

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Мазур В. І.

«___» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Матеріалознавство порошкових
композитів і покриттів»

зі спеціальності 132 «Матеріалознавство»

на тему: «Виробництво конструкційних деталей для роботи у важких умовах»

Виконав:

студент ІV курсу, групи ФКзг-61-1

Гудзь Владислав Дмитрович _____

Керівник:

Доцент, к.т.н., Білик І. І. _____

Консультант:

з організаційно-економічного розділу

Доцент, к.е.н., Нараєвський С. В. _____

з охорони праці

Доцент, к.т.н., Арламов О. Ю. _____

Рецензент:

Доцент, к.т.н. Гриценко К. М. _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт		
2	A4	ФКзг-61-1.105.1103.003.01ПЗ	Пояснювальна записка	82	
3	A4	ФКзг-61-1.105.1103.003.01ПЗ	Специфікація	1	
4	A1	ФКзг-61-1.105.1103.003.01ПЗ	Плакат	1	
5	A4	ФКзг-61-1.105.1103.003.01ПЗ	Специфікація	1	
6	A1	ФКзг-61-1.105.1103.003.01ПЗ	Плакат	1	
7	A4	ФКзг-61-1.105.1103.003.01ПЗ	Специфікація	1	
8	A1	ФКзг-61-1.105.1103.003.01ПЗ	Плакат	1	
				89	

					ФКзг-61-1.105.1103.003			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>			Відомість дипломного проєкту	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>						<i>1</i>
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ ФКзг-61-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав.каф..</i>								

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-фізичний факультет

Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 132 Матеріалознавство

Освітньо-професійна програма – «Матеріалознавство порошкових композитів і покриттів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Мазур В. І. _____

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Гудзь Владислав Дмитрович

1. Тема проекту «Виробництво конструкційних деталей для роботи в важких умовах», керівник проекту Доцент, к.т.н. Білик І. І., затверджені наказом по університету від

«__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту 10 червня 2020 року.

3. Вихідні дані до проекту. Аналіз сучасного стану виробництва конструкційних деталей для роботи в важких умовах, вид матеріалу: шестерні, втулки, річна продуктивність виробництва 50 тис. шт./рік, обґрунтувати актуальність проектування виробництва конструкційних матеріалів для роботи в важких умовах, вибрати матеріал для виробництва виробів згідно поставленому завданню та умов його роботи, вибрати технологічний процес виготовлення деталей, провести матеріальні розрахунки та скласти баланс матеріалів, вибрати та розрахувати необхідну кількість технологічного обладнання, розробити заходи з охорони праці

4. Зміст пояснювальної записки. Вступ, технологічний розділ, охорона праці, економічно-організаційний розділ, висновки.

5. Перелік графічного матеріалу. План дільниці, апаратно-технологічно схема, прес для пресування деталей, техніко економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний	Доцент, к.е.н., Нараєвський С. В.	__.__.20	__.__.20
Охорона праці	Доцент, к.т.н., Арламов О. Ю.	__.__.20	__.__.20

7. Дата видачі завдання _____ 2020 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Технологічна частина	02.06.20	
2	Матеріальний баланс і розрахунок обладнання	06.06.20	
3	Економіка і охорона праці	10.06.20	
4	Графічна частина	12.06.20	
5	Оформлення пояснювальної записки	15.06.20	
6	Захист	17.06.20	

Студент

Гудзь В. Д.

Керівник проекту

Білик І. І.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Виробництво конструкційних деталей для
роботи в важких умовах»**

РЕФЕРАТ

Дипломний проект містить 82 сторінки, 10 рисунків, 27 таблиця, 13 літературних джерел

Мета роботи – Розробка технологічного процесу виготовлення конструкційних деталей для роботи у важких умовах.

У дипломному проекті проаналізовано та обрано матеріал і схему технологічного процесу за яким відбувається виготовлення втулок. Також актуальність виробу. На основі цих даних на завдання розраховано і складено матеріальний баланс та вибрано і розраховано кількість обладнання потрібного для виробництва.

Встановлено, що найкращім матеріалом для виготовлення, втулок, є СП40Х, яке пройшло подвійне пресування і спікання.

ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ, СП40Х, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПОДВІЙНЕ ПРЕСУВАННЯ ТА СПІКАННЯ, ВТУКЛА.

ABSTRACT

The diploma project contains 82 pages, 10 figures, 27 tables, 13 literary sources

Purpose - Development of the technological process of manufacturing structural parts for work in difficult conditions.

In the diploma project the material and the scheme of technological process on which there is a manufacturing of plugs are analyzed and chosen. Also the relevance of the product. Based on these data, the material balance is calculated and compiled for the task and the amount of equipment required for production is selected and calculated.

It is established that the best material for the manufacture of bushings is SP40X, which has undergone double pressing and sintering.

POWDER MATERIALS, SP40X, TECHNOLOGICAL PROCESS, DOUBLE PRESSING AND SINKING, FLOWED.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	11
1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу	11
1.1.1 Вибір матеріалу	11
1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу	16
1.2 Опис технологічного процесу.....	25
1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції в технічних умовах на неї	25
1.2.2 Обґрунтування вибору основних видів сировини	27
1.2.3 Опис технологічних операцій	27
1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів.....	32
1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання	39
1.4.1 Обладнання для пресування.....	40
1.4.2 Обладнання для спікання	41
1.4.3 Обладнання для механічної обробки.....	42
2 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	45
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	48
3.1 Характеристика підприємства та умови експлуатації.....	48
3.2 Оцінка ключових факторів та шкідливих виробничих факторів і розроблення заходів нормалізації умов праці при виконанні технологічного процесу.....	50
3.3 Електробезпека	53
3.4 Пожежна безпека.....	53
4 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	56

					ФКзг-61-1.105.1103.003			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>			Зміст	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>					8	1
<i>Реценз.</i>						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ ФКзг-61-1		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав.каф..</i>								

4.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників	56
4.2 Визначення фонду заробітної плати.....	59
4.3 Розрахунок продуктивності праці	63
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	64
5.1. Розрахунок капітальний вкладень	64
5.2 Визначення планової собівартості одиниці продукції	67
5.2.1 Розрахунок витрат на сировину і матеріали	68
5.2.2 Витрати на паливо та енергію.....	69
5.2.3 Основна та додаткова заробітна плата	70
5.2.4 Єдиний соціальний внесок.....	71
5.2.5 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	71
5.2.6 Загальновиробничі та загальногосподарські витрати.....	72
5.2.7 Втрати внаслідок технічно неминучого браку та інші виробничі витрати	72
5.2.8 Адміністративні витрати.....	73
5.2.9 Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва.....	73
5.2.10 Позавиробничі витрати на збут продукції	74
5.2.11 Складання планової калькуляції собівартості продукції	74
5.3 Оцінка ефективності проектних рішень.....	75
ВИСНОВКИ	79
CONCLUSIONS	80
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	81

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Порошкова металургія — один із найефективніших технологічних процесів, що забезпечує одержання деталей із заданими властивостями та формою, з мінімальними відходами (не більше 5%) і дає змогу кардинально знизити собівартість виробів. Фахівці відзначають п'ять основних переваг порошкової металургії: безвідходність виробництва, висока продуктивність, точність, широкий діапазон властивостей та можливість надання виробам унікальних властивостей. Високу точність форми та розмірів деталі забезпечують особливості технології високоточний пресувальний і калібрувальний інструмент.

Основним видом продукції порошкової металургії є порошкові конструкційні деталі з матеріалів на залізній основі – порошкові сталі. Вони (як і литі сталі) можуть бути вуглецевими або легованими. Проте при вирішуванні питання заміни звичайних конструкційних деталей порошковими необхідно враховувати економічні фактори й умови їх експлуатації. Так, при виготовленні складних і великогабаритних деталей значно зростає ціна оснастки і обладнання, що при невеликому об'ємі випуску підвищує вартість порошкових конструкційних деталей у порівнянні з звичайними. Тому необхідно враховувати трудомісткість виготовлення прес-форм, можливість отримання рівномірної щільності по всьому перерізу заготовки і необхідної точності геометричних розмірів деталі.

					ФКзг-61-1.105.1103.003			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Вступ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. В.</i>					10	1
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ Гр. ФКзг-61-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав.каф..</i>								

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу

1.1.1 Вибір матеріалу

Порошкові конструкційні матеріали класифікують в залежності від умов їх експлуатації і ступеня навантаження. По умовам експлуатації порошкові конструкційні матеріали розділяють на дві групи: матеріали загального призначення, що замінюють звичайні вуглецеві та леговані сталі, і матеріали зі спеціальними властивостями (рис.1.1).

За ступенем навантаження порошкові конструкційні вироби поділяють на чотири групи: мало навантажені, помірно навантажені, середньо навантажені і важко навантажені. Розділення на вказані групи відбувається в залежності від межі міцності матеріалу на стиснення і його пористості. Так межа міцності мало навантажених деталей не перевищує 20-25% межі міцності без пористого матеріалу при пористості 16 – 25%. Деталі, виготовлені з такого матеріалу, не підлягають розрахунку на міцність, а їх розміри обираються виходячи із конструкційних і технологічних міркувань (кришки приладів, ковпачки, заглушки та ін.).

Для помірно навантажених деталей, виготовлених із матеріалів пористістю

10 – 15%, межа міцності складає 50 – 55% межі міцності без пористого матеріалу.

Деталі середньо навантажені і важко навантажені піддаються розрахунку на міцність, жорсткість і довговічність в заданих умовах експлуатації. Межа міцності на стисненні таких матеріалів складає 70 – 75% і більше 90% відповідно від межі міцності без пористого матеріалу.

Важко навантажені деталі, які використовуються в умовах високих статичних і динамічних навантажень, цілеспрямовано виробляти із гомогенних порошків легуючих сталей або сплавів пористістю менше 2%. Вироби отримують гарячою або холодною штамповкою спечених порошкових заготовок з подальшою термічною, хіміко-термічною або термомеханічною

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		11

обробкою. Також використовуються інші високоенергетичні методи вироблення металів цієї групи (гарячі, ізостатичні пресування та інші).



Рисунок 1.1 – Класифікація порошкових матеріалів конструкційного призначення

В залежності від умов експлуатації конструкційних деталей для їх виготовлення вибирають склад матеріалу і спосіб його отримання, які б забезпечили потрібні властивості.

Проектована дільниця буде випускати деталі втулки з зовнішнім буртом. Ці деталі входять до складу реверсивного прокатного стану 1700 і працюють в умовах значних ударних та циклічних навантажень, тобто є важко навантаженими. В зв'язку з цим до них пред'являються вимоги – висока міцність, ударна в'язкість та зносостійкість.

Деталі виготовляємо методом порошкової металургії. Це вигідно з економічної точки зору, так як найбільш просте обладнання і низька витрата матеріалу в порівнянні з ливарним виробництвом. В якості вихідної сировини використовуються порошок сплаву 40Х.

Оскільки, втулки працюють у важких умовах, то вони повинні мати безпористу структуру. Важко навантажені деталі виготовляють з порошків вуглецевих, легованих і нержавіючих сталей, які в процесі утворюють безпористу структуру.(таблиця 1.1). Зазвичай ці порошки отримують методом

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

легування в процесі сумісного відновлення оксидів, відпалом суміші порошку заліза з лігатурою, дифузійним насиченням порошків заліза із точкових джерел.

Таблиця 1.1 – Фізико-механічні властивості порошкових конструкційних матеріалів, що працюють в умовах високих навантажень

Марка матеріалу	Тимчасовий опір при розтягу, МПа	Відносне видовження, %	Ударна в'язкість, кДж/м ²	Е, ГПа	НВ, МПа твердість
СП70	360	15	600	210	1100-1500
СП40Х	650	12	350	205	2100-2400
СП60Х	700	10	150	210	2600-2900
СП50ГМ2	580	12	750	205	2200-2600
СП60ХН2	700	10	600	200	2200-2500
СП50ХМ2	650	10	600	200	2000-2400

Вуглецеві сталі, що містять до 0,2% вуглецю, отримують із залізного порошку. Такі сталі мають низьку вартість, добре пресуються і спікаються, володіють невисокими механічними властивостями, оскільки основним компонентом структури є ферит, що характеризується високою пластичністю і низькою міцністю. Для покращення механічних властивостей сталі в порошок заліза додатково вводять вуглець, вміст якого може досягати 0,9%.

З метою отримання вуглецевих порошкових сталей в якості вихідних матеріалів використовують суміші порошку заліза з графітом або чавунним порошком. Джерелом вуглецю також може бути залізо, в якому вуглець знаходиться у високоактивному стані.

При отриманні вуглецевих сталей вказаними способами варто мати на увазі, що чим менша дисперсність графіту і більша рівномірність його розподілення, тим вищі механічні властивості отримуваних деталей. На фізико – механічні властивості вуглецевих сталей впливає і сорт використовуваного графіту. Сорти графіту з високим вмістом сажі підвищують вірогідність утворення цементиту, що вимагає більш високих температур при спіканні для

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

розчинення вуглецю, і негативно впливають на структуру, погіршуючи властивості конструкційних вуглецевих сталей.

При використанні суміші залізного і чавунного порошоків утворюються вуглецеві сталі з рівномірним розподілом вуглецю, при цьому знижується їх собівартість, оскільки чавун є дешевою вихідною сировиною. Необхідного вмісту вуглецю в таких сталях домагаються попередньою обробкою чавунної стружки, наприклад відпалом, з метою зниження вмісту вуглецю до 0,7 – 1,0%, дробленням і відділенням вільного графіту, використанням суміші залізного і чавунного порошоків, взятих в певному співвідношенні, суміші чавунного порошку з оксидами заліза, на відновлення яких витрачається частина вуглецю чавуну. Повноту зневуглецювання регулюють кількістю оксидів, температурою спікання і тривалістю витримки.

При використанні легованих сталей підвищується міцність конструкційних порошкових деталей. Найбільш розповсюдженими легуючими елементами є мідь, нікель, хром, молібден та ін.

Широке розповсюдження отримало легування міддю шляхом змішування порошоків заліза і міді. Рідше застосовують попередньо леговані порошки, отримані сумісним відновленням оксидів заліза і міді або розпиленням розплаву.

