткування – 8 %; транспортних засобів – 40 %; інструментів – 24 %. $A_{уст} = (1133130 \times 0,08) = 90650,4$ $A_{тр} = (169969,5 \times 0,4) = 67987,8$ $A_{ін} = (16996,95 \times 0,24) = 4079,27$	90650,4 67987,8 4079,27
Разом по I статті:			16217,47

2. Витрати на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування)	Матеріали	Вартість мастильних, обтиральних матеріалів, емульсій для охолодження $M = \Sigma m \times R \times K_{cm} \times C_{cm} \times D_p,$ де m – норма витрат мастильних матеріалів на одиницю ремонтної складності по групах устаткування за день: - для токарних верстатів m = 0,015 кг; - для протягувальних – 0,02 кг; - для фрезерувальних - 0,025 кг; - для зубодовбальних – 0,02 кг. $C_{пр}$ – прийнята кількість верстатів даної групи; R=176 – кількість одиниць ремонтної складності; K_{cm} – коефіцієнт змінності ($K_{cm}=2$); $C_{cm}=1,05$ – вартість одиниці мастильно-обтиральних матеріалів, грн.; $D_p=251$ – кількість робочих днів у році $M=(5 \times 0,025 + 2 \times 0,015 + 2 \times 0,02 + 1 \times 0,025) \times 122,5 \times 2 \times 1,05 \times 2,51 = 1757$	1757
	Заробітна платня	Витрати на оплату праці робітників, що обслуговують устаткування (наладники, мастильники) визначають: а) основна заробітна плата: $Z_{осн} = C_{п} \times \Phi_{эф} \times K_p = 2,6 \times 18,737 \times 1820 = 88663,48$ б) додаткова заробітна плата: $Z_{доп} = Z_{осн} \times 25 \% = 88663,48 \times 25 \% = 22165,87$ в) відрахування на соціальне страхування: $Z_{соц} = (3П_{тар.позод} + 3П_{доп}) \times H_{соц} / 100 \% = (88663,48 + 22165,87) \times 37,5 \% = 41561$	88663,48 22165,87 41561

	Послуги	Витрати на електроенергію $C_{\text{эл}} = \sum_{i=1}^n N \times \Phi_{\text{ном}} \times K_{\text{исп}} \times C,$ де N – установлена потужність устаткування по групах, кВт. Φ – нормативний фонд часу роботи устаткування, рік. C – вартість одного кВт × год. електроенергії, грн. $K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання устаткування. $C_{\text{эл}} = 106,6 \times 4060 \times 0,7716 \times 0,8625 = 288027,9$	288027,9
		Витрати на стиснене повітря $S_{\text{в}} = B \times \Phi_{\text{эф}} \times S \times K_{\text{з}} \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) \times C_{\text{в}},$ де B – норма витрати стиснутого повітря за 1 рік роботи устаткування, м³. S – кількість однорідних одиниць устаткування споживаючих стиснене повітря, шт. β – втрата повітря в трубопроводі (5%); $C_{\text{в}}$ – ціна одного м³ стиснутого повітря, грн. $K_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження устаткування. $S_{\text{в}} = 1,15 \times 4060 \times 13 \times 0,8625 (1 + 5/100) \times 0,08496 = 4670,14$	4670,14

		Витрати на воду $C_{\text{вод}} = \frac{Q \times \Phi_{\text{эф}} \times S}{1000} \times \Pi_{\text{вод}}$ де Q – норма витрати води на 1 верстат у рік, м³, $\Pi_{\text{вод}}$ – ціна 1 м³ води, 8,928 грн. $\Phi_{\text{эф}}$ – ефективний фонд часу роботи устаткування, рік. S – число верстатів працюючих із СОЖ, шт. $C_{\text{вод}} = (0,6 \times 4060 \times 13) / 1000 \times 8,928 = 282,73$	282,73
Разом по II статті:		447128,12	
3. Витрати на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів	Матеріали	Для устаткування, крім автоматичних ліній, можна застосовувати в розмірі 4,5% від балансової вартості устаткування, 5% від вартості інструмента і 4,5% для транспортних засобів. $C_{\text{уст}} = 1133130 \times 0,045 = 50990,85$ $C_{\text{тр}} = 169969,5 \times 0,05 = 8498,48$ $C_{\text{ін}} = 16996,95 \times 0,045 = 764,86$	50990,85 8498,48 764,86
	Зарплата	Витрати на оплату праці робітників, зайнятих на ремонтних роботах (слюсарі, електрики та ін.) визначаються аналогічно розрахункам у другій статті. $З_{\text{осн.}} = 0,56 \times 14,88 \times 1820 = 15165,7$ $З_{\text{доп}} = 15165,7 \times 0,25 = 3791,42$ $З_{\text{соц.}} = (15165,7 + 3791,42) \times 0,375 = 7108,92$	15165,7 3791,42 7108,92
Разом по III статті:			86320,23

4. Витрати на внутрішньозаводські переміщення вантажів	Матеріали	Вартість мастильних і обтиральних матеріалів, пального, запасних частин і інших транспортних засобів, що використовуються для експлуатації, при укрупнених розрахунках, приймається 2% від вартості транспортних засобів. $169969,5 \times 0,02 = 3399,39$	3399,39
	Зарплата	Зарплата на оплату праці робітників, зайнятих переміщенням вантажів визначається аналогічно другій статті	104311,48 26077,87 48896
	Послуги	Вартість транспортних послуг допоміжних цехів, при укрупнених розрахунках, можна прийняти 2-3% від суми статей 1; 2; 3 $549665,82 \times 0,02 = 10993,32$	10993,32
Разом по IV статті:			89366,58
5. Знос малоцінних інструментів та тих, що швидко зношуються	Матеріали	Вартість малоцінних інструментів і пристроїв та тих, що швидко зношуються, по укрупнених розрахунках, можна прийняти на 1 верстат, грн $C = 250 \times 4 + 190 \times 3 + 230 \times 1 + 190 \times 1 + 26 \times 1 + 250 \times 2 = 2750$	2750
	Послуги	Суму зносу малоцінного інструменту і пристроїв та тих, що швидко зношуються, вартість їхнього заточення і ремонту можна прийняти 25-30% від їхньої вартості $2750 \times 0,3 = 825$	825
Разом по V статті:			3575
6. Інші.		Витрати непередбачені іншими статтями можна прийняти в розмірі 2-3% від суми попередніх статей $639032,4 \times 0,02 = 12780,65$	12780,65
Разом:			651813,05

6.7. Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі

6.7.1 Калькуляція виготовлення деталі

Калькуляція – це визначення собівартості одиниці конкретного виду продукції. При визначенні виробничої собівартості продукції, що виробляється на дільниці механічного цеху, слід спиратися на стандарт бухгалтерського обліку П(С)БУ16.