Основними перевагами міді, як легуючого елемента, є її зміцнюючі дія і здатність регулювати усадку. Так, введення міді в порошок заліза під час твердо фазного спікання викликає збільшення об'єму виробів і компенсує усадку. Останнє обумовлено проявленням ефекту Френкеля I роду через різні коефіцієнти гетеро дифузії заліза й міді. Тому змінюючи вміст міді і вихідну пористість матеріалу, що піддається пресуванню, можна отримувати вироби, розміри яких не змінюються при спіканні. Спікання мідьвмісних сталей при температурах, що перевищують температуру плавлення міді, призводить до утворення рідкої фази, яка активує дифузійні процеси та інтенсифікує усадку, що компенсує збільшення об'єму і, як наслідок, призводить до підвищення міцності сталі за рахунок утворення твердих розчинів, що володіють у порівнянні з залізом і міддю більш високими міцними характеристиками.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		11

Зазвичай використовуються сталі, що містять 1,5 – 5,0% міді. Збільшення вмісту міді вище 5% суттєво знижує пластичність сталі.

Поширеним легуючим елементом є також нікель. При збільшенні вмісту нікелю від 1 до 10% міцність сталі зростає. Але при легуванні залізних порошків нікелем в процесі спікання необхідно підбирати режими для активації дифузійних процесів утворення сплавів і гомогенізації отримуваних сталей. Сумісне застосування порошків нікелю і міді сприяє прискоренню дифузійних процесів і гомогенізації. Крім того, отримуваний приріст міцності перевищує сумарний ефект дії кожного елемента окремо. Тому порошкові конструкційні сталі, леговані лише нікелем, не знаходять широкого застосування.

Для виготовлення деталей загальномашинобудівного призначення використовують сталі, леговані нікелем і молібденом. Застосування вказаних легуючих елементів дозволяє отримувати порошкові деталі з високими механічними властивостями, виконуючи порівняно прості технологічні операції.

Недоліком цих елементів є їх висока вартість і дефіцитність, тому частіше використовуються менш дефіцитні елементи, такі як хром, марганець і кремній. Проте висока спорідненість цих елементів до кисню створює певні труднощі при спіканні, оскільки вимагає наявності захисних середовищ з низьким вмістом кисню і вологи.

Як слідує з вищевикладеного, леговані порошкові сталі можна отримати із суміші порошків основи сплаву з легуючими елементами або вміщуючої їх лігатури та з легованих порошків, отриманих різними методами. Вибір вихідних компонентів залежить від призначення деталей, умов їх експлуатації, технології виготовлення і вартості порошків. Виготовлення деталей із суміші порошків економічно більш вигідно, оскільки вартість попередньо легованих порошків вище. Проте висока вартість таких деталей може бути компенсована за рахунок підвищення фізико – механічних, корозійних та інших властивостей, які значно підвищують термін їх експлуатації порівняно з такими ж деталями, виготовленими із сумішей порошків.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		11

Високоміцні порошкові сталі по міцності не поступаються сталям, отриманим традиційними методами. Основними легуючими елементами таких сталей є нікель (7 – 20%), кобальт (4 – 17%), молібден (4 – 5%), титан (0,8 – 3,5%), алюміній, марганець, хром (1 – 4%). При вмісті хрому до 4% сталь набуває значної міцності та твердості.

У випадку виготовлення втулок з буртом методами порошкової металургії можна використовувати розпилені порошки сталей із вже готовим хімічним складом або механічну суміш окремих порошоків. В нашому випадку будемо використовувати матеріал із хімічним складом який відповідає сталі 40X

(Cr – 1...1,4% ; C – 0,45...0,55 %). Виходячи з того, що він володіє високими фізико-механічними властивостями. Також є економічно вигідним з огляду на те, що хром має невисоку вартість і є менш дефіцитним елементом у порівнянні з іншими.

1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу

Для виготовлення важко навантажених деталей необхідно застосовувати матеріали з високими механічними властивостями, що для порошкових матеріалів на основі заліза суттєво залежать від пористості. Тому для повної реалізації властивостей порошкових матеріалів необхідно отримувати їх з мінімально можливою без пористою структурою. При цьому немає необхідності досягти її схожості з структурою відповідних литих сталей, оскільки порошкові матеріали мають більш дрібнозернисту структуру, що забезпечує підвищення твердості і зносостійкості деталей.

Високі характеристики міцності важко навантажених порошкових деталей, що працюють в умовах значних статичних, ударних або циклічних навантажень, можуть бути досягненні при пористості менше ніж 2% . Отримувати вироби високої щільності дозволяє формування їх ударним і гідродинамічним пресуванням, штамповка, ізостатичне і статичне пресування, екструзія, просочування пористих заготовок легкоплавкими металами (мідь,

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

латунь, евтектичні сплави на основі заліза та інших металів), а також легування їх марганцем, нікелем, хромом, молібденом.

Після термообробки такі матеріали характеризуються мартенситною або троостомартенситною структурою (вуглецеві сталі) і мартенситною або аустенітною з легуючими включеннями (леговані сталі). Межа міцності на розрив таких сталей досягає 1000 МПа, твердість HRC – 48 – 55.

Широке застосування набули технологічні процеси виготовлення важко навантажених деталей, схеми яких наведені на рисунках 1.2 – 1.5. Виготовлення деталей ударним пресуванням. На рисунку 1.2 зображена схема ударного пресування з наступним спіканням. Ударне пресування складається з ущільнення металевих порошків в закритих прес-формах з високою швидкістю навантаження пуансона, яка може досягати 300 м/с. Пресування проводиться на пневмо- або гідродинамічних молотах. Буйок молота рухаючись з великою швидкістю (до 60 м/с), вдаряючи по пуансону, забезпечує прикладання до порошку значно більшого навантаження, ніж при статичному пресуванні. Це дає змогу пресувати вироби із металічних порошків до відносної щільності 96 – 97%.

Перед ударним пресуванням металічний порошок в матриці необхідно ущільнити до відносної щільності 40 – 50%. Це запобігає затіканню частинок матеріалу в зазор між матрицею і пуансоном, знижує втрати на тертя (на 7 – 19%),

Ударне пресування виробів з наступним спіканням успішно заміняє двократне статичне пресування з наступним спіканням, що обумовлено більш високою ефективністю процесу за рахунок скорочення числа технологічних операцій. Крім цього, механічні властивості виробів, отриманих ударним пресуванням, вище внаслідок утворення якісного металевого контакту між частинками. Цьому сприяє теплота, що виділяється й акумулюється в зоні контакту частинок в результаті чого температура в момент прикладання навантажень може перевищувати 1000 0С. Збільшення площі металевого контакту між частинками супроводжується накопиченням дефектів кристалічної будови матеріалу, що приводить до інтенсифікації процесу

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		11

спікання. В результаті тривалості ізотермічної витримки при спіканні таких пресовок зменшується в 1,5 – 2,0 рази. Технологічні можливості даного методу розширює двостороннє прикладання навантаження до пресованого порошку, що дозволяє виготовляти більш складні деталі з рівномірним розподіленням щільності по об'єму.



Рисунок 1.2 – Технологічна схема виготовлення без пористих конструкційних матеріалів ударним пресуванням

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

Виготовлення деталей гідродинамічним пресуванням. Схема виготовлення деталей гідродинамічним пресуванням представлена на рисунку 1.3. Процес здійснюється в установках замкнутого типу, що дозволяє ущільнювати порошок, який знаходиться в рідині, імпульсними навантаженнями. Джерелом енергії у використовуваних для цієї цілі гідродинамічних установках слугує тиск газу, що виникає при згоранні порошу в закритому об'ємі. Енергія зжатого газу через поршень передається рідині, яка рівномірно стискає порошок, поміщений в еластичну оболонку. Нерівномірність розподілення щільності в отриманих таким чином пресовках складної форми не перевищує 1 – 1,5%, як і при гідростатичному пресуванні. Пресовка, як і у випадку ударного пресування, характеризується якісними металевими контактами між частинками з високою концентрацією дефектів кристалічної будови. Такі вироби дають більшу усадку при спіканні, а також їх можна спікати при більш низьких температурах. Економічно не вигідно пресувати заготовки невеликих розмірів. Конструкцію установок необхідно зв'язувати з формою та розмірами пресуємих деталей, так як параметри тиску при однаковому заряді багато в чому залежать від об'єму ущільнення порошку при пресуванні.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 – Технологічна схема отримання без пористих конструкційних матеріалів методом гідродинамічного пресування

Виготовлення деталей методом просочування. Схема виготовлення деталей просочуванням розплавами металів і сплавів приведена на рисунку 1.5. Цей метод є широко розповсюдженим способом отримання без пористих деталей конструкційного призначення з високими характеристиками міцності. Перед просочуванням необхідно спресувати із залізного порошку каркас з пористістю 20 – 25% при тиску 250 – 350 МПа та пористі брикети з просочуючих матеріалів. В захисному середовищі печі спікання пориста

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

заготовка має бути нагріта до температури плавлення прикладеного до неї брикету з просочуючого матеріалу. Для того, щоб просочуючий матеріал не розтікався, кожну пару деталь – просочуючий брикет відокремлюють один від одного шарами глинозему і поміщають в окрему графітову форму. Оскільки впливом гравітаційних сил в порівнянні з капілярними силами можна знехтувати, розміщення просочуючого брикету зверху чи знизу просочуваної деталі не має великого значення. Наступними технологічними операціями є термічна обробка і контроль якості виробів.

Перевага цього методу в тому, що просочуванню можуть піддаватись заготовки з пористістю більше 15 – 20%, останнє дозволяє проводити пресування при низьких тисках, що збільшує стійкість прес-форм. Відсутність усадки при просочуванні дає можливість отримувати деталі точних розмірів. Недоліком цього методу є необхідність сполучати процеси заповнення пор

		<i>Гудзь В. Д.</i>			ФКз2-61-1.105.1103.003	<i>Арк</i>
		<i>Білик І. І.</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

розплавленим металом і з'єднувати окремі пористі деталі простої форми у виріб складної форми.

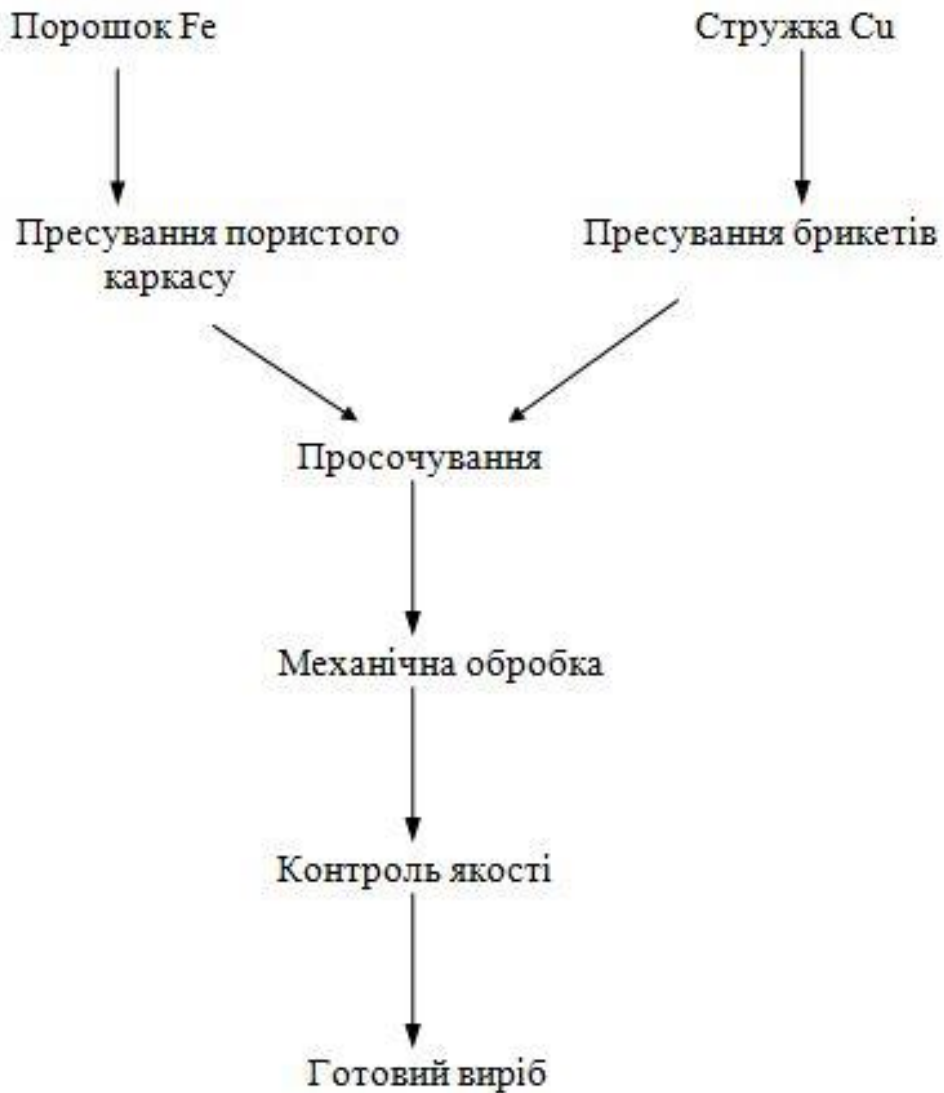


Рисунок 1.4— Технологічна схема виготовлення без пористих конструкційних матеріалів просочуванням

Виготовлення деталей методом гарячої штамповки. Схема виготовлення деталей гарячою штамповкою приведена на рисунку 1.6. Вибір технологічної схеми визначається складом вихідної шихти. Для одно компонентних і попередньо легованих порошків використовують технологічний процес без спікання. А при використанні в якості вихідних матеріалів суміші порошків

		Гудзь В. Д.			ФКз2-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

для утворення сплаву і гомогенізації продукту спікання є обов'язковою операцією.

Заготовки пресують в прес-формах, рідше в гідростатах. Після пресування в прес-формах заготовки можуть містити стеарат цинку або інші пластифікатори, які необхідно видаляти, що затрудняє технологічний процес. Гідростатичне пресування не потребує пластифікаторів, але через низьку продуктивність цей метод економічний тільки у випадку великогабаритних заготовок.

Вибір величини щільності заготовки також пов'язаний з внутрішнім окисленням матеріалу при невеликій щільності. Поява оксидів можлива при перенесенні заготовок в штамп по повітрі. Внутрішнє окислення не відбувається, якщо щільність заготовки не менше 70% і деталь швидко переноситься в штамп. Очевидно, метал в цьому випадку достатньо надійно захищений від окислення захисним газом, що знаходиться в порах. Доцільно вихідну щільність вибирати в межах 70 – 75%. Тиск штамповки залежить від складу пресуемого матеріалу, складності форми, температури нагріву. Для заготовок із залізних та сталевих порошків тиск знаходиться в межах 600 – 800 МПа. Важко навантажені деталі на основі заліза піддають гарячій штамповці за температур 900 – 1200 0С, використання більш високих температур призводить до кращого ущільнення, але при цьому збільшується зношення штампа і збільшується ймовірність появи тріщин.

При штампуванні, внаслідок інтенсивної пластичної деформації часток матеріалу, утворюються міцні зв'язки на контактних поверхнях, відбувається між- і внутрішньо кристалічне зрощування внаслідок активування процесу

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		19

дифузії на приконтатних ділянках часток. Підвищені властивості міцності забезпечуються дрібнозернистою структурою.

Перевагами методу гарячого штампування є висока продуктивність, висока якість поверхні, одержання деталей складної форми. До недоліків можна віднести застосування спеціалізованого інструмента (штампа).



Рисунок 1.5 – Технологічна схема виготовлення без пористих конструкційних матеріалів гарячою штамповкою

Подвійне пресування і спікання застосовується для отримання виробів з залізних порошків високої щільності і як наслідок міцності. Це відбувається за рахунок того, що при першому формуванні відбувається деформаційне

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

зміцнення брикету і отримати високу щільність не вдається. При першому спіканні відбувається релаксація отриманих напружень і порошок стає знову пластичним, що дозволяє повторним пресуванням збільшити його щільність і повторним спіканням довести його до міцності, яка дозволяє використовувати його при високих навантаженнях.



Рисунок 1.6 – Технологічна схема виготовлення без пористих конструкційних матеріалів подвійним пресуванням і спіканням

Для даного дипломного проекту вибрана технологічна схема виготовлення важко навантажених деталей подвійним пресуванням і спіканням. Вибір схеми обумовлений економічною доцільністю, рядом переваг над іншими технологічними схемами.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

1.2 Опис технологічного процесу

1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції в технічних умовах на неї

Асортимент виробів, які планують випускати на проектованій дільниці, досить невеликий. На даній дільниці випускатимуться важко навантажені деталі конструкційного призначення типу втулка буртом. Розміри готової деталі: зовнішній діаметр з буртом – 120 мм; зовнішній діаметр без бурта – 90 мм; внутрішній діаметр – 60 мм; висота – 40 мм. Планується випускати деталей на рік 50000 шт. Деталь зображена на рисунку 1.7.

Для виробництва деталей використовується матеріал на залізній основі марки СП40Х, технічні умови на сировину наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні умови на сировину, напівфабрикати та готову продукцію

Найменування	Характеристика	Державний стандарт або технічні умови
СП40Х	$\gamma = 7,8 \text{ г/см}$ $\gamma_{\text{н}} = 2,34 \text{ г/см}$ Вміст $\text{Cr} - 0,8-1,1\%$ $\text{C} - 0,4\%$	ГОСТ 4543-71
Водень	Очищений від O_2 і N_2	ГОСТ 3022-80

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

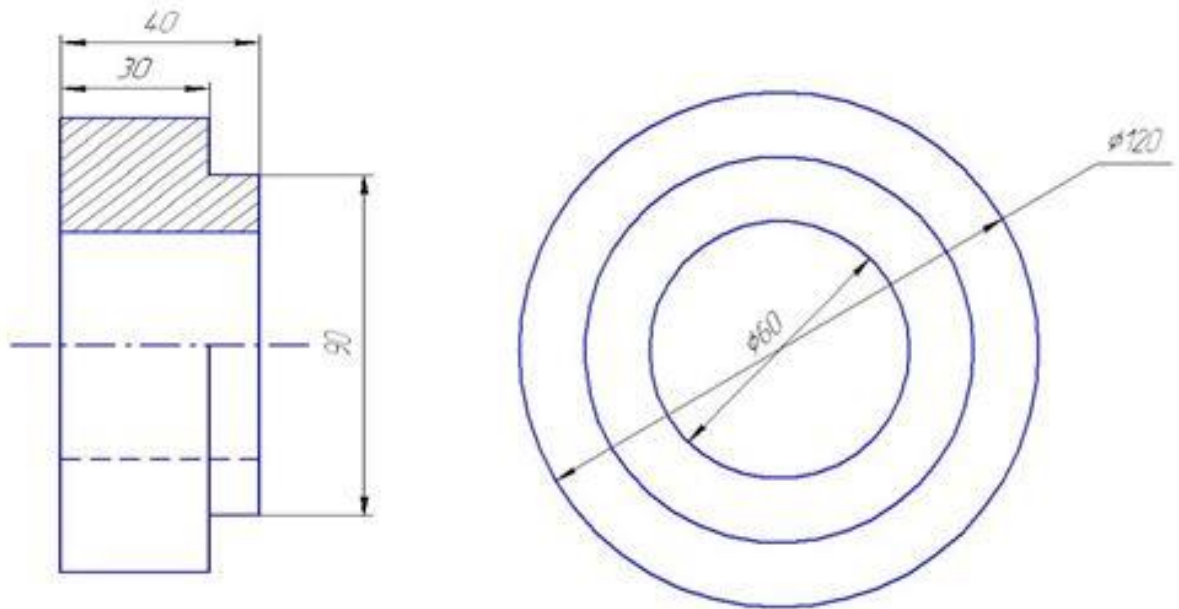


Рисунок 1.7 – Втулка з буртом

1.2.2 Обґрунтування вибору основних видів сировини

Склад конструкційних матеріалів змінюється в широких межах залежно від умов їхнього застосування.

Однією з основних умов розробки стабільного промислового виробництва є можливість використання дешевих і доступних сировинних матеріалів, що виробляються або добуваються у великих кількостях.

У випадку виготовлення втулок методами порошкової металургії можна використовувати розпилені порошки сталей із вже готовим хімічним складом або механічну суміш окремих порошків. В нашому випадку будемо використовувати матеріал із хімічним складом який відповідає сталі 40Х (Cr – 0,8...1,1% ; ; С – 0,45 -0,55%).

Сплав володіє високими фізико-механічними властивостями. Також є економічно вигідним з огляду на те, що хром має невисоку вартість і є менш дефіцитним елементом у порівнянні з іншими.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

1.2.3 Опис технологічних операцій

1. Пресування. Пресування – процес, в результаті якого порошкове тіло отримує задану форму і розміри, а також кінцеві властивості міцності. Сутність полягає в тому, що порошок поміщають в прес-форму і піддають зовнішньому впливу – тиску.

Перетворення сипучого порошкового тіла в компактне відбувається за рахунок схоплювання, прилипання, механічного щеплення або склеювання частинок порошку в випадку введення пластифікатора. Процес ущільнення може бути умовно розподілений на три стадії.

На першій стадії ущільнення відбувається структурна деформація: руйнування арок та мостиків, які утворюються в результаті вільної засипки порошку, і заповнення пустот. Цей процес супроводжується відносним переміщенням частинок і більш щільною їх укладкою без помітної деформації. В цьому випадку координаційне число (число контактів окремої частинки з сусідніми) менше чотирьох і структура порошкового тіла є нестійкою. Напруження в об'ємі частинок не перебільшують границю пружності.

Після укладки частинок до найбільш щільної упаковки розпочинається друга стадія ущільнення. Вона супроводжується пружною та пластичною деформацією, або крихким руйнуванням частинок. На цій стадії матеріал спочатку деформується пружно і при досягненні межі пружності, деформація переходить в пластичну деформацію або крихке руйнування. Коли пластична деформація розповсюджується по всьому об'єму частинок, подальше ущільнення супроводжується деформацією зміцненого матеріалу, що вимагає великих зовнішніх зусиль. Відбувається збільшення щільності пресовки за рахунок зменшення форми частинок, супроводжується пластичною течією матеріалу і заповненням їм пор. Закінчується ця стадія максимальним ущільненням матеріалу. Утворюються стійкі просторові структури з координаційним числом рівним дванадцяти.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

Третій етап ущільнення – обтиснення компактного матеріалу. В реальних умовах при ущільненні порошкових матеріалів третій етап не досягається.

Одною із головних вимог, пред'явленою до конструкційних матеріалів, є рівномірне розподілення щільності по об'єму. Нерівномірне розподілення щільності по об'єму заготовки призводить до концентрації напружень, котрі можуть призвести до утворення тріщин, розшарування при пресуванні, нерівномірній усадці та жолобленню при спіканні.

Пресування заготовок проводимо на гідравлічному пресі ДА 1243 при тиску 600 – 800 МПа. В такому випадку пресування залишкова пористість складає приблизно 30 – 35 %. Так як нам необхідно отримати без пористу деталь, цей процес використовуємо як попередню операцію для придання заготовці необхідної форми та міцності.

2.Спікання. Спікання є важливою технологічною операцією, яка головним чином визначає кінцеву структуру і властивості отриманих деталей. Спікання супроводжується зміною геометричних розмірів деталі – усадкою, зміною форми частинок порошку і пор, що прагнуть отримати енергетично найбільш вигідну сферичну форму. Оскільки від зміни розмірів деталей при спіканні залежить їх точність, необхідно прагнути до мінімальної їх зміни. Усадка збільшується зі зменшенням розмірів частинок вихідних порошків і збільшення пористості заготовок.

Спікання обумовлюється надлишком вільної поверхневої енергії системи. Тенденція зменшення цієї поверхні приводить до так званого Лапласівського капілярного тиску, під дією якого утворюються контакти між частинками порошку, це приводить до пониження пористості, або відбувається течія твердої речовини, обумовлені термічними активуючими процесами. В залежності від шляху дифузії розрізняють п'ять механізмів спікання: в'язка течія, об'ємна самодифузія, поверхнева самодифузія, випаровування і конденсація, пластична течія.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

При спіканні реальних порошкових тіл всі механізми можуть проходити одночасно. Їх інтенсивність залежить від дефектності структури і чистоти матеріалу.

Виготовлення деталей з використанням метода гарячої штамповки проводиться зі спіканням заготовок або без нього. Використання спікання або виключення цієї операції із технологічного процесу обумовлюється складом і чистотою використовуваних порошків.

Спікання необхідне у випадку використання сумішей порошків. Якщо суміш не спікається, то штаповані вироби мають низькі механічні властивості через гетерогенність структури. Для чистих і попередньо легованих порошків можна використовувати варіант технологічного процесу без спікання, який є більш економічним.

Нагрів проводиться в інертних або захисних середовищах. Температура нагріву заготовок із порошків на основі заліза вибирається в межах 900 – 1200 0С. Більш висока температура нагріву веде до зниження зусиль штамповки. Але при значних високих температурах збільшується ймовірність появи тріщин.

Останнім часом для нагрівання заготовок під штамповку застосовують високочастотні установки. Ми використовуємо індукційну установку, яка прискорює нагрів заготовок, усуває підвищене окислення поверхні, робить можливою автоматизацію процесу і повністю виключає перегрів.

3. Подвійне пресування та спікання.

Пресування та спікання порошкових формовок в дві стадії при різних температурах; перша стадія (попереднє пресування та спікання) при більш низькій температурі має на меті видалення мастил, сполучних і часткове скріплення порошку; друга стадія (остаточне пресування та спікання) при оптимальній температурі для основної складової порошкової суміші має на меті міцне з'єднання частинок порошку і отримання матеріалу з необхідними властивостями.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

4. Термічна обробка. Термічна обробка – необхідна операція для підвищення міцності деталі. В результаті аустенітна структура переходить в мартенситну.

Загартування полягає в нагріві сталі на 30 – 50 ОС вище A_{c3} , для доевтектоїдних сталей, витримці при цій температурі для повного прогріву і завершення фазових перетворень в об'ємі металу і наступному повільному охолодженні. Для зменшення крихкості і напруження, викликаних загартуванням, і отримати необхідні механічні властивості, сталь після загартування обов'язково піддають відпуску.

Для легуючих сталей температура нагріву під загартування значно перевищує критичну точку, що обумовлюється малою швидкістю і ступенем розчинення карбідів, які містяться в легуючих компонентах аустеніту. Це підвищення температури не веде до росту зерна, так як нерозчинні частинки карбідів гальмують ріст зерна аустеніту.

Загартування наших деталей ми рекомендуємо проводити при температурі 840 ОСі використовувати масло, так як воно має ряд переваг. Перевага масла як середовища для гартування є невелика швидкість охолодження в інтервалі температур мартенситного перетворення, що знижає можливість появи дефектів під час гартування. Перепад температур між поверхнею і центром виробу при загартуванні в маслі менше, ніж при охолодженні у воді.

Відпуск полягає в нагріві загартованої сталі нижче A_{c1} , витримки при заданій температурі і послідуочим охолодженням з певною швидкістю. Відпуск є кінцевою операцією термічної обробки, в результаті якого сталь отримує необхідні механічні властивості. Відпуск усуває внутрішню напруженість, яка з'явилася при загартуванні. Ці напруженості знижуються тим більше, чим вища температура відпуску.

Для наших виробів рекомендуємо використовувати середньо-температурний відпуск (350 – 500 ОС). Тому, що він створює найкраще відношення міцності і в'язкості сталі. Значно підвищується конструктивна

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

міцність, зменшується чутливість до концентраторів напружень, підвищується робота пластичної деформації при руху тріщин, знижується температура верхнього та нижньої межі холодноламкості.

Термічну обробку проводимо у камерних печах марки ПКМ 8.16.5.

5. Чистова обробка. Після короткочасного нагрівання на повітрі у верхніх шарах виробу утворюється окалина. Суть механічної обробки полягає в усуненні з поверхні виробу не потрібних елементів та надання виробу кінцевих геометричних розмірів. Для цієї операції використовуємо токарно-гвинторізний станок 1К62.

6. Контроль якості виробів. Всі дослідження проводились на спеціально виготовлених зразках-свідках. Визначення пористості і щільності сформованих і спечених виробів регламентовано ГОСТ 18898-83 і передбачає застосування розрахункового і гідростатичного (зважування виробу на повітрі й у дистильованій воді) методів.

Найбільш об'єктивним показником якості порошкового виробу є його міцність на розтяг, так як вона характеризує величину і міцність контакту між частинками. Із зростанням пористості міцність зменшується. Границя міцності на розтяг являє собою величину, яку отримали від ділення максимального навантаження на площу поперечного перетину зразка.

По ГОСТ 9454-78 проводять дослідження ударної в'язкості. Зазвичай для руйнування зразка, який вільно лежить на двох опорах, застосовують маятникові копри з потужністю 0,5 – 10 кгс*м; площина маятника вертикальна і проходить на однаковій відстані від опор, на яких лежить зразок. Показник ударної в'язкості КС (Дж/м²) отримують діленням роботи К(Дж), яку витратили на руйнування, на номінальний поперечний розріз зразка S(м²):

$$КС = \frac{K}{S} = \frac{Pl(\cos \beta - \cos \alpha)}{S},$$

де Р – маса маятника, l відстань центру тяжіння маятника від осі обертання, а і b – кут підйому маятника, до і після руйнування випробовуваного зразка.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

Визначали твердість по Роквеллу – це статичний метод механічних випробувань, під час якого в матеріал з визначеною силою повільно і неперервно вдавлюють алмазний конус із закругленою вершиною і кутом 1200 . Навантаження прикладають в дві послідовні стадії: попередню в 10 кг і основну 140 кг і витримують декілька секунд. Потім її плавно знімають і вимірюють остаточну глибину проникнення індентора.