Калькуляція виготовлення деталі

Таблиця 6.6

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина і матеріали	198,53	Розділ ДП табл.2.3
02	Зворотні відходи	(4,32)	-“-
03	Основна заробітна платня основних виробничих робітників	8,15	Табл.6.1
04	Додаткова заробітна платня основних виробничих робітників	2,85	35% від п.03
05	Відрахування на соціальні заходи	4,13	37,5% (пп..3+4)
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	11,05	135,63 % від п.03
07	Загально виробничі витрати	12,23	150% від п.03
08	Виробнича собівартість	232,62	01 – 02 + 03 + 04 + 05 + 06 + 07
09	Адміністративні витрати	20,38	250% від п.03
10	Витрати на збут	0,33	4% від п.03
11	Інші операційні витрати	0,41	5% від п.03
12	Повна собівартість	253,74	08+09+10+11

6.7.2 Визначення оптової ціни річної програми

Оптова ціна – це сума прибутку та повної собівартості, розрахованої за статтями калькуляції. Прибуток розраховується в залежності від встановлено рівня рентабельності за формулою:

$$\text{Рентабельність} = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Повна собівартість}} \times 100\%$$

Розрахунок вартості річного обсягу продукції в оптових цінах зведено в таблицю 6.7.

Визначення оптової ціни річної програми

Таблиця 6.7

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина і матеріали	19853000	„100000”×табл. 6.6 с.01
02	Зворотні відходи	(432000)	„100000”×табл. 6.6 с.02
03	Основна заробітна платня основних виробничих робітників	815000	„100000”×табл. 6.6 с.03
04	Додаткова заробітна платня основних виробничих робітників	285000	„100000”×табл. 6.6 с.04
05	Відрахування на соціальні заходи	413000	„100000”×табл. 6.6 с.05
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	1105000	„100000”×табл. 6.6 с.06
07	Загально виробничі витрати	1223000	„100000”×табл. 6.6 с.07
08	Виробнича собівартість	23262000	„100000”×табл. 6.6 с.08
09	Адміністративні витрати	2038000	„100000”×табл. 6.6 с.09
10	Витрати на збут	33000	„100000”×табл. 6.6 с.10

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
11	Інші операційні витрати	41000	„100000”×табл. 6.6 с.11
12	Повна собівартість	25374000	„100000”×табл. 6.6 с.12
13	Рівень рентабельності		15 %
14	Прибуток	3806100	п.13 від п.12
15	Оптова ціна продукції підприємства без ПДВ	29180100	п.12+п.14

6.7.3 Визначення фінансових результатів (прибутку)

Визначення фінансових результатів проводимо згідно з П(С)БУ 3 за допомогою таблиці 6.8.

Визначення фінансових результатів

Таблиця 6.8

Стаття		Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1.	Доход (виручка) від реалізації продукції	29180100	п.15 табл.6.7
2.	Собівартість продукції (виробнича)	23262000	п.08 табл.6.7
3.	Валовий прибуток	5918100	п.1–п.2
4.	Адміністративні витрати	2038000	п.09 табл.6.7
5.	Витрати на збут	33000	п.10 табл.6.7
6.	Інші операційні витрати	41000	п.11 табл.6.7
7.	Фінансові результати від операційної діяльності	3806100	п.3- (п.4+п.5+п.6)
8.	Податок на прибуток від звичайної діяльності	951525	25%* від п.7
9.	Фінансовий результат (чистий прибуток)	2854575	п.7-п.8

*- або інше значення відповідно до чинного законодавства про оподаткування прибутку підприємств.

6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту

Припустимо, що освоєння випуску нової продукції починається з 1 січня 2025 року і продовжується на протязі 6 років. За цей період досягається річний обсяг випуску продукції 10000 штук.

Припустимо, що ціни на продукцію залишаються незмінними, а програмний обсяг виробництва досягається поступово (таблиця 6.9).

Проектовані обсяги виробництва

Таблиця 6.9

Роки	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Обсяг виробництва, %	70	90	100	100	100	100

Обсяги інвестицій у проект включають суму вкладень в основні засоби та на створення оборотних коштів. Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект зведено в таблицю 6.10.

Таблиця 6.10 - Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект

Показники	Величина витрат, грн.
I. Інвестиційні вкладення в основні засоби:	
1. Будівлі, споруди і передатні пристрої	252370
2. Транспортні засоби	182969,5
3. Інші	1159226,95
Разом: вкладення в основні фонди	1594566,45
II. Інвестиції в оборотні кошти	2500240,82
Усього: I+II	4094807,27

Визначення інвестицій в оборотні кошти.

Інвестиції є різницею між повною собівартістю (ПС) і амортизацією (А). В нашому прикладі: повна собівартість річної програми складає 25374000 грн. (табл.6.7, п.12), амортизація – 371591,85 грн. (табл.6.11, п.2+п.3+п.4),

інвестиції в оборотні кошти будуть рівні:

$$CF_{об} = \frac{ПС - A}{12} \times 1,2 = \frac{25374000 - 371591,85}{12} \times 1,2 = 2500240,82 \text{ грн.}$$

У даній формулі 20% – це резервний (страховий) фонд.

Для оцінки ефективності проекту потрібно сформувати грошовий потік від реалізації інвестицій (таблиця 6.11).

Розрахунок грошового потоку

Таблиця 6.11

Показники	Значення, грн.	Вказівки з розрахунку
1. Чистий прибуток, у тому числі:		
а) у річному обсязі продукції	3091067,9	п.9 табл.6.8
б) прибуток від випуску супутньої продукції	2854575	
	236492,9	
2. Амортизація 1-ї групи основних фондів	20189,6	8% від п.1 таб.6.10
3. Амортизація 2-ї групи основних фондів	73187,8	40% від п.2 таб.6.10
4. Амортизація 3-ї групи основних фондів	278214,45	24% від п.3 таб.6.10
Разом сумарний грошовий потік:	3462659,75	п.1+2+3+4

Прибуток від випуску супутньої продукції:

$$\Pi' = \frac{\Pi}{ТН} \times (ТН' - ТН),$$

де Π – отриманий прибуток від заданої програми, грн.

$ТН$ – працевісткість річної програми, н.-год.

$ТН'$ – працевісткість річної програми з урахуванням довантаження, н.-год.

					6261м.07.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						89
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$П' = \frac{2854575}{42150} \times (45642 - 42150) = 199317,39 = 236492,9 \text{ грн.}$$

Розрахунок сумарного грошового потоку з урахуванням обсягів
виробництва по роках

Таблиця 6.12

Роки	Показники	Роки	Значення, грн.
0	Сума капітальних вкладень	Початок 2025 року	-4094807,27
1	70% грошового потоку	2025	2423861,83
2	90% грошового потоку	2026	3116393,78
3	100% грошового потоку	2027	3462659,75
4	100% грошового потоку	2028	3462659,75
5	100% грошового потоку	2029	3462659,75
6	100% грошового потоку	2030	3462659,75
	Разом		15296087,34

Визначення строків окупності проекту

$$\text{Період окупності} = \frac{\text{Кількість років до повного відшкодування витрат}}{\text{Невідшкодований залишок у цьому році}} + \frac{\text{Грошовий потік наступного року}}$$

Рік 1-й: $-4094807,27 + 2423861,83 = -1670945,44$ грн.

Рік 2-й: $-1670945,44 + 3116393,78 = 1445448,34$ грн.

Проект окупиться приблизно через 1 рік та 7 місяців.

Період окупності

$$1 + \frac{1670945,44}{3116393,78} = 1 + 0,54 = 1,54 \text{ року}$$

Визначення чистої теперішньої вартості проекту

Таблиця 6.13

					6261м.07.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						90
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роки	Коефіцієнт дисконтування	Значення, грн.
0	$K_d = \frac{1}{(1 + k_c)^t},$ де $k_c=15\%$ – ставка дисконтування; t – номер року $K_d = \frac{1}{(1 + 0,15)^0} = 1$	$K_d \times \text{значення року}$ табл.6.12 -4094807,27
1	Тут і далі K_d розраховується аналогічно графі (0) $K_d = 0,8696$	2107790,25
2	$K_d = 0,7561$	2356305,38
3	$K_d = 0,6575$	2276698,79
4	$K_d = 0,5718$	1979948,85
5	$K_d = 0,4975$	1722673,23
6	$K_d = 0,3269$	1131943,47
Разом чиста теперішня вартість проекту		7480552,7

Строк окупності проекту з урахуванням дисконту:

Рік 1-й: -4094807,27+ 2107790,25 = -1987017,02 грн.

Рік 2-й:- -1987017,02 +2356305,38 = 369288,36 грн.

Період окупності

$$1 + \frac{1987017,02}{2356305,38} = 1 + 0,9 = 1,9 \text{ року}$$

Таким чином, з урахуванням дисконту проект окупиться на другий рік.

6.9 Техніко-економічні показники ділянки

Для одержання повного уявлення про доцільність реалізації проекту ділянки механічного цеху необхідно мати комплекс підсумкових даних, що характеризують економічну сторону роботи спроектованої ділянки. Основні

					6261м.07.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						91
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

техніко-економічні показники дільниці зведені в таблицю 6.14.

Техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 6.14

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
1. Обсяг виробництва	штуки	100000
2. Трудомісткість річної програми	н.- год.	
- заданої річної програми;		42150
- з урахуванням супутньої продукції		45642
3. Чисельність працюючих всього:	осіб	40,21
в тому числі:		26
— основних робітників		9,68
— допоміжних робітників		3,82
— спеціалістів		0,6
— службовців		0,11
— молодшого обслуговуючого персоналу		
4. Середній розряд робітників	—	3,23
— основних		3,7
— допоміжних		
5. Фонд заробітної плати:	грн.	
— основних робітників		1193452,15
— допоміжних робітників		362767,31
— фахівців		131838,85
— службовців		14337,79
молодшого обслуговуючого персоналу		1853,54
6. Середньомісячна заробітна плата:	грн.	3825,17
— основних робітників		3123,0
— допоміжних робітників		2876,07
— спеціалістів		1991,36
— службовців		1404,2
молодшого обслуговуючого персоналу		

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
7. Вартість основних виробничих фондів всього, у тому числі		1594566,45
I. групи (будівлі, споруди, передатні пристрої)		252370
II. групи (транспортні засоби, ЕОМ, прилади)	грн.	182969,5
III. групи (інше)		1159226,95
8. Кількість устаткування, використовуваного на ділянці	штук	13
9. Середній коефіцієнт завантаження устаткування	%	86,25
10. Коефіцієнт використання матеріалу	—	0,65
11. Собівартість одиниці продукції	грн.	253,74
12. Собівартість річної програми	грн.	25374000
13. Оптова ціна річної виробничої програми підприємства	грн.	29180100
14. Чистий прибуток	грн.	2854575
15. Чиста теперішня вартість проекту	грн.	7480552,7
16. Строк окупності капітальних вкладень		
— без дисконтування	роки	1,54
— з урахуванням дисконтування		1,9

Висновок:

Результати розрахунків, які проведені в дипломному проекті, показують доцільність упровадження в виробництво ділянки по виготовленню деталей типу “тіла обертання”. Ділянка окупиться за один рік та 7 місяців. У кінці строку проекту підприємство буде мати прибуток в розмірі - 2854575 грн.