1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів

Матеріальний баланс є основним вихідним параметром для розрахунку необхідної кількості вихідних матеріалів, кількості технологічного обладнання та визначення техніко-економічних показників проектного виробництва. Для складання матеріального балансу окремих операцій і технологічного процесу в цілому визначальним є продуктивність цеху.

Розрахунки проводимо відносно добової продуктивності, для визначення якої потрібно обчислити фонд часу роботи обладнання на рік. Для цього слід знайти кількість календарних днів для проведення планово-попереджувального ремонту, коли обладнання не бере участі в технологічному процесі. Кількість таких днів для поточних ліній, на яких, зазвичай, усе обладнання ремонтують одночасно, визначають за тривалістю ремонту обладнання найвищої категорії складності, а в разі послідовного ремонту - за сумою простоїв агрегатів на ремонт. Поточні ремонти та огляд проводять, як правило, у неробочий час лінії. Кількість днів, необхідних для ремонту обладнання неавтоматизованого виробництва, визначають на підставі графіка планово-попереджувального ремонту, який складають за нормативними заводськими даними та з досвіду роботи. Тут слід врахувати можливість організації та проведення ремонту у вихідні та святкові дні.

Середній час простою обладнання, який не має перевищувати 4...6 % від загальної кількості робочих днів підприємства для двозмінної та 10 % для тризмінної роботи. Час на зміну технологічного режиму становить 1,5 % загального часу роботи обладнання.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

Річна продуктивність дільниці по виробництву важко навантажених конструкційних виробів – 50 тонн. Виробництво здійснюється по технологічній схемі, яка зображена на рисунку 1.7. Числа в дужках відображають зворотні втрати.

Всього часу який витрачається на планово-попереджувальний ремонт – 96 годин: $96 / 8 = 12$ днів.

У нашому випадку час, необхідний для планово-попереджувального ремонту складає 12 днів (5% від загальної кількості робочих днів підприємства).

Для визначення загального фонду часу роботи обладнання від календарної кількості днів року (365 днів) віднімаємо кількість днів, необхідних для планово-попереджувального ремонту, а також кількість неробочих днів цеху.

Для масового виробництва, особливо для відділень отримання порошків і спікання, економічно вигідною є робота без вихідних днів та зупинок на загальнонаціональні свята. Тому для таких відділень кількість робочих днів на рік визначають як різницю між календарною кількістю днів на рік і кількістю днів, необхідних для планово-попереджувального ремонту.

Визначивши кількість робочих днів цеху на рік, розраховуємо його добову продуктивність за готовою продукцією: $A = \frac{G}{n}$; $A = \frac{50000}{240} = 208$ (кг).

Баланс часу дільниці записуємо у вигляді таблиці.

Таблиця 1.3 – Баланс часу дільниці

Елементи балансу		Вихід, днів
1.	Календарна кількість днів	365
2.	Час на планово-попереджувальний ремонт	12
3.	Загальнонаціональні свята	9
4.	Вихідні дні	104
5.	Неробочі дні дільниці	125
6.	Робочі дні дільниці	240

У зв'язку з тим, що під час переробки вихідної сировини мають місце втрати (рис. 1.8), враховуємо їх шляхом визначення виходу придатного ф. Обчисливши вихід придатного, можна визначити кількість матеріалу, яка має надходити на початок процесу з урахуванням втрат (A0). Розрахунки ведемо згідно з формулою:

$$A_0 = \frac{A}{\varphi} 100; (\text{кг})$$

У процесі переробки сировини мають місце втрати як технологічні, так і механічні, тому для визначення добової продуктивності вводити матеріали в процес потрібно з деяким надлишком для компенсації цих втрат. Річ у тім, що на кожному виробництві мають місце втрати, зумовлені різними причинами. Такі втрати належать до технологічних. В іншому випадку втрати можуть бути зумовлені пилевиділенням, виникненням браку та ін. Такі втрати належать до механічних. Як правило, технологічні втрати є незворотними. Механічні втрати можуть бути незворотними та зворотними. Якщо втрати можна повернути в технологічний процес безпосередньо або після відповідної переробки, запланованої на підприємстві, то такі втрати є зворотними. У технологічній схемі вказано, на яку операцію повертаються ці втрати.

У зв'язку з тим, що під час переробки вихідної сировини мають місце втрати, враховуємо їх шляхом визначення виходу придатного ф. Обчисливши вихід придатного, можна визначити кількість матеріалу, яка має надходити на початок процесу з урахуванням втрат (A0).

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

Незворотні витрати Вихідні матеріали Зворотні витрати



Рисунок 1.8 – Витрати на операціях з виготовлення без пористих конструкційних деталей на основі заліза

Для визначення виходу придатного проводимо такі розрахунки:

1. Прямий поопераційний витяг на кожній операції:

на першій операції: $\eta_1 = 100 - 0,15 = 99,85$;

на другій операції: $\eta_2 = 100$;

на третій: $\eta_3 = 100 - 0,5 = 99,5$;

на четвертій: $\eta_4 = 100 - 0,1 = 99,9$;

на п'ятій: $\eta_5 = 100 - 0,3 = 99,7$;

на шостій: $\eta_6 = 100 - 0,05 = 99,95$.

2. Загальний витяг на кожній операції ϕ відносно вихідного матеріалу

визначаємо за формулою): $\phi = \left(\frac{\eta_1}{100} \cdot \frac{\eta_2}{100} \cdot \frac{\eta_n}{100} \right) 100 = \frac{\eta_1 \eta_2 \dots \eta_n}{100^{n-1}}$

$\phi_1 = \eta_1 = 99,85$;

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		19

$$\varphi_2 = \varphi_1 \cdot \eta_2 / 100 = 99,85;$$

$$\varphi_3 = \varphi_2 \cdot \eta_3 / 100 = 99,35;$$

$$\varphi_4 = 99,25;$$

$$\varphi_5 = 98,95;$$

$$\varphi_6 = 98,9$$

3. Кількість сировини, яка має надійти на початок процесу в перший день, визначається за формулою: $A_0 = \frac{A}{\varphi} 100$; $A_0 = \frac{208}{98,9} 100 = 210,3$ (кг).

4. Визначаємо втрати відносно вихідного матеріалу на кожній операції $\alpha_n(\beta_n)$ згідно з формулою: $\alpha_n(\beta_n) = \frac{\alpha_n(\beta_n)\varphi_{n-1}}{100}$

операції:	зворотні	незворотні
на першій:	$\alpha_1 = 0,1 \cdot 100 / 100 = 0,1;$	$\beta_1 = 0,05 \cdot 100/100 = 0,05;$
на другій:	$\alpha_2 = 0;$	$\beta_2 = 0;$
на третій:	$\alpha_3 = 0;$	$\beta_3 = 0,5 \cdot 99,85/100 = 0,4993;$
на четвертій:	$\alpha_4 = 0;$	$\beta_4 = 0,1 \cdot 99,35/100 = 0,0994;$
на п'ятій:	$\alpha_5 = 0;$	$\beta_5 = 0,3 \cdot 99,25/100 = 0,2976;$
на шостій:	$\alpha_6 = 0;$	$\beta_6 = 0,05 \cdot 98,95/100 = 0,0495$

5. Розраховуємо абсолютні втрати у кілограмах за формулою:

$$q_n^a(q_n^b) = \frac{A_0 \alpha_n(\beta_n)}{100}$$

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		19

зворотні

$$q_1^a = 0,1 \cdot 208 / 100 = 0,2;$$

$$q_2^a = 0;$$

$$q_3^a = 0;$$

$$q_4^a = 0;$$

$$q_5^a = 0;$$

$$q_6^a = 0;$$

незворотні

$$q_1^b = 0,05 \cdot 208 / 100 = 0,104;$$

$$q_2^b = 0;$$

$$q_3^b = 0,4993 \cdot 208/100 = 1,038;$$

$$q_4^b = 0,0994 \cdot 208/100 = 0,206;$$

$$q_5^b = 0,2976 \cdot 208/100 = 0,619;$$

$$q_6^b = 0,0495 \cdot 208/100 = 0,102$$

6. Обчислюємо суму зворотних втрат і визначаємо масу матеріалу, яка має надходити кожен день на початок процесу: $V = A_0 - \sum q$

$$V = 210,3 - 0,2 = 210,1(\text{кг}).$$

7. Визначаємо масу матеріалу, що надходить на кожну операцію і виходить з неї.

На першу операцію: - надходить: 210,3 (кг);
- виходить: $210,3 - 0,104 = 210,196$ (кг).

На другу операцію: - надходить: 210,196 (кг);
- виходить: 210,196 (кг).

На третю операцію: - надходить: 210,196 (кг);
- виходить: $210,196 - 1,038 = 209,158$ (кг).

На четверту операцію: - надходить: 209,158 (кг);
- виходить: $209,158 - 0,206 = 208,952$ (кг).

На п'яту операцію: - надходить: 208,952 (кг);
- виходить: $208,952 - 0,619 = 208,333$ (кг).

На шосту операцію: - надходить: 208,333 (кг);
- виходить: $208,333 - 0,102 = 208,231$ (кг).

Одержані результати зводимо в таблицю 1.4.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				19
Зм.	Арк.	ПІБ.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Поопераційний матеріальний баланс

Назва операції	Поопераційні витрати, %			Пряме поопераційне вилучення, %	Загальне вилучення, %	Витрати по відношенню до введенного матеріалу, %		Абсолютні витрати, кг		Кількість матеріалу, яка поступає на операцію, кг			Кількість вихідного матеріалу кг
	Незворотні	Зворотні	Загальні			Незворотні	Зворотні	Незворотні	Зворотні	З попередньої операції	Зворотні	Всього	
Пресування	210,196	210,196	209,158	208,952	208,333	208,231	210,196	210,196	209,158	208,952	208,333	208,231	210,196
Спікання	210,3	210,196	210,196	209,158	208,952	208,333	210,3	210,196	210,196	209,158	208,952	208,333	210,3
Пресування	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2
Спікання	210,1	210,196	210,196	209,158	208,952	208,333	210,1	210,196	210,196	209,158	208,952	208,333	210,1
Механічна обробка	0,104	0	1,038	0,206	0,619	0,102	0,104	0	1,038	0,206	0,619	0,102	0,104
Контроль якості	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2

ФКзг-61-1.105.1103.003.01ПЗ

Гурзь В. Д.

1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання

Обладнання для здійснення технологічного процесу вибираємо, використовуючи підручники, посібники та довідники, на основі таких основних вимог.

1. Обладнання має бути стандартним, що знижує його вартість і полегшує ремонт (можна використовувати стандартні запасні частини та вузли).

2. Воно має відповідати сучасному рівню розвитку науки і техніки, тобто забезпечувати максимальну продуктивність за мінімальної чисельності обслуговуючого персоналу, сприяти зниженню втрат матеріалів та електроенергії, дозволяти без істотних конструктивних змін вводити механізацію, автоматизацію керування та регулювання технологічних режимів.

3. Обладнання має відповідати вимогам техніки безпеки.

4. Продуктивність допоміжного обладнання (транспортувальне обладнання, насоси, вентилятори) має, як правило, бути вище продуктивності основного обладнання, тобто має залишатися резерв для підвищення продуктивності основних агрегатів завдяки використанню передових прийомів праці.

Під час розрахунків кількості одиниць обладнання кожного типу слід виходити з поопераційного балансу матеріалів технологічного процесу, з якого відомо кількість матеріалу, перероблюваного на цьому обладнанні.

Розрахункову кількість одиниць обладнання $n_{роз}$ визначають за формулою

$$n_{роз} = G_m / p\tau$$

Найчастіше $n_{роз}$ - це дробне число, яке округлюють до найближчого більшого цілого числа.

де G_m - маса матеріалу, який необхідно переробити на операції за добу, кг; p - продуктивність агрегату, кг/год; τ - кількість годин роботи на добу.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				39
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Фактичну кількість складного обладнання, що потребує частого ремонту, n_{ϕ} беруть на одиницю більше, тобто $n_{\text{роз}} + 1$. На підставі отриманих даних розраховують коефіцієнт завантаження обладнання:

Кількість матеріалу, перероблюваного на цьому виді обладнання, визначають з матеріального балансу за кількістю матеріалу, що надходить на операцію в тому випадку, якщо кількість днів роботи обладнання на рік збігається з кількістю днів роботи цеху (дільниці) ($N_{\text{ц}}$), визначеною під час розрахунку матеріального балансу. Якщо кількість днів роботи обладнання на рік інша, то добове завантаження визначають додатково за формулою

$$G_{\text{доб}} = \frac{G_{\text{м}} N_{\text{ц}}}{N_{\text{об}}}$$

де $G_{\text{м}}$ - кількість матеріалу, що надходить на операцію згідно з матеріальним балансом; $N_{\text{об}}$ - кількість днів роботи обладнання протягом року.

Щоб вибрати потрібну кількість обладнання, важливо визначити продуктивність агрегату, яку розраховують для вибраного обладнання відносно конкретних виробів або матеріалів, які планують виготовляти на виробництві.

1.4.1 Обладнання для пресування

Для вибору преса визначаємо необхідне зусилля пресування:

$$P_{\text{пр}} = p_{\text{пр}} \cdot S_{\text{пр}} \cdot 1,25,$$

де $p_{\text{пр}}$ - тиск пресування (беремо $600 \text{ мПа} = 60 \text{ кН/см}^2$);

$S_{\text{пр}}$ - площа пресування, см^2 ;

$$S_{\text{пр}} = \pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 36 - 3,14 \cdot 9 = 84,78 \text{ см}^2;$$

$$P_{\text{пр}} = 60 \cdot 84,78 \cdot 1,25 = 6\,359 \text{ кН}.$$

По номінальному тиску пресування, мінімально допустиму висоту засипки порошку, тиску виштовхування вибираємо прес-автомат ДА 1240.

Прес має наступні характеристики :

зусилля пресування – 10 000 кН;

потужність – 135,1 кВт;

габарити – 6240 x 3300 x 5900, мм;

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				39
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

продуктивність – 1 шт./хв.;

вартість – 80 тис. грн.