					6261м.07.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						93
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ				
					Охорона праці				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Мельников ОГ							
Перевірів		Поліщук В.А							
Консульт.									
Ч.контр.		Моргун С.О.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
						Літ		Арк.	Аркушів
						М	Р		
						НУК			

7. Охорона праці

Вступ

Професія верстатника є самою багато чисельною в машинобудівній промисловості. Обробка металів різанням продовжує залишатись одним з способів отримання точних розмірів і форм деталей машин і приборів. Процес різання безперервно вдосконалюється. Тому виникає ряд проблем безпеки і гігієни праці, зв'язаних з зростом швидкостей різання, обробки на метало ріжучих верстатах металів і не металічних матеріалів з шкідливими наповнювачами, а також з специфічними особливостями процесу різання.

Задачі створення безпечних умов праці вирішуються комплексно: безперервним підвищенням безпеки самих верстатів роботизовано верстатних комплексів, тобто оснащенням їх все більш досконалішими засобами безпеки в процесі проектування, виготовлення і модернізації; вдосконаленням організації робочого місця верстатника, підвищенням кваліфікації робочих, вдосконаленням їх знань в області безпеки праці, освоєння ними передових методів і прийомів роботи на верстатах.

7.1. Аналіз небезпек і шкідливостей на дільниці, що проектується

На проектованій дільниці виконується обробка різанням металів. Характер операцій, що проводяться на метало ріжучих верстатах, визначається розміром оброблюваних деталей, потрібною точністю, ступенем механізації і іншими факторами.

Механічне обладнання дільниці має вузли і механізми, що являють небезпеку для робітників:

- ріжучі інструменти;
- пристрої для закріплення оброблюваної деталі ;
- оброблювана деталь, особливо заготовка, що швидко обертається;
- приводні і передаточні механізми верстата, пасові, ланцюгові чи зубчасті передачі;
- металічна стружка;

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						95
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень вібрації;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- небезпечний рівень напруги в електричній мережі.

Необхідно, щоб передачі, розташовані поза корпусу верстата, були огорожені суцільними з жалюзі чи сітчастими укриттями в залежності від необхідності спостереження за огороженим механізмом (згідно з ГОСТ 12.2.009–99).

В цілях зручності і безпеки праці пред'являється ряд вимог до органів управління станками, наприклад, оснащення їх надійними фіксаторами, які виключають самостійне їх переміщення і випадкове ввімкнення.

ГОСТ 12.2009–99 передбачує вимоги до пристроїв для установки, закріплення деталей і інструменту на верстатах. Особливо пристрої, що обертаються (патрони, повідці, планшайби та інші), повинні мати гладкі зовнішні поверхні, а при наявності виступаючих частин чи заглибин вони повинні мати огороження

За небезпеки ураженням струмом ділянка цеху є приміщенням з підвищеною небезпекою. З метою захисту робітників від ураження електричним струмом необхідно провести наступні заходи:

- огороження і ізоляція струмоведучих частин;
- застосування низької напруги;
- захисне заземлення, з метою знизити напругу доторкання до безпечної величини;
- захисне відключення для автоматичного вимкнення енергетичної установки у разі будь-якого її пошкодження.

Під час обслуговування і ремонту електрообладнання робітники повинні застосувати індивідуальні засоби захисту: діелектричні рукавиці, калоші, боти, килимки. Роботи потрібно виконувати інструментами з ізольованими рукоятками.

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						96
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним з шкідливих факторів є вібрація – рух точки або механічної системи, при якому відбувається почергове зростання і убуття в часі значень хоча б одної координати. Причиною виникнення вібрації є не урівноваженні силові впливи. Загальна вібрація менше 0,7Гц хоч і неприємна, але не призводить до вібраційної хвороби.

Загальна і місцева вібрації по різному діють на організм людини. Тому, для них встановлені і різні гранично допустимі значення. Встановлені рівні вібрацій за ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008.

Технічні вимоги на засоби вимірювання і контролю вібрацій на робочих місцях ДСТУ 33.018–2003. Обладнання, робочі місця ефективно захищені від вібрацій – віброізоляцією, яка являє собою пружні елементи, що розміщені між вібруючою машиною і основою.

Для зменшення вібрацій кожухів, огорожень застосовують віброгасники. В якості індивідуального захисту від вібрацій, що передаються людині через ноги, рекомендовано носити взуття на волокнистій чи гумовій підшві, згідно ДСТУ 4062-2001/ГОСТ 12.4.222-2002. Для захисту рук рекомендовано застосовувати віброгасні рукавиці, згідно ГОСТ 12.4.002–97.

Шум на ділянці виникає від працюючих механізмів верстатів приладів, електродвигунів, пневмо мережі. Він наносить великі збитки, негативно діє на організм людини і знижує працездатність. Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих значень, які приведені в ГОСТ12.1.003 – 83.

Для зменшення рівня шуму на ділянці слід провести наступні заходи:

- своєчасно і якісно проводити ремонт і профілактичні роботи верстатного обладнання і пристосувань;
- своєчасно проводити заміну затупленого ріжучого інструмента;
- застосовувати, по можливості, мало шумне обладнання;
- застосовувати звукопоглинаючі конструкції і екрани;
- в якості індивідуальних засобів захисту від шуму використовують спеціальні навушники, проти шумні каски.

Так, як ділянка працює в дві зміни, то на ньому необхідно штучне освітлення, яке регламентується нормативним документом ДБН.2.5-28-2006.

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						97
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розряд зорових робіт III і IV. По III розряду освітленість різна в залежності від під розряду зорових робіт. Так, для III розряду підрозряду а) штучне освітлення комбіноване – 2000; загальне – 500; підрозряд б) – 1000 і 300 відповідно; в) 750 і 300; г) – 400 і 200 лк відповідно.

Щоб підтримати на ділянці нормовані значення освітленості необхідно:

- застосовувати природне і штучне освітлення;
- в якості штучного освітлення застосовувати газорозрядні лампи, а при їх відсутності лампи накаливання;
- на кожному робочому місці мати місцеве освітлення.

Для безперебійної дії освітлювальної установки необхідно також наявність аварійного освітлення і освітлення безпеки. Окрім освітлення виробничих приміщень і робочих місць залежить тільки від правоти вибору місця розташування світильника, а також від фарбування приміщень і обладнання. Стелю потрібно пофарбувати в білий колір, а стіни і обладнання в світлі тони.

7.2. Безпека обслуговування верстатів з ЧПК

На проектованій ділянці використовується один тин верстатів з ЧПК – токарний 16K20Ф3С42.

Щоб уникнути нещасних випадків ділянка огорожується і помічається спеціальними кольорами і знаками безпеки згідно до ГОСТ 12.4.026–76. Планування ділянки забезпечує зручний і безпечний доступ обслуговуючому персоналу до основного і допоміжного обладнання, а також свободу переміщення. Пульт управління верстатами, пристрої ЧПУ розміщуються поза робочого простору верстата. Навколо них передбачено багато місця, щоб верстат був забезпечений безперешкодним доступом.

З метою забезпечення безпеки роботи верстата 16K20Ф3С32 передбачено:

- розташування органів управління в зручному і безпечному місці, що виключає можливість попадання стружки і охолоджувальної рідини;
- захист частин верстата, що швидко обертаються і направляючих кожухами телескопічними щитами.

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						98
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обладнання, що використовується на ділянці, використовує силову енергію, тому при його наладці і ремонті необхідно дотримуватись спеціальних заходів безпеки. Для періодичної заміни інструменту, регулювання і наладки верстатів з ЧПК, їх змазування і чистки, а також мілкого ремонту в циклі роботи ділянки повинно бути передбачено спеціальний час. Всі роботи повинні виконуватися на знеструмленому обладнанні. До роботи по наладці і експлуатації обладнання допускаються тільки особи, які пройшли спеціальну підготовку.

Контроль за заходами і засобами забезпечення безпеки виконується службою безпеки підприємства.

Правильна організація праці робітника на робочому місці безпосередньо впливає на безпеку обслуговування верстатів.

Необхідно виконувати наступні правила:

- інструмент зберігати постійно в визначеному місці і використовувати лише за призначенням;
- надійно закріплювати деталь при обробці;
- зберігати чистоту робочого місця;
- своєчасно здавати і отримувати інструмент і документацію в інструментальну комору;
- обережати робочі поверхні верстата від ударів і бруду, не класти на ці поверхні інструмент, ключі, деталі, тощо;
- по закінченню обробки деталі прибрати стружку з верстата і пристрої в ящик для стружки, провести прибирання верстата, робочого місця, комплектуваного столу і інструментальної шафи;
- слідкувати за своєчасним забезпеченням робочого місця заготовками, інструментом і технічною документацією.

7.3. Розрахунок штучного освітлення

Задачею розрахунку є визначення корисної потужності електричної освітлювальної установки для створення в виробничому приміщенні заданої освітлюваності.

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						99
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проектуванні освітлювальної установки необхідно вирішити ряд питань:

- а) вибрати тип джерела світла;
- б) визначити систему освітлення;
- в) вибрати тип світильників з урахуванням характеристик світло-розподілення, обмеження прямого блиску, з урахуванням вибуху і пожежо-небезпеки;
- г) розподілити світильники і визначити їх кількість.

Світильники розташовані рядами за умов що, це забезпечення рівномірності розподілення освітлення досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників L до висоти їх підвісу над робочою поверхнею H_p складе:

$$\frac{L}{H_p} = 2$$

Приймаємо $L = 12$ м, $H_p = 6$ м

д) визначити норму освітлення на робочому місці. Для цього необхідно встановити характер виконуваної роботи - високої точності. Найменший розмір об'єкта розпізнавання 0,3 – 0,15 мм.

Розряд зорової роботи – III.

Мінімальна нормована освітленість для ламп накаливання і комбінованої системи освітлення – $E_n = 200$ лм.

Для розрахунку штучного освітлення використовують три методи. Для розрахунку загального рівномірного освітлення при горизонтальній робочій поверхні основним є метод світлового потоку (коефіцієнта використання), який враховує світловий потік, що відбивається від стелі і стін.

Світловий потік лампи $\Phi_{\text{л}}$ (лм) при лампах накаливання чи світловий потік групи ламп світильників при люмінесцентних лампах розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = 100 E_n \cdot S \cdot z \cdot \frac{K}{N \cdot \eta},$$

де $E_n = 200$ лм. – нормована мінімальна освітленість;

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						100
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S = 452 \text{ м}^2$ – площа освітлювального приміщення;

$$z = \frac{E_{cp}}{E_{min}} = 1.15 \text{ – коефіцієнт мінімальної освітлюваності;}$$

$K = 1.3$ – коефіцієнт запасу;

N – число світильників в приміщенні;

$\eta = 60$ – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, залежить від КПД і кривої розподілення сили світла світильника, коефіцієнт відбивання потоку ρ_n і степені ρ_c , висоти підвісу світильників і показника приміщення

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)},$$

де A і B – ширина і довжина приміщення відповідно;

H_p – висота світильників над робочою поверхнею

$$i = \frac{24 \cdot 48}{6(24 + 48)} = 2.6$$

тоді $\eta = 60$

$$\Phi_{\lambda} = \frac{100 \cdot 200 \cdot 452 \cdot 1.15 \cdot 1.3}{18 \cdot 60} = 31.84 \cdot 10^3 \text{ лм}$$

Підрахувати величину світлового потоку лампи Φ_{λ} . По таблиці підбираємо найближчу стандартну лампу і визначаємо потужність всієї освітлювальної системи. На практиці допускається відхилення потоку вібрацією лампи від розрахованого до 10% і $\pm 20\%$.

Приймаємо лампу ДРЛ – 750 м світловий потік якої $\Phi_{\lambda} = 33000 \text{ лм}$.

Розраховуємо відхилення розрахованого потоку від потоку світла прийнятої лампи:

$$33000 - 10\% < 31840 < 33000 + 20\%$$

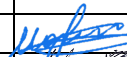
$$29700 < 31840 < 39600$$

Нерівність виконується, значить лампа вибрана вірно, а схема розподілення світильників задовільна в даних умовах.

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						101
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення потужності всієї світлової системи потрібно визначити відношення величини світлового потоку вибраної лампи до її світлової віддачі. Для лампи ДРЛ – 750 м, величина цієї електричної потужності дорівнює 750 Вт.