Потрібну кількість пресів визначаємо за формулою

$$N_{np} = N_{zag}(K_{np} \cdot 60 \cdot \tau),$$

де N_{zag} - кількість заготовок, яку потрібно спресувати за добу; K_{np} , - кількість ходів (пресувань) за хвилину (1шт./хв). У нашому випадку:

$$N_{zag} = 208/0,555 = 374 \text{ шт.}$$

Тоді, $N_{np} = 374/(1 \cdot 60 \cdot 8) = 0,8$

Приймаємо прес з коефіцієнтом завантаження $K_3 = 0,8$

Час роботи преса становить 8 годин на добу.

1.4.2 Обладнання для спікання

На цій операції відбувається змішування спікання спресованих композиційних матеріалів. Для спікання можна використати камерну електропіч опору типу СНО 3,2/16

Характеристики:

- робоча температура – 1900 ° С;
- потужність - 18 кВт;
- розміри робочого простору – 0,32х0,45х0,2м;
- габаритні розміри – 1320*1100*1700 мм;
- робоче середовище повітря;

Продуктивність печі:

Оскільки в піддон з розмірами 400×300×150 мм можна завантажити до **160** заготовок масою по 0,0925 кг, то маса матеріалу завантаженого в один піддон становить **160*0,0925=14,8 кг**. **Час спікання 1 година**

$$p = 14,8/1 = 14,8 \text{ кг/год.}$$

Кількість печей:

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		39

$$n_{\text{розр}} = G/pt,$$

де G – кількість матеріалу, що надходить за добу, кг (208);

t – час роботи печі за добу, год ($t = 8$).

$$N_{\text{розр}} = 208 / (14,8 * 24) = 0,50 \text{ шт.}$$

Фактична кількість

$$n_{\text{факт}} = 1 \text{ шт.}$$

Коефіцієнт завантаження 0,5

1.4.3 Обладнання для механічної обробки

Для механічної обробки було обрано шліфувальний станок марки CUT 200 Dedicated

Характеристики:

- габарити станка – 1500 x 1000 x 1200 мм;
- вага - 3500 кг;
- максимальна швидкість обробки – 500 мм²/хв
- мінімальна шорсткість після обробки - Ra 0.3 мкм.

Денна норма виготовлених деталей становить 374 шт. Кожну з цих деталей після пресування необхідно піддати механічній обробці. Площа оброблюваної поверхні в одній деталі становить 100 мм².

$$S_3 = 100 * 374 = 37400 \text{ мм}^2$$

$$n_{\text{розрах}} = S_3 / (P * t) = 37400 / (180 * 8 * 60) = 0,43$$

Отже приймаємо 1 станок з коефіцієнтом завантаження:

$$K_3 = 0,43.$$

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		39

Відповідно до результатів внесені дані у таблицю 1.4.

		<i>Гудзь В. Д.</i>			ФКзг-61-1.105.1103.003	<i>Арк</i>
		<i>Білик І. І.</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

Таблиця 1.4- Зведена відомість обладнання цеху

Назва операції	Назва обладнання	Габаритні розміри, LxVxH, м	Продуктивність, кг/год	Кількість годин роботи за добу	Завдання на добу, кг	Необхідна кількість устаткування	Коефіцієнт завантаження	Встановлена потужність, кВт
Пресування	Прес-автомат ДА 1240	2,2x1,6x1,4	41,5	8	208	1	0,8	135,1
Спікання	Камерна Електропіч	1,32x1,1x1,7	0,555	8	208	1	0,5	18
Механічна обробка	Шліфувальний станок CUT 200 Dedicated	1,5x1,0x1,2	1,004	8	208	1	0,43	2,0

Зм.

Арк.

ПІБ

Підпис

Дата

ФКзг-61-1.105.1103.003

44

Арк.

2 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Даний розділ присвячений для розрахунку кількості електроенергії, палива, газів та інших джерел енергії, яка потрібна для стабільної роботи виробництва.

Об'єм витрат електроенергії на виробниче обладнання визначають на підставі вибору і розрахунку кількості обладнання та його потужності в режимі роботи:

$$E = M\Phi_0\eta_{36}K_1K_2,$$

де M – встановлена потужність обладнання, кВт;

Φ_0 – річний фонд часу роботи обладнання, год;

η_{36} – коефіцієнт завантаження обладнання;

K_1 – коефіцієнт одночасності роботи (беруть рівним: для електричних печей – 0,6, для двигунів – 0,3, для генераторів високочастотного нагріву – 0,8);

K_2 – коефіцієнт використання потужності – 0,7.

Об'єм витрат електроенергії на освітлення розраховується на підставі плану цеху. Вихідні дані для розрахунку – площа приміщення, потрібна освітленість і режим роботи освітлювальних точок.

Витрати енергії на освітлення розраховують за формулою:

$$Q = \frac{S * q * \tau * f}{1000}$$

де S – освітлювана площа, м²;

q – поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м²;

τ – кількість годин горіння на рік;

f – коефіцієнт одночасного горіння.

					ФКзг-61-1.105.1103.003			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>			Енергетичний розділ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>					45	3
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ Гр. ФН-61</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав.каф..</i>								

Значення q зазвичай беруть: для виробничих приміщень – 11...15 Вт/м², для побутових і службових приміщень – 10 Вт/м².

Залежно від тривалості освітлювального періоду значення τ беруть рівним: для двозмінної роботи – 2500 год, для тризмінної – 4700 год.

Коефіцієнт, який враховує одночасність горіння ламп, беруть: для виробничих прогонів – 0,8, для побутових та службових приміщень – 0,7, для підвалів – 0,9. **Дати назву таблиці**

Прес-автомат ДА 1240	$E=15*3840*0,82*0,3*0,7=9918,7$ кВт
Камерна Електропіч	$E=15*3840*0,82*0,3*0,7=9918,7$ кВт
Шліфувальний станок	$E=10*3840*0,9*0,3*0,7=7257,6$ кВт
Склад сировини	$Q=(12,7*10*2500*0,7)/1000=222,3$ кВт
Відділ пресів	$Q=(51*15*2500*0,8)/1000=1530$ кВт
Відділ механічної обробки	$Q=(25,5*15*2500*0,8)/1000=765$ кВт
Відділ контролю	$Q=(12,7*10*2500*0,7)/1000=222,3$ кВт
Відділ готової продукції	$Q=(12,7*10*2500*0,7)/1000=222,3$ кВт
Кабінет майстра	$Q=(12,7*10*2500*0,7)/1000=222,3$ кВт
Службовий коридор	$Q=(63*10*2500*0,7)/1000=1102,5$ кВт

Загально річні витрати електроенергії на технологічне обладнання та на освітлення приведені в таблиці 2.1 та таблиці 2.2

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Загально річні витрати електроенергії на технологічне обладнання

Найменування споживача струму	Кількість споживачів	Потужність, кВт	Фонд робочого часу на рік	Коеф. завантаженості	Коеф. одночасності роботи	Коеф. використання потужності	Річні витрати електроенергії, кВт*год
Гідравлічний прес	1	3	3840	0,82	0,3	0,7	9918,7
Камерна Електропіч	1	3	3840	0,82	0,3	0,7	9918,7
Шліфувальний станок	1	2	3840	0,9	0,3	0,7	7257,6

Таблиця 2.2 – Витрати електроенергії на освітлення

Найменування споживача	S	q	τ	f	Річні витрати, кВт*год
Склад сировини	12,7	10	2500	0,7	222,3
Відділ пресів	51	15	2500	0,8	1530
Відділ мех.обробки	25,5	15	2500	0,8	765
Відділ контролю	12,7	10	2500	0,7	222,3
Відділ готової продукції	12,7	10	2500	0,7	222,3
Кабінет майстра	12,7	10	2500	0,7	222,3
Службовий коридор	12,7	10	2500	0,7	222,3

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

Метою цього розділу є аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів, при яких виникає небезпека ураження організму, тобто умов, що можуть привести до захворювання та травматизму в процесі виготовлення конструкційних деталей для роботи в умовах, а також розробка заходів спрямованих на усунення цих факторів та безпеку у надзвичайних ситуаціях.

3.1 Характеристика підприємства та умови експлуатації

Технологічний процес виробництва конструкційних деталей для роботи в важких умовах за допомогою Прес-автомат ДА 1240, камерної електропечі, шліфувального станка марки CUT 200 Dedicated. Планування виробництва та розташування обладнання зображено на рисунку 3.1, а також специфікація технологічного обладнання наведено в таблиці 3.2.

Головними небезпечними факторами в цеху є пил з порошків заліза. Виділення пилу у повітрі з'являється при транспортуванні порошкових матеріалів, пресуванні та механічній обробці готових виробів. Також на виробництві при роботі пресів має місце вібрація. Тривала дія вібрації приводить професійного захворювання — вібраційна хвороба. При роботі обладнання на виробництві шум перевищує норму, що може призвести до часткової або повної втрати слуху. В цеху використовується обладнання, яке живиться від мережі з напругою 380 В, що може привести до ураження електричним струмом, у разі пошкодження обладнання.

					ФКзг-61-1.105.1103.003				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Охорона праці	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>						48	7
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>							
<i>Реценз.</i>									
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Зав.каф..</i>									
						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ ФКзг-61-1</i>			

Загальна площа виробництва дорівнює 216 м², довжина – 18 м, ширина – 12 м, висота – 6 м. Кількість працівників, які виконують технологічний процес становить 11 чоловік. Таким чином згідно з вимогами ДСанПІН 3.32-007-98, об'єм і площа приміщення на одного працівника та місця розташування технологічного обладнання є оптимальним (таблиця 3.1).

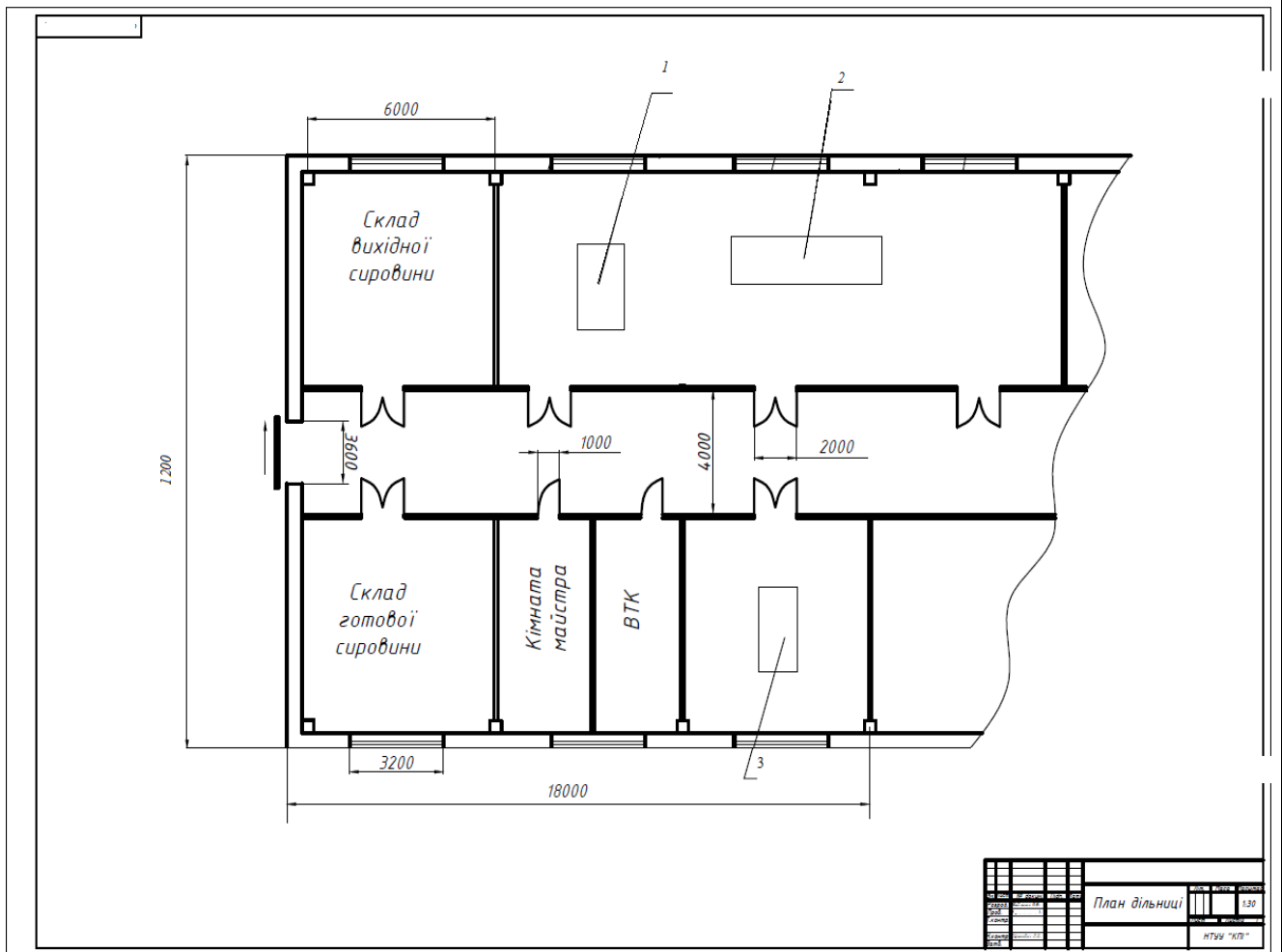
Таблиця 3.1. – Реальні та нормативні характеристики приміщення і розміщення технологічного обладнання

№	Параметр приміщення	Реальне значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працюючого	8,1 м ²	4,5 м ²
2	Об'єм на 1 працюючого	48,6 м ³	15 м ³
3	Мінімальна ширина проходу	1,65 м	1,5 м

Таблиця 3.2 – Специфікація технологічного обладнання

№	Найменування	Розміри Д/Ш/В, м	Основні характеристики	Кількість	Позиція на рисунку
1	Прес-автомат ДА 1240	2,2x1,6x1,4	Напруга 380В	1	1
2	Камерна Електропіч	1,32x1,1x1,7	Напруга 380В	1	2
3	Шліфувальний станок CUT 200 Dedicated	1,5x1,0x1,2	Напруга 380В	1	3

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		



1 – Прес, 2 – Камерна Електропіч, 3 – Шліфувальний станок.

Рисунок 3.1 – План виробництва

3.2 Оцінка ключових факторів та шкідливих виробничих факторів і розроблення заходів нормалізації умов праці при виконанні технологічного процесу

Оцінка мікроклімату та повітря у робочому середовищі.