					6261м.07.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						102
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.07.МР.09.08.ПЗ					
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона навколишнього середовища					
Розробив		Мельников ОГ								
Перевірив		Поліщук В.А								
Консульт.										
Ч.контр.		Моргун С.О.								
Ватвердив		Ткач М.Р.			Літ		Арк.	Аркушів		
					М	Р				
					НУК					

8. Охорона навколишнього середовища

Вступ

Технологічні процеси і обладнання виробництв суднового машинобудування є джерелами різноманітних механічних, хімічних і фізичних забруднень. До механічних відноситься пил, тверді частки, до хімічних - газоподібні, рідкі і тверді хімічні з'єднання і елементи, що вступають в взаємодію з навколишнім середовищем, до фізичних - вібрація, шум, ультразвук, тепло, світло (видима і невидима частина спектру), електромагнітні поля, іонізуюче випромінювання.

Промислові забруднення поступають в навколишнє середовище в вигляді забруднених стічних вод, організованих і неорганізованих вентиляційних викидів, а також як прямі відходи виробництва.

При обробці деталей на дільниці механічного цеху виділяються забруднення :

- в атмосферу – аерозолі ЗОР, абразивний і механічний пил, неорганічний пил, шум;
- в воду – компоненти ЗОР, металічний і абразивний пил, мінеральні мастила;
- промислові відходи – металічна стружка, матеріал для протирання, волок, абразиви, металічний і абразивний пил від пилосбиральних установок.

Тому необхідно проводити заходи по захисту навколишнього природного середовища.

8.1.Заходи з охорони навколишнього середовища

Для очищення стічних вод застосовуються спорудження локального очищення розділених технологічних потоків від визначених виробництв і цехів. Це знижує питомі капітальні вклади на очищення стічних вод, але для них характерні основні недоліки: засмічення очищених стічних вод реагентними речовинами, що потребує додаткового очищення; виникнення значної кількості осаду (шлаків) після очищення; неможливість повторного використання в промисловості цінних технологічних матеріалів, що переходять в шлаки очищувальних споруд. Тому перевагу надають очищенню стічних вод через

					6261м.07.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						104
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

решітки і сита перед передачею їх через систему каналізації. Для видалення грубодисперсних суспензій застосовуються пісколовки різних конструкцій.

Відпрацьовані емульсії ЗОР механічної дільниці можливо знешкоджувати двома способами: термічним (спалюванням) і хімічним (розкладанням). При хімічному способі емульсії розкладаються на молекулярну і водяну фази за допомогою деемульгаторів. Водяна складова в більшості випадків розбавляється водою до ПДК вмісту нафтопродуктів в воді і направляється в систему каналізації. Масляна складова звичайна спалюється в топках теплових установок підприємства, при цьому здійснює деякий забруднюючий вплив на атмосферу. Підприємства галузі не мають на сьогоднішній день спеціальних термічних пристроїв для безвідходного спалювання емульсованих відходів з високим вмістом нафтопродуктів.

Захист атмосферного повітря від забруднюючого впливу виробництв суднового машинобудування – одне з слабких ланок охорони навколишнього середовища. Однак цю проблему вирішують різними способами. При обробці металів різанням застосовують місцеві засоби стружкопилозбирання від технологічного обладнання.

Очищення від масляних аерозолів виконується локальними агрегатами для відсмоктування і очищення повітря, малогабаритними і мобільними, що розташовані поблизу верстатів. Для цього рекомендується застосування інерційних туманоуловлювачів (сітчастих чи волокнистих фільтрів), жалюзійних сепараторів.

Доволі перспективно локального очищення від масляного туману застосування ротаційних волокнистих фільтрів типу ФРМ продуктивністю від 750 до 2000 м³/год. Основні переваги ротаційних фільтрів – їх простота, надійність в роботі, мал шумність, невеликі витрати енергії, висока ефективність очистки (85–94%), малі габарити і маса, що дозволяє встановити їх безпосередньо біля верстатів.

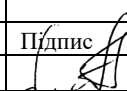
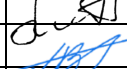
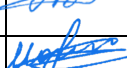
В боротьбі з виробничими шумами, вібрацією в виробництвах суднового машинобудування можливо застосування самих різноманітних способів. Вібропоглиначі пластини, звукопоглинання облицівки, перегородки, раціональне

					6261м.07.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						105
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розміщення шумливого обладнання значно понижують рівень віброакустичного впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, необхідно усестороннє розвивати роботу, направлену на вивчення стану навколишнього середовища, впливу неекологічних технологічних процесів, проведення науково дослідницьких прикладних робіт по створенню маловідходної технології за рахунок вдосконалення існуючих технологічних процесів і оснащення засобами захисту від забруднення навколишнього середовища.

					6261м.07.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						106
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.07.МР.09.09.ПЗ						
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Цивільний захист	Літ			Арк.	Аркушів	
Розробив		Мельников ОГ				М	Р				
Перевірив		Поліщук В.А				НУК					
Консульт.											
Ч.контр.		Моргун С.О.									
Ватвердив		Ткач М.Р.									

9. Цивільний захист

Вступ

В сучасних економічних умовах важливу роль грає безперервна робота підприємств. На нормальний режим роботи можуть впливати стихійні біди такі як землетруси, урагани, смерчі, бурі, пожежі, повінь та ін., виробничі аварії катастрофи, війни.

Значні руйнування на об'єктах народного господарства (ОНГ) і великі втрати серед населення можуть стати причиною різкого скорочення випуску промислової і сільськогосподарської продукції, викликати необхідність проведення рятувальних і інших невідкладних робіт у осередках ураження. В зв'язку з цим виникає необхідність приймати заздалегідь відповідні міри по захисту населення при надзвичайних ситуаціях мирного та військового часу, забезпечення стійкої роботи, забезпечення ОНГ, що складає суть основних задач Цивільної оборони (ЦЗ).

9.1.Захист устаткування проектованої ділянки механічної обробки деталі «вал» (токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3С32 від впливу ЕМП)

Відповідно до закону України на кожному ОНГ незалежно від форм власності і господарювання, в тому числі і на підприємстві для якого проектується ділянка механічного цеху, повинні бути проведені наступні основні заходи ЦЗ з підвищення стійкості його роботи при НС мирного та військового часу.

1. Захист робочих та службовців.
2. Підвищення стійкості керування виробництвом та ЦЗ об'єкту.
3. Підвищення стійкості будівель та споруд.
- 4.Захист обладнання.
5. Підвищення стійкості КЕС.
6. Підвищення стійкості матеріально-технічного обслуговування.
7. Захист від РВ. СДОР, ОР та БС.

8. Виключення чи обмеження впливу вторинних факторів, які ушкоджують.

					6261м.07.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						108
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Підвищення протипожежної безпеки.
10. Світломаскування об'єкту.
11. Захист і добудовування кораблів, які будуються.
12. Підготовка об'єкту до переходу на режим роботи військового часу.
13. Підготовка до безаварійної зупинки виробництва за сигналами сповіщення ЦЗ.
14. Підготовка об'єкту до роботи при НС мирного часу.
15. Підготовка до відновлення порушеного виробництва.

На проектованій ділянці виготовляється деталь – вал, з річною програмою 100000 шт. Деталь виготовляється із матеріалу – сталь 45. Режим роботи – двохзмінний. Верстати на ділянці розташовані по ходу технологічного процесу, із урахуванням всіх норм та вимог до відстані та розташування обладнання. На ділянці механічного цеху також розташовані допоміжні, службово-побутові приміщення, склад штучних заготовок і готових деталей, місце ВТК і кімната майстра, проходи та транспортні проїзди (ширина транспортного проїзду 1800 мм). Ширина прольоту – 18000 мм, відстані між несучими колонами – 6000 мм, висота будівлі – 7200 мм.

На ділянці використовуються універсальні верстати, верстати із ЧПК і спеціальні верстати. Безумовно самим дорожчим обладнанням є верстати з ЧПК.

В мирний, а тим більше у військовий час, є можливі пошкоджуючі фактори, які можуть вивести з ладу обладнання, тим самим призвести до збою виробництва і матеріальним втратам. Одним з таких пошкоджуючих факторів є електромагнітний імпульс (ЕМІ), котрий виникає в мирний час внаслідок грозових розрядів, а в військовий – від ядерного вибуху. ЕМІ може викликати потужні імпульси токів і напружень у проводах та кабелях повітряних і підземних ліній зв'язку, сигналізації, управління, електропередачі, в антенах радіостанцій. Вплив ЕМІ може призвести до згоряння чутливих електричних елементів, пов'язаних з великими антенами або відкритими проводами, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях, звичайно без незворотних змін. Особливості ЕМІ, як вражаючого фактору, є здібність розповсюджуватися на десятки і сотні кілометрів у навколишньому середовищі

					6261м.07.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						109
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по різним комунікаціям (мережам електро-водопостачання, провідного зв'язку та ін.). А так, як ЕМІ грозового розряду значно менше, то захист від ЕМІ ядерного вибуху буде достатньо ефективним і в мирний час. При наземних і низьких повітряних вибухах в зоні радіусом декілька кілометрів від місця вибуху, в лініях зв'язку та електропостачання виникають напруги, котрі можуть викликати пробій ізоляції проводів і кабелів відносно землі, а також пробій ізоляції елементів апаратури та пристроїв, які підключені до повітряних і підземних ліній. Високі електричні потенціали відносно землі, які виникають у жилах кабелів, антено-фідерних лініях і провідних лініях зв'язку можуть представляти небезпеку для осіб, котрі обслуговують апаратуру.

Так як на проектованій ділянці є обладнання із ЧПК, то треба розробити комплекс мір по підвищенню стійкості обладнання в умовах впливу максимального виду ЕМІ ядерного вибуху.

Для розрахунку маємо наступні початкові дані: підприємство, на якому розташована проектована ділянка механічного цеху, знаходиться на відстані 5 км від вірогідної крапки прицілювання $R_r = 5$ км; очікувана потужність боєприпасів $q = 1$ Мт; вибух повітряний; вірогідне максимальне відхилення боєприпасів від крапки прицілювання $r_{відх} = 0,5$ км. Проведемо розрахунок впливу ЕМІ на верстат із ЧПК, котрий є найбільш цінним на ділянці.

Елементи підлягають впливу електромагнітного імпульсу:

1. Електроживлення верстатів здійснюється від підстанції по підземному кабелю довжиною $L = 100$ м, кабель має вертикальне розгалуження до електродвигунів висотою 1,5 м. Допустиме коливання у мережі $\pm 15\%$, коефіцієнт екранування кабелю $\eta = 2$, робоча напруга $U_p = 380$ В.

2. Система ЧПК верстата складається із пульта керування, розвідної мережі та блоків керування верстатами. Пульт керування виконано на мікросхемах, котрі мають токопровідні елементи висотою 0,05 мм. Робоча напруга мікросхем 12 В. Живлення від загальної мережі напругою 220 В через трансформатор. Допустима напруга $\pm 15\%$. Розвідна мережа має горизонтальну лінію 50 м та вертикальне розгалуження висотою 2 м до блоків керування

					6261м.07.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						110
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верстатом. Робоча напруга 220 В. Допустима напруга $\pm 15\%$. Коефіцієнт екранування системи $\eta = 2$.

Розрахунок проводимо за методикою [21].