Оскільки важкість роботи відноситься до категорії Пб, тобто середньої важкості, тому мікроклімат на виробництві потрібно підтримувати за такими параметрами:

- Температура – 17-19 0С в холодний період року, 20-22 0С – в теплий період року;
- Вологість – 40-60%;

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				50
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Значення параметрів мікроклімату суттєво впливають на самопочуття та працездатність людини і, як наслідок цього, на рівень травматизму. Тривала дія високої температури повітря може призвести до гіпертермії, а при дії низької температури до гіпотермії. Отже знижується самопочуття, працездатність людини та призводить до захворювання.

Головними небезпечними факторами в цеху є пил з порошоків карбонільного заліза. Виділення пилу у повітрі з'являється при транспортуванні порошкових матеріалів, змішуванні, протиранні, сушці, пресуванні та механічній обробці готових виробів. Періодичне вдихання частинок порошку може призвести до професійних захворювань, наприклад пневмонію.

Вміст пилу в робочій зоні при використанні дисперсного порошку металу вказаний в таблиці 3.3, що відповідає вимогам.

Таблиця 3.3 – Вміст пилу в робочій зоні при використанні дисперсного порошку металу.

Технологічна операція	Концентрація пилу, мг/ м ³
Пресування заготовок	69,5
Шліфування	55,5
Спікання	15,5

У разі запилення робочого середовища примусово вмикається встановлена загальна обмінна система проточно-витяжної вентиляції, також встановлена місцева витяжна вентиляція, яка призначена для видалення забрудненого повітря безпосередньо від джерела виникнення пилу й шкідливих виділень.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Освітленість.

Відповідно до ДБН В.2.5.28-2006. «Природне та штучне освітлення», на виробництві відсутня важка зорова робота, тому не потрібне спеціальне освітлювальне обладнання. Для достатнього освітлення робочого середовища використовується природне і штучне освітлення.

Шум та вібрація.

При роботі пресу, печі, шліфування на виробництві шум перевищує допустимі норми, що може призвести до: часткової або повної втрати слуху, зниження пам'яті, запаморочення, підвищення стомлюваності, дратівливості, а отже й суттєве зниження продуктивності на робочому місці.

Для зниження рівня шуму використовується звукоізолюючі кожухи, що виготовленні із сталі, дюралюмінію товщиною 1...3 мм, фанери, причому з внутрішньої сторони проведено личкування звукопоглинальними матеріалами товщиною 30...50 мм., якими повністю закривають найбільш шумні агрегати. Також використовується засоби індивідуального захисту, протишумові навушники, беруші.

На виробництві при роботі пресів має місце вібрація. Тривала дія вібрації може призвести до різноманітних порушень здоров'я людини: погіршення стану нервової та серцево-судинної системи, порушення обміну речовин, може з'явитись професійне захворювання — вібраційна хвороба

Для зменшення впливу вібрацій на працівника та інше обладнання використовуємо методи віброгасіння. На вібруючі пристрої встановлюється динамічне навантаження, а самі пристрої розташовуються на окремий віброізолюваний фундамент. Джерела коливань ізолювані від опорних конструкцій гумовими прокладками, пружинами або іншими віброізоляторами.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				52
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

3.3 Електробезпека

В цеху використовується обладнання, яке живиться від мережі з напругою 380 В, а саме прес, піч та шліфувальний верстат, відповідно до правил улаштування електроустановок (ПУЕ-2017). Приміщення цеху, за ступенем небезпеки ураження електричним струмом відноситься до III-го класу, тобто приміщення з особливою небезпекою ураження електричним струмом.

Для запобігання враження струмом, всі установки мають захисне заземлення, тобто електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих частин електроустановки згідно вимог ПУЕ-7 «Заземлення і захисні заходи електробезпеки». Також встановлене захисне вимкнення, що забезпечує автоматичне відключення електроустановки, коли в ньому виникає небезпека ураження струмом, а саме при замикання фази на корпус електроустановки та появи в мережі більш високої напруги. Призначена кваліфікована особа яка періодично перевіряє стан ізоляції та електроустановки на предмет пошкодження або зниження опору, стан захисного заземлення устаткування. Для попередження ураження електричним струмом на підприємстві використовуються знаки безпеки, а також інструкції і плакати. На всьому обладнанні, а також кожухах, що закривають електроапаратуру, є напис "Висока напруга". Також весь персонал пройшов інструктаж з техніки безпеки.

3.4 Пожежна безпека

Відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою». виробництво за пожежною безпекою належить до категорії Б, тому що зумовлена використанням тонко-дисперсних порошків металів і легко-спалахуючих допоміжних матеріалів.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				53
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Джерелом загорання можуть служити: короткі замикання, що супроводжуються великими виділеннями тепла, перевантаження дровівпристроїв, що спричиняє сильніший розігрів струмоведучих дровів й загорання ізоляції, легкозаймисті рідини, пошкоджений електричний дріт, зношування та корозія обладнання, порушення правил використання матеріалів та обладнання.

Для запобігання займання легкозаймистих матеріалів, таких як мастила розроблені правила їх зберігання та використання. Ці речовини зберігаються у металевій, щільнозачиненій тарі.

Для ліквідації пожежі передбачено такі засоби пожежогасіння:

- автоматичної система пожежогасіння;
- розташований, у приміщенні, щит з протипожежним інвентарем згідно ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», а саме вогнегасники - 3 шт., ящик з піском - 1 шт., протипожежне покривало - 1 шт., багор або лом та гак - 2 шт., лопати - 2 шт., сокири - 2 шт;
- пересувний вогнегасник ВВП-100;
- пожежний кран;

В кожному приміщенні в наявності є план евакуації.(рисунок 3.2).

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		55

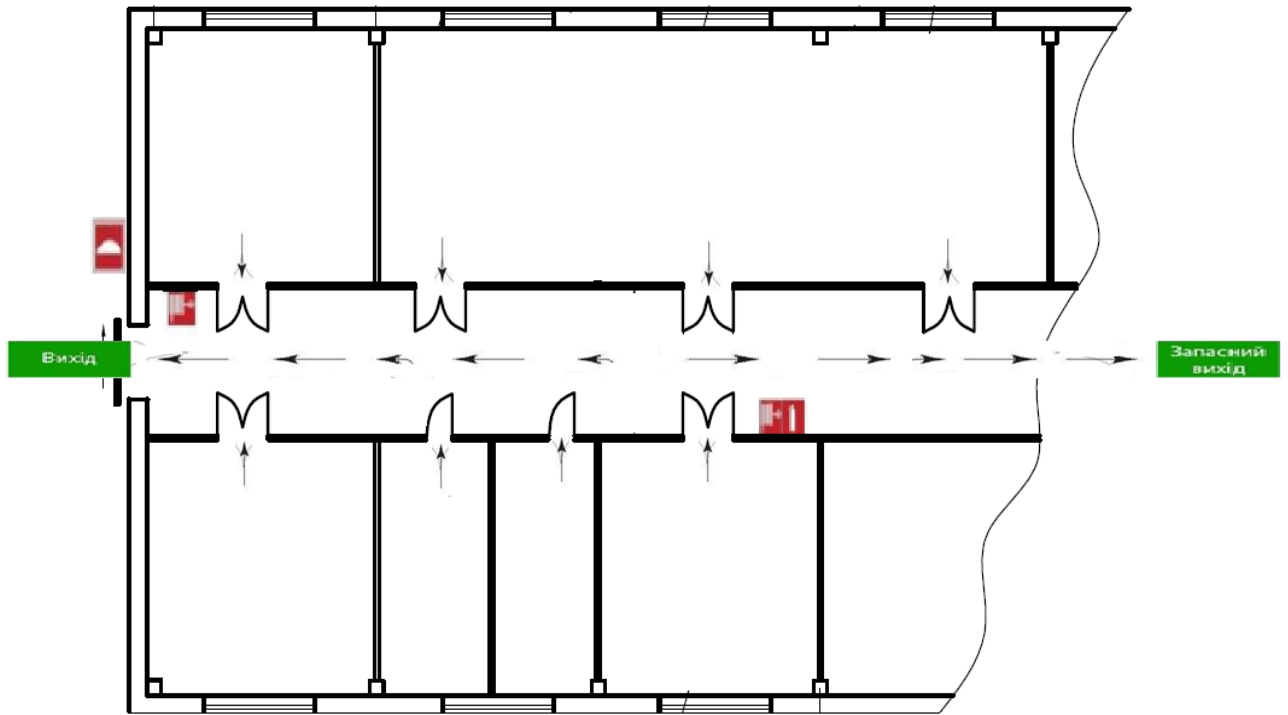


Рисунок 3.2 – План евакуації виробництва

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				55
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

4 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

Питання щодо організації виробництва в цеху вирішуємо на основі даних попередніх розділів проекту, зокрема, технологічного (розрахунок потрібного обладнання, його розміщення, організація технічного контролю та контролю якості тощо). У цьому розділі обґрунтовуємо необхідну чисельність робітників та управлінського персоналу, розмір фондів їх заробітної плати, визначаємо показники продуктивності праці.

4.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Методика розрахунків планової чисельності працівників окремих категорій визначається специфікою їхньої роботи та галузевими особливостями функціонування підприємства.

Чисельність робітників, зайнятих на нормованих роботах ($Ч_{р.н}^{пл}$), розраховують за формулою:

$$Ч_{р.н}^{пл} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot m_i}{T_{р.ч} \cdot K_{в.н}}$$

де n – кількість найменувань продукції;

t_i – планова трудомісткість одиниці i -го виду продукції, норма-годин;

m_i – кількість продукції i -го виду, одиниць;

$T_{р.ч}$ – розрахунковий ефективний час роботи одного робітника, год.;

$K_{в.н}$ – очікуваний коефіцієнт виконання норми (1,0 – 1,5).

					ФКзг-61-1.105.1103.003			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>			Організаційний розділ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>					56	7
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ ФКзг-61-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав.каф..</i>								

Чисельність основних робітників, зайнятих на ненормованих роботах ($Ч_{ос}^{пл}$) (контроль технологічного процесу, керування апаратами, машинами та іншим устаткуванням), розраховують за нормами обслуговування, а саме:

$$Ч_{ос}^{пл} = \frac{m_0 \cdot П_{зм} \cdot К_{п}}{Н_{об}}$$

де m_0 – кількість обслуговуваних об'єктів;

$П_{зм}$ – кількість робочих змін протягом доби;

$К_{п}$ – коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;

$Н_{об}$ – норма обслуговування (кількість одиниць обладнання, що обслуговує один працівник).

В таблиці 4.1 розраховано та приведено баланс робочого часу середньооблікового працівника.

Таблиця 4.1 – Баланс робочого часу середньооблікового працівника

Показники	Планові значення
Кількість календарних днів	365
Вихідні та святкові дні	113
Час на планово-попереджувальний ремонт, днів	12
Номінальний фонд робочого часу, днів	240
Невиходи на роботу, днів	30
з них:	
- відпустка	24
- захворювання	4
- дозволені законом	1
- з дозволу адміністрації	1
- прогули	0
- цілодобові простої	0
- страйки	0
Явочний робочий час, днів	210
Середня тривалість робочого дня, год	7,9
Внутрішньозмінні втрати робочого часу та простої, год	0,3
Робочі години	7,6
Плановий фонд робочого часу за рік, год	1596

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		57

Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову розраховується за формулою:

$$K_{п} = \frac{100}{(100 - k)}$$

$$K_{п} = \frac{100}{(100 - 12,5)} = 1,14$$

де k – плановий відсоток невиходів на роботу (за даними таблиці 3.1

$$k = \frac{30}{240} \cdot 100 = 12,5).$$

Розрахунки чисельності основних і допоміжних робітників наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Чисельність основних і допоміжних робітників цеху

Професія, спеціальність	Квалі фікаці йний розряд	Явочна чисельність по змінах		Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а			
Основні робітники						
Оператор печі	5	1	1	1	1,14	3
Пресувальник	5	1	1	1	1,14	3
Шліфувальник	5	1	1	1	1,14	3
Разом		3	3	3		9
Допоміжні робітники						
Наладчик	6	1	1	1	1,14	3
Черговий слюсар-електрик	5	1	1	1	1,14	3
Транспортувальник-вантажник	2	1	1	1	1,14	3
Разом		3	3	3		9
Усього робітників		6	6	6		18

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

4.2 Визначення фонду заробітної плати

Затрати на оплату праці є одним з основних елементів собівартості продукції. Вона складається з:

- основної з/п;
- додаткової з/п;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Основна зарплата – це винагорода за виконану працю відповідно з установленими нормами праці (норми часу, продуктивності, обслуговування, посадові зобов'язання).

Додаткова зарплата – це винагорода за працю окрім установленної норми, за успіхи в праці, за особливі умови праці, за винахідливість. Вона включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

До інших заохочувальних і компенсаційних виплат належать виплати за підсумками роботи за рік, премії по спеціальних системах і положеннях, компенсаційні грошові і матеріальні виплати, які не передбачені актами законодавства та ін.

Практична організація оплати праці ґрунтується на державному і договором регулювання її абсолютного рівня, а також механізмі визначення індивідуальної заробітної платні всіх окремих категорій працівників (робітників, фахівців, що служать, керівників) підприємства.

Основним організаційно-правовим інструментом обґрунтування диференціації заробітної плати працівників підприємств різних форм господарчої діяльності є тарифно-посадова система, елементи якої: тарифно-кваліфікаційні довідники; кваліфікаційні довідники посад керівників, спеціалістів і службовців; тарифні сітки й ставки; схема посадових окладів або єдина тарифна сітка.

Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій України наведена в таблиці 4.3.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		59

Таблиця 4.3 - Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій

Показник	Тарифні розряди							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифні коефіцієнти	1,0	1,088	1,204	1,350	1,531	1,8	1,892	2,0
Зростання тарифних коефіцієнтів:								
- абсолютне		0,088	0,116	0,146	0,181	0,269	0,092	0,108
- відносне		8,8	10,7	12,1	13,4	17,6	5,1	5,7

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Її абсолютну величину визначають згідно зі встановленим державою мінімальним розміром заробітної плати, тобто таким, нижче за яке вже не можна платити працівнику за виконану норму робочого часу. Так якщо на підприємстві погодинну тарифну ставку для першого розряду встановлено на рівні 28,31 грн., то ставка другого розряду становитиме 30,8 грн., третього 34,1 грн. і так далі.

Приклад розрахунку фондів зарплати управлінського та обслуговуючого персоналу наведено у табл. 4.4, а основних і допоміжних робітників у табл. 4.5.