1. Визначимо можливу мінімальну відстані від центру вибуху до механічного цеху:

$$R_x = R_r - r_{\text{відх}} = 5 - 0,5 = 4,5 \text{ км}$$

2. Розрахуємо очікуване на об'єкті максимальне значення вертикальної E_B і горизонтальної E_r складових напруженості електричного поля за формулами:

$$E_B = 5 * 10^3 * K \left(\frac{1+2R}{R^3} \right) \lg(14,5q),$$

де K – коефіцієнт асиметрії, визначаємо за графіком відносно наземного вибуху, як функцію висоти; $K = 0,4$;

$$E_r = 10 * K \left(\frac{1+2R}{R^3} \right) \lg(14,5q),$$

$$E_B = 5 * 10^3 * 0,4 \left(\frac{1+2*4,5}{4,5^3} \right) \lg(14,5*1000) = 913 \text{ В/м};$$

$$E_r = 10 * 0,4 \left(\frac{1+2*4,5}{4,5^3} \right) \lg(14,5*1000) = 1,83 \text{ В/м};$$

3. Визначимо максимальне очікування напруги наводок у системі електроживлення в горизонтальних U_r і вертикальних U_B лініях

$$U_r = \frac{E_r * L}{\eta} = \frac{1,83 * 100}{2} = 91,5 \text{ В};$$

$$U_B = \frac{E_B * L}{\eta} = \frac{913 * 1,5}{2} = 684,75 \text{ В};$$

В системі програмного керування верстатами

$$U_r = \frac{1,83 * 50}{2} = 45,75 \text{ В};$$

$$U_{B1} = \frac{913 * 2,0}{2} = 913 \text{ В};$$

Пульта керування

$$U_{B1} = \frac{913 * 0,05}{2} = 22,825 \text{ В};$$

4. Визначимо допустимі напруги наводок

					6261м.07.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						111
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{д1} = 380 + \frac{380}{100} 1,5 = 437 В;$$

В пульті керування

$$U_{д2} = 12 + \frac{12}{100} 1,5 = 13,8 В;$$

В розвідній електромережі

$$U_{д3} = 220 + \frac{220}{100} 1,5 = 253 В;$$

Отримані дані заносимо до таблиці.

Результати оцінки стійкості дільниці механічного цеху по виробництву деталей вал до впливу електромагнітного імпульсу можливого повітряного ядерного вибуху.

Результати оцінки стійкості дільниці до впливу ЕМІ

Таблиця 9.1

Елемент	Допустимі напруги наводок, U_d , В	Напруженості електричних полів, В/м		Наведені напруги в струмопровідних елементах, В		Результат впливу
		E_B	E_r	U_B	U_r	
Система живлення верстатів	437	91,3	1,83	684,75	91,5	Може вийти з ладу
Система програмного керування: -пульт керування	13,8	913	1,83	22,825	-	Може вийти з ладу
- розвідна мережа	253	913	1,83	913	45,75	Може вийти з ладу від вертикальної складової електричного поля

Аналізуючи результати оцінки стійкості механічного цеху до впливу ЕМІ можливого повітряного ядерного вибуху, робимо висновки:

1. Механічний цех за прийнятими початковими даними може опинитися в зоні впливу ЕМІ можливого повітряного ядерного вибуху. При цьому можуть

					6261м.07.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						112
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вийти з ладу електродвигуни верстатів, пульт керування та блоки керування верстатами. Цех нестійкий до впливу ЕМІ.

2. Для підвищення стійкості роботи цеху до ЕМІ можливого повітряного ядерного вибуху необхідно провести наступні заходи:

- кабель живлення електродвигунів верстатів екранувати, розмістивши у сталеві труби;
- на виходах до електродвигунів встановити швидкодіючі устрої для вимкнення;
- розвідні мережі системи програмного керування прокласти в сталевих трубах;
- пульт керування і блоки керування верстатами захистити екраном, екрани заземлити;
- на входах (виходах) пультів керування і блоків керування верстатами поставити швидкодіючі устрої для вимикання.

3. При проведенні вказаних заходів ЦЗ можна очікувати стійкої роботи дільниці механічного цеху по виробництву деталей- вал, при НС як мирного, так і військового часу. Проведення вказаних заходів дозволить також зменшити значні матеріальні засоби так, як відновлення і заміна спалених частин електрообладнання обійдеться набагато дорожче, ніж прийняті заходи захисту.

					6261м.07.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						113
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Магістерська робота на тему «Удосконалення технології виготовлення валів механічного обладнання (Ø90 мм, L= 305 мм)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД.

В кваліфікаційній роботі надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті сучасні методи очищення відливків.

В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та різучого і вимірювального інструментів: принцип дії вимірювального інструменту, опис і розрахунок патрона повідкового інерційного, свердла для глибокого свердління, лещат машинних пневматичних. Спроектована ділянка з виготовлення деталі та розраховані її техніко-економічні показники і доцільність її проектування. Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що впливають на виробничий персонал ділянки, розрахунок штучного освітлення ділянки механічного цеху, аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та розглянуті заходи з охорони навколишнього середовища. Наведена оцінка захисту технологічного обладнання від електромагнітного імпульсу (ЕМІ).

						Арк.
						114
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування Проектування та виробництво заготовок. - Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. - Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. - Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Горбатюк Є.О., Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. в 2-х т. /Під заг.ред.А.Г.Косилової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., переробл. і доп. – Київ, Техніка, 1990. -
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
7. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ.університет «Житомирська політехніка», 2009.
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. Під заг.ред. А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
10. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац.техн.університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

						Арк.
						115
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.ред. к.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

12. Руденко П.О., Харламов Ю.А. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – Навчальний посібник. Під ред. В.М.Плескача. – Київ, Вища школа, 1991. – 247 с.

13. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец.вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.

14. Соловійов С.М., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Бобошко В.О., Козленко О.О. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навчальний посібник . Під заг.ред. проф. С.М.Соловійова. – Миколаїв, НУК, 2016. – 172 с.

15. Технологія машинобудівних підприємств. - Підручник /В.Л.Дикань, Ю.Є.Калабухін, Н./Каличева та ін. За заг.ред. В.Л.Диканя. – Харків, УкрДЧЗТ, 2020. – 386 с.

16. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник/І.І.Юрчишин, Я.М.Литвиняк, І.Е.Грицай, М.Л.Кухляк, Я.М.Кусій, В.В.Ступницький, В.А.Яцюк, А.М.Кук, Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

17. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: Вступ до спеціальності. – Навчальний посібник. – Тернопіль, Тернопільський нац.тех.університет ім.Івана Пулюя, 2013. – 84 с.

18. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДО, Техніка, 1991.

19. Хлопенко Б.К., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Козленко О.О. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей. – Навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2003. – 56 с.

20. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи

						Арк.
						116
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

						Арк.
						117
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		