Таблиця 4.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
Керівники			
Начальник цеху	1	11000	132000
Майстер	1	8500	102000
Разом	2		234000
Спеціалісти			
Провідний Інженер-технолог	1	7500	102000
Разом	1		102000
Службовці та молодший обслуговуючий персонал			
Обліковець	1	5000	60000
Комірник	1	4500	54000
Прибиральник	1	4000	48000
Разом	3		162000
Усього по цеху	6		498000

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Відповідно до тарифної сітки розраховано фонди заробітної плати основних і допоміжних працівників.
Розрахунки приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок фонду заробітної плати основних і допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, тис. грн. (3×6)	Розрахунок додаткової заробітної плати, тис. грн					Загальний фонд заробітної плати, тис. грн. (7+12)
				Одного робітника	Усіх		Надбавки та доплати				Разом (8+9+10+11)	
							Премії (15% від основ- ної заробіт- ної плати)	За роботу в особливих умовах (5%)	Оплата відпусто- к (10%)	Інші доплати та надбавки (5%)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основні (технологічні) робітники												
Оператор печі	5	43,34	3	1596	4788	207,5	31,1	10,4	20,8	10,4	72,7	280,2
Пресувальник	5	43,34	12	1596	19152	830,1	124,5	41,5	83	41,5	290,5	1120,6
Шліфувальник	5	43,34	12	1596	19152	830,1	124,5	41,5	83	41,5	290,5	1120,6
Разом						1867,7					653,7	2521,4
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Наладчик	6	50,96	3	1596	4788	244	36,6	12,2	24,4	12,2	85,4	329,4
Черговий слюсар-електрик	5	43,34	3	1596	4788	207,5	31,1	10,4	20,8	10,4	72,7	280,2
Вантажник	2	30,8	3	1596	4788	147,5	22,13	7,4	14,8	7,4	51,7	199,2
Разом						599					209,8	808,8
Усього по цеху (виробничій дільниці)						2466,7						3330,2

Зм.
Арк.
Гузь В. Д.
Білик І. І.
ПНБ
Підпис
Дата

ФКзг-61-1.105.1103.003

Арк.
62

4.3 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці розраховується як відношення річного об'єму виробництва до облікового складу всіх робітників цеху.

Таким чином, продуктивність праці (Π) – це річний об'єм продукції, виготовленої в розрахунок на одного робітника цеху.

$$\Pi = \frac{G}{\sum \text{Ч}}$$

$$\Pi = 50000/(36+6) = 1190 \text{ кг/особу}$$

де G – обсяг продукції, виготовленої цехом за рік, кг;

$\sum \text{Ч}$ – чисельність працівників усіх категорій (робітників, управлінського та обслуговуючого персоналу).

		Гудзь В. Д.			ФКз2-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		63

5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Основне завдання цього розділу – довести, що розроблений проект ефективний

5.1. Розрахунок капітальний вкладень

Капітальні вкладення у виробничі фонди цеху, що проектується складаються з капітальних вкладень в основні фонди (придбання обладнання, транспортних засобів, оснастки інструменту, інвентарю та будівельно-монтажні роботи) та оборотних нормованих засобів (витрати на утворення запасів матеріалів, швидкозношуваних інструментів, запасних частин для поточного ремонту обладнання та ін.). Вартість транспортування устаткування та його монтаж і наладку приймаємо у розмірі 10% від його ціни. Розрахунок капітальних витрат на обладнання приведені в таблиці 5.1.

					ФКзг-61-1.105.1103.003			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Економічний розділ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>					<i>64</i>	<i>15</i>
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ ФКзг-61-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав.каф..</i>								

Таблиця 5.1 – Розрахунок капітальних вкладень в обладнання

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, одиниць	Вартість за одиницю, тис.грн	Загальна вартість, тис.грн	Витрати на транспортування та монтаж, тис.грн	Всього, тис.грн
Основне технологічне устаткування					
Прес-автомат ДА 1240	1	80	80	8	88
Камерна Електропіч	1	59	59	5,9	64,9
Шліфувальний станок CUT 200 Dedicated	1	30	30	3	33
Разом основне технологічне устаткування					185,9
Допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					
2. Інвентар	-	-	50	5	55
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					107,8
Загалом по дільниці (виробничій дільниці)					348,7

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначають, виходячи з об'єму дільниці і усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій та промислових проводок.

Визначаємо капітальні вкладення в будівництво підприємства. Довжина – 18 м, ширина – 12 м, висота – 6 м, загальною площею 216 м². Капітальні вкладення в будівельно-монтажні роботи визначаємо виходячи з площі та об'єму дільниці, а також нормативної вартості будівництва та санітарно - технічних робіт 1 м будівлі. Необхідно також враховувати витрати на будівництво фундаменту та майданчиків для обладнання.

Розрахунки капітальних вкладень (враховуючи середні ринкові ціни на елементи будівельно-монтажних робіт) на будівництво цеху приведені в таблиці 5.2.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво цеху

Елементи капітальних вкладень	Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м ³	Вартість	
			Одиниці, грн	Загальна, тис.грн
Виробничі приміщення			3250	4 212
Водопостачання			35	45,4
Каналізація	м ³	1296	30	38,9
Електропроводка			55	71,3
Вентиляція			75	97,2
Всього				4 464,8
Зовнішній благоустрій	м ²	136	75	10,2
Невраховані витрати			750	100
Загальна вартість будівлі				4 575

Розраховуємо норматив оборотних коштів. Найбільшим за розміром є поточний запас матеріалів.

Середній поточний запас (Z_M) визначаємо за формулою:

$$Z_M = M_d \cdot \frac{T_{\text{пост}}}{2}$$

де M_d – середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн;

$T_{\text{пост}}$ – інтервал між поставками матеріалів у днях (приймається в межах 15-30 днів).

Середньодобове споживання матеріалів визначається як вартість річної потреби в основних та допоміжних матеріалах, сировині, запасних частинах, інвентарю, спецодягу тощо, розділених на 240 (де 240 – розрахункове число днів за рік).

$$Z_M = 6\,583,5 \cdot 30 / 240 \cdot 2 = 411,5 \text{ тис. грн.}$$

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		66

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних коштів (транспортного, підготовчого та резервного запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції на складі та ін.) приймаємо на рівні 50% від розрахованого нормативу поточних запасів, що складає 411,5 тис. грн. Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх вказаних елементів.

Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів ($N_{\text{заг}}$) по об'єкту, що проектується, складе:

$$N_{\text{заг}} = 1,5 \cdot Z_{\text{м}}$$

де $Z_{\text{м}}$ – норматив поточних запасів;

$$N_{\text{заг}} = 1,5 \cdot 411,5 = 617,3 \text{ тис. грн.}$$

Після цього розраховують загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 - Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Сума	
	тис.грн.	%
Будівля	4 575	76,99
Устаткування:		
Основне технологічне	643	10,83
Допоміжне та підйомно-транспортне	107,8	1,82
Норматив оборотних коштів	617,3	10,36
Всього капіталовкладень у виробничі фонди	5 943,1	100

5.2 Визначення планової собівартості одиниці продукції

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				67
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

З метою визначення економічної доцільності запроєктованого виробництва певного виду продукції розраховують її собівартість, яка являє собою грошовий вираз витрат підприємства на виробництво і реалізацію цієї продукції. Процес обчислення собівартості окремих видів продукції називають калькулюванням.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				67
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

У промисловості найчастіше застосовується така номенклатура калькуляційних статей витрат:

- 1) сировина і матеріали (за вирахуванням зворотних відходів);
- 2) паливо та енергія на технологічні цілі;
- 3) основна заробітна плата технологічних робітників;
- 4) додаткова заробітна плата технологічних робітників;
- 5) єдиний соціальний внесок;
- 6) витрати на утримання і експлуатацію устаткування;
- 7) загальновиробничі витрати;
- 8) втрати внаслідок технічно неминучого браку;
- 9) інші виробничі витрати;
- 10) адміністративні витрати;
- 11) витрати на підготовку та освоєння нового виробництва;
- 12) поза виробничі витрати на збут продукції.

Сума перших дев'яти статей становить виробничу собівартість, а сума всіх 12 статей – повну собівартість виготовленої продукції.

Для кожного об'єкта калькулювання вибирається калькуляційна одиниця – одиниця його кількісного вимірювання. Калькуляційна одиниця для продукції об'єкту, що проектується - порошкова металургія, виробництво спечених виробів та композиційних матеріалів - одна тонна, один кілограм, один виріб.

На стадії проектування складається планова калькуляція собівартості продукції, яка дозволяє здійснити техніко-економічне обґрунтування розробленого проекту цеху чи виробничої дільниці.

5.2.1 Розрахунок витрат на сировину і матеріали

Витрати на сировину і матеріали розраховуються як сума добутків норм витрачання різних видів сировини й матеріалів (за даними матеріальних балансів табл. 1.3) та вартості одиниці відповідних видів сировини й матеріалів. Виконані розрахунки оформлюють по формі (табл. 5.4).

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				68
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Значення коефіцієнта, що враховує додаткові транспортно-заготівельні витрати, рекомендується приймати на рівні 1,1.

Таблиця 5.4 – Розрахунок вартості сировини основних і допоміжних матеріалів на річну виробничу програму

Найменування видів сировини і матеріалів	Одиниця виміру	Витрати на річну програму	Оптова ціна за одиницю, грн.	Коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати	Сума за річну потребу, тис.грн.
Сировина та основні матеріали					
СП40Х ГОСТ 4543-71	кг	16200	350	1,1	6237
Водень ГОСТ 3022-80	кг	1800	175	1,1	346,5
Всього вартість сировини та матеріалів					6583,5

5.2.2 Витрати на паливо та енергію

До цієї статті калькуляції відносять вартість річних затрат технологічних енергоносіїв: електроенергії, природного газу, пари, стиснутого повітря, гарячої води та ін. носіїв енергії. Суму витрат обчислюють у відповідності до норм витрат певних видів енергоресурсів і діючих тарифів та цін.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрачання цього виду ресурсів визначають по встановленій потужності токоприймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії.

		Гудзь В. Д.			ФКз2-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Розрахунок кількості електроенергії та інших джерел енергоносіїв, яка необхідна для забезпечення нормальної роботи цеху приведений в енергетичному розділі див. таблицю 2.1 та 2.2.

Вартість витрат електричної енергії на освітлення та обладнання береться 2,62 грн. за кВт-год. Дані по енергозатратам приведені у таблиці 5.5.

		<i>Гудзь В. Д.</i>			ФКзг-61-1.105.1103.003	<i>Арк</i>
		<i>Білик І. І.</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

Таблиця 5.5 – Відомість витрат енергоносіїв (електроенергії, води)

Споживачі енергоносіїв	Вид енергоносія	Одиниця виміру	Річні витрати	Ціна електроенергії за 1 кВт·год	Вартість на рік, тис. грн
Операції у відповідності до технологічного процесу (технологічне та допоміжне устаткування)	електроенергія	кВт·год	18164,1	2,62	47,6
Освітлення виробничих та побутових приміщень	електроенергія	кВт·год	4171,5	2,62	10,93
Господарчо-санітарні потреби	технічна вода	тис. м ³	7	900	6,3
Загально річна вартість енергоносіїв					64,83

5.2.3 Основна та додаткова заробітна плата

Стаття «Основна заробітна плата технологічних робітників» містить витрати на оплату праці за тарифними ставками, відрядними розцінками та посадовими окладами робітників, безпосередньо зайнятих виконанням технологічних операцій з виготовлення продукції.

Стаття «Додаткова заробітна плата технологічних робітників» включає премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій; надбавки й компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством. Визначається на рівні 5-20% від величини основної заробітної плати.

Професійно-кваліфікаційний склад технологічних робітників визначають по даним підприємства, де студент проходить переддипломну практику, або по нормам обслуговування технологічного обладнання (методом розстановки по робочим місцям). Вказана чисельність робітників вважається розстановочним штатом. Для визначення облікового штату розстановочна чисельність збільшується на коефіцієнт 1,14, який враховує

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		71

додаткову чисельність персоналу на компенсацію чергових та додаткових відпусток, хвороб, скорочення робочого дня підліткам та ін. втрат робочого часу.

Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників приведений в організаційному розділу (табл. 4.5). Загальний фонд основної та додаткової заробітної плати технологічних робітників складає 3 330 200 грн.

5.2.4 Єдиний соціальний внесок

Ця стаття містить обов'язкове відрахування на загальнодержавне соціальне страхування. З 1 січня 2016 р. ставка ЄСВ складає 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати. Базою для нарахування ЄСВ слугує загальний фонд заробітної плати по цеху.

5.2.5 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію устаткування» є комплексною й охоплює амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, підйомно-транспортних засобів; витрати на проведення усіх видів ремонту та міжремонтного обслуговування.

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті «Основна заробітна плата технологічних робітників» або до балансової вартості всього технологічного, допоміжного та підйомно-транспортного устаткування.

У разі відсутності даних по підприємству-аналогу, цей норматив можна приймати на рівні 0,3 % від розрахованої суми капіталовкладень у даний вид основних засобів (табл. 5.1):

$$750,8 * 0,3 = 225,24 \text{ тис.грн}$$

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				71
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

5.2.6 Загальновиробничі та загальногосподарські витрати

До цієї статті планової калькуляції належать:

- амортизація основних фондів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення;
- витрати на управління виробництвом в межах виробничого об'єкта, що проектується (оплата праці апарату управління цеху чи дільниці з відрахуваннями на соціальні заходи, витрати на службові відрядження, офісні витрати в межах цеху чи дільниці);
- витрати на утримання, експлуатацію та ремонт основних фондів загальновиробничого призначення;
- витрати на удосконалення технології та організації виробництва;
- витрати на освітлення, опалення, водопостачання виробничих приміщень;
- витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища та ін.

Загальновиробничі та загальногосподарські витрати встановлюють на рівні 175% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$1867,7 * 1,75 = 3268,5 \text{ тис. грн.}$$

5.2.7 Втрати внаслідок технічно неминучого браку та інші виробничі витрати

При калькулюванні собівартості продукції «Втрати внаслідок технічно неминучого браку» та «Інші виробничі витрати» часто об'єднують в одну статтю витрат, а іноді ці обидві статті включають до складу «Загальновиробничих витрат». Норматив вказаних витрат встановлюється по даним підприємства-аналога, а при відсутності таких даних на рівні:

«Втрати внаслідок технічного неминучого браку» та «Інші виробничі витрати» 10% від основної заробітної плати технологічних робітників:

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				72
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

1867,7*0,1=186,8 тис. грн

5.2.8 Адміністративні витрати

Калькуляційна стаття «Адміністративні витрати» включає витрати на обслуговування та управління підприємством: оплата праці працівників апарату управління підприємством з відрахуванням на соціальні заходи; утримання, ремонт та обслуговування загальнозаводських основних фондів; витрати на підготовку та перепідготовку кадрів; оплата послуг банків; страхування майна підприємства; витрати на сторожову та пожежну охорону; податки та інші обов'язкові платежі тощо.

Значення цієї статті витрат встановлюється у відповідності до нормативу підприємства-аналогу, бо на різних підприємствах адміністративні витрати коливаються в межах 60% від основної заробітної плати технологічних робітників:

1867,7*0,6=1120,6 тис. грн

5.2.9 Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва

До цієї статті належать витрати:

- на підготовку та освоєння нової продукції;
- на освоєння нових технологічних процесів;
- на запуск у виробництво нових цехів, дільниць і окремих агрегатів;
- на винахідництво і раціоналізацію та деякі інші.

Норматив вказаних витрат встановлюють за даними підприємства-аналога, а у разі їх відсутності на рівні 40% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

1867,7*0,4=747,08 тис. грн

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				73
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

5.2.10 Позавиробничі витрати на збут продукції

Дана стаття включає витрати на реалізацію продукції підприємства:

- відшкодування вантажно-розвантажувальних, складських, пакувальних, транспортних і страхових витрат;
- маркетингові витрати (реклама, участь у виставках, дослідження ринку);
- витрати на гарантійний ремонт та гарантійне обслуговування;
- сплата експортного мита, митних зборів тощо.

Величину витрат по цій статті студент уточнює під час переддипломної практики.

У відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти перших статей калькуляції) витрати на збут становлять близько 7,5%:

5.2.11 Складання планової калькуляції собівартості продукції

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проекту планова калькуляція собівартості продукції (табл. 5.6).

Річна продуктивність цеху становить 18000 кг, маса виробу складає 3,62 г., то річна продуктивність відповідно 4972376 шт./рік

Тому повна собівартість 1 кг продукції складає $16\ 393\ 500/18000=910$ грн/кг, або $16\ 393\ 50/4\ 972\ 376= 6,3$ грн/шт.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		74

Таблиця 5.6 - Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції

Статті витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Планова ціна за одиницю, грн.	Витрати на річну програму, тис. грн.
1. Основні матеріали				
1.1 Карбонільне залізо	кг	16200	350	6 237
1.2 Епоксидна смола	кг	1800	175	346,5
2. Паливо та енергія для технологічних цілей				
2.1 Електроенергія	кВт-год	18164,1	2,62	47,6
3. Основна заробітна плата технологічних робітників				1867,7
4. Додаткова заробітна плата технологічних робітників				653,7
5. Єдиний соціальний внесок (22%)				554,7
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування				225,24
7. Загальновиробничі та загальногосподарські витрати				3268,5
8. Втрати внаслідок технічного неминучого браку				186,8
9. Адміністративні витрати				1120,6
10. Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва				747,08
11. Поза виробничі витрати на збут продукції				1088,1
12. Інші виробничі витрати				50
Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції				16393,5

5.3 Оцінка ефективності проектних рішень

Порівняння здійснюємо за такими показниками:

- трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності живої праці);
- капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- період окупності капітальних витрат.

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		75

трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (t) у нормо-годинах можна вирахувати за формулою:

$$t = \frac{\chi_{oc} \cdot \Phi_{ef}^{пл}}{G}$$

де χ_{oc} – загальна чисельність основних (технологічних) робітників, осіб;

$\Phi_{ef}^{пл}$ – плановий ефективний фонд робочого часу одного працівника за рік, год.;

G – річний обсяг (програма) випуску продукції.

$$t = \frac{27 \cdot 1596}{18000} = 2,394 \text{ нормо – годин/кг}$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції (K_G) визначається як величина загальних капітальних витрат ($K_{заг}$) у будівництво чи реконструкцію цеху, на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

$$K_G = \frac{K_{заг}}{G}$$

$$K_G = \frac{5943100}{18000} = 330,2 \text{ грн/кг}$$

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації спроектованого студентом об'єкту:

$$ГП_p = 0,82 \cdot (Ц - C_{п}) \cdot G + \sum A$$

де 0,82 – коефіцієнт, який враховує частку чистого прибутку у валовому прибутку;

$Ц$ – ринкова ціна одиниці продукції, грн;

$C_{п}$ – повна собівартість одиниці продукції, грн;

$\sum A$ – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		76

Загальна річна сума амортизаційних відрахувань розраховується, виходячи з вартості основних фондів та встановлених норм амортизаційних відрахувань (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 - Розрахунок сум річних амортизаційних відрахувань

Об'єкт амортизації	Ціна, грн	Відсоток амортизації	Сума амортизаційних відрахувань, грн
Будівлі	4575000	8	366000
Обладнання	750750	24	180180
Всього амортизаційних відрахувань			546180

$$ГП_p = 0,82 \cdot (12 - 6,3) \cdot 18000 + 546180 = 630312 \text{ грн.}$$

Найбільш розповсюдженим показником економічної ефективності капітальних витрат на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового обладнання чи технології, є період окупності капітальних витрат ($П_{ок}$), який має критеріальний характер:

$$П_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < П_{ок}^н$$

де $ГП_p$ – річна сума грошового потоку, грн;

$П_{ок}^н$ – нормативний період окупності, років.

$$П_{ок} = \frac{5943100}{630312} = 9,4 \text{ роки}$$

Робимо висновок, що розроблений проект є економічно доцільним.

Всі витрати на створення виробництва осердь кільцевої форми окупаються приблизно через 9,4 роки.

Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 5.8.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники спроектованого об'єкта

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
Річний плановий обсяг виробництва продукції (G)	кг	18000
Загальна площа цеху	м ²	216
Виробнича площа цеху	м ²	102
Капіталомісткість продукції (K_G)	грн	330,2
Загальна чисельність працівників	осіб	42
Загальний річний фонд заробітної плати	грн	3330200
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	7783,3
Річний виробіток на одного працівника	кг/особу	428,5
Технологічна трудомісткість продукції (t)	нормо-години/кг	2,394
Повна собівартість одиниці продукції	грн/кг	910
Період окупності ($P_{ок}$)	років	9,4

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті спроектовано цех по виробництву конструкційних деталей для роботи в важких умовах 50 т/рік. Визначено, що при виготовленні втулок, доцільно використовувати СП40Х з воднем. Розраховано і складено матеріальний баланс та обрано і розраховано кількість обладнання, яке потрібне для виготовлення втулок.

Проведено організаційно-економічний аналіз доцільності даного дипломного проєкту та виявлено, що дане дослідження є доцільним з економічної точки зору.

Після проведення аналізу виробництва, а саме: мікроклімату, освітлення, вібрації шуму, електричної безпеки та пожежної безпеки. Все перелічене знаходиться в допустимих нормах. Прийнято рішення, що при дотриманні вище встановлених правил, підприємство не порушує правил та заходів щодо охорони праці.

					ФКзг-61-1.105.1103.003				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Висновки	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>						<i>79</i>	<i>1</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>							
<i>Реценз.</i>									
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Зав.каф..</i>									
						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ ФКзг-61-1</i>			

CONCLUSIONS

In the diploma project the shop on production of structural details for work in difficult conditions of 50 t / year is designed. It is determined that in the manufacture of bushings, it is advisable to use SP40X with hydrogen. The material balance is calculated and compiled and the amount of equipment required for the production of beehives is selected and calculated.

An organizational and economic analysis of the feasibility of this thesis project and found that this study is feasible from an economic point of view.

After conducting an analysis of production, namely: microclimate, lighting, noise vibration, electrical safety and fire safety. All of the above is within acceptable limits. It was decided that in compliance with the above rules, the company does not violate the rules and measures for labor protection.

					<i>ФКзг-61-1.105.1103.003</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>			<i>CONCLUSIONS</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>					<i>80</i>	<i>1</i>
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ ФКзг-61-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав.каф..</i>								

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанчук А.Н. Технология порошковой металлургии[Текст]/ А.Н.Степанчук,И.И.Билык, П.А.Бойко. – К.: Выща шк., Головное изд-во, 1989. – 415 с.;
2. Шатта В. Порошковая металлургия спеченные и композиционные материалы[Текст]/ В. Шатта. – М. : «Металлургия», 1983 – 520 с.
3. Степанчук А. М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук [Текст]/ А.М. Степанчук. – К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2006. – 410 с.
4. Спеченные материалы для электротехники и электроники : справочник [Текст] / Г. Г. Гнесин, В. А. Дубок, Г. Н. Братерская [и др.]. – М. : Metallurgiya, 1983. – 248 с.
5. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения : Справочник. [Текст] / И.М. Федорченко, И.Н. Францевич, И.Д. Радомысельский [и др.] – Киев: Наук. Думка, 1985. – 624 с.
6. Кипарисов С.С, Оборудование предприятий порошковой металлургии : учебн. для вузов [Текст] /Падалка О.В.–М.: Metallurgiya, 1988.- 448с.

					ФКзг-61-1.105.1103.003						
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>ПІБ.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розроб.</i>		<i>Гудзь В. Д.</i>			Перелік використаної літератури						
<i>Перевір.</i>		<i>Білик І. І.</i>									
<i>Реценз.</i>											
<i>Н. Контр.</i>											
<i>Зав.каф..</i>											
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Літ.</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Арк.</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Аркушів</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">81</td> <td style="text-align: center;">81</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;"><i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ ФКзг-61-1</i></p>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	81	81	1
<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>									
81	81	1									

7. Государственные санитарные правила и нормы :ДСаНПиН 3.3.2-007-98. – [Чинний від 1998-12-10].– К. : Міністерство охорони здоров'я України. Головний державний санітарний лікар України, 1998.

8. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень :ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний від 1999-12-01].– К.: Міністерство охорони здоров'я України. Головний державний санітарний лікар України, 1999.

9. Природне та штучне освітлення :ДБН В.2.5.28-2006. –[Чинний від 2006-05-15]. – К. : Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006.

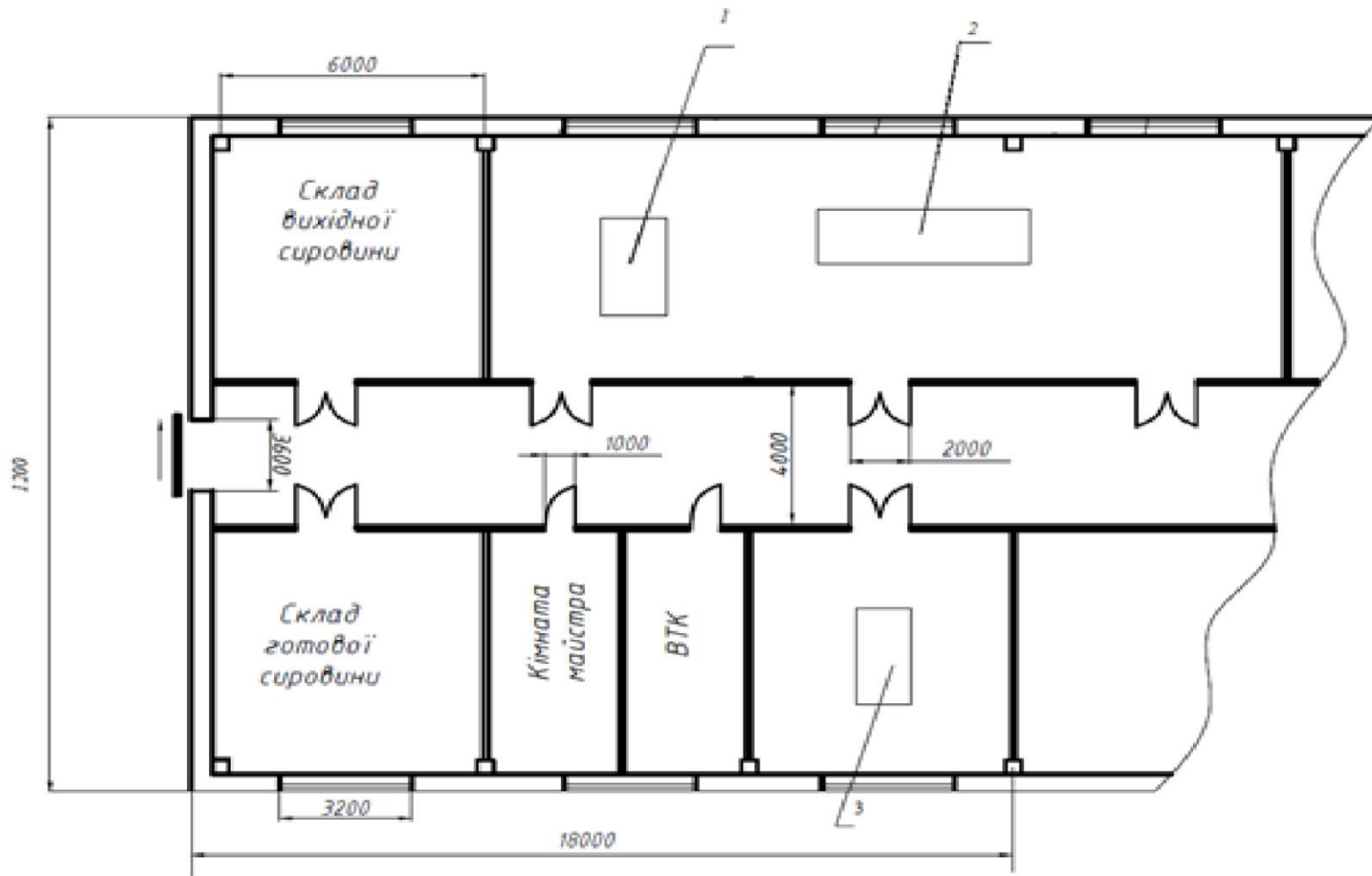
10. Заземлення і захисні заходи електробезпеки: ПУЕ-7. – [Чинний від 2006-08-28]. – К : Міністерство палива і енергетики України, 2006.

11. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою :НАПБ Б.03.002-2007. – [Чинний від 2007-12-03]. – К. : Український науково-дослідницький інститут пожежної безпеки (УкрНДПБ) МЧС України, 2007.

12. Системи протипожежного захисту : ДБН В.2.5-56:2014. – [Чинний від 2014-11-13]. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015.

13. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення :ДБН В.2.5.-28-2006. – [Чинний від 2006-05-15].– К.:Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006.

		Гудзь В. Д.			ФКзг-61-1.105.1103.003	Арк
		Білик І. І.				
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата		82



					ФКзг-61-1.105.1103.003.04ПД			
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата	План діляниці	Літера	Маса	Масштаб
Розроб.								1:100
Перевір.						Аркуш 1	Аркушів 1	
Т.Контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМПМ		
Н.Контр. Зав. каф.								

