

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання ім. Є. Патона
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ **Юрій БОГОМОЛ**

« ____ » _____ 2023 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
на здобуття ступеня бакалавра
зі спеціальності – 132 «Матеріалознавство»
на тему: «Виробництво антифрикційних деталей що працюють в умовах
корозійного середовища»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ФК-81
Колодій Деніз Мустафайович

Керівник:

Доцент, к.т.н., Білик І. І.

Консультант:

з організаційно-економічного розділу

Доцент, к.е.н., Нараєвський С. В.

з охорони праці

Професор, д.т.н., Левченко О. Г.

Нормоконтроль:

Доцент, к.т.н., Бірюкович Л.О.

Рецензент:

Доцент, к.т.н., Іващенко Є.В.

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

Студент _____

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання ім.
Є.О.Патона

Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

Рівень вищої освіти – перший (бакалавр)

Спеціальність – 132 «Матеріалознавство»

Освітньо-професійна програма «Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____Юрій БОГОМОЛ

«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Колодій Деніз Мустафайович

1. Тема проєкту «Виробництво антифрикційних деталей, що працюють в умовах корозійного середовища», керівник проєкту Доцент, к.т.н. Білик І. І., затверджені наказом по університету від «__» _____ 2022р. № _____
2. Термін подання студентом проєкту 5 червня 2023 року.
3. Вихідні дані до проєкту. Аналіз сучасного стану виробництва деталей для роботи в умовах корозійного середовища, вид матеріалу: підшипники, річна продуктивність виробництва 25 тис. кг./рік, обґрунтувати актуальність проєктування виробництва деталей для роботи в корозійному середовищі, 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, будівельний розділ, спеціальний розділ, охорона праці, організаційно-економічний розділ, висновки.
5. Перелік графічного матеріалу. План ділянки, апаратурно-технологічна схема, прес для пресування деталей.

6. Консультанти розділів проєкту

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	Професор, д.т.н., Левченко О. Г.	__ . __ .20	__ . __ .20

7. Дата видачі завдання _____ 2022 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Літературний пошук. Характеристика підшипників, що працюють в умовах корозійного середовища	01.05.2023	
2	Технологічна частина	06.05.2023	
3	Матеріальний баланс і розрахунок обладнання	14.05.2023	
4	Вибір обладнання і проектування ділянки	16.05.2023	
5	Розробка апаратурно-технологічної схеми	21.05.2023	
6	Організаційно-економічний розділ і охорона праці	24.05.2023	
7	Графічна частина	27.05.2023	
8	Оформлення пояснювальної записки	02.06.2023	
9	Захист	23.06.2023	

Студент

Деніз КОЛОДІЙ

Керівник проєкту

Ігор БЛИК

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Виробництво антифрикційних деталей, що
працюють в умовах корозійного середовища»**

РЕФЕРАТ

Проект складається з пояснювальної записки формату А4 та графічної частини. Пояснювальна записка обсягом 98 сторінок вміщує 10 рисунків, 20 таблиць, 3 додатки та 16 бібліографічних найменувань. Графічна частина представлена 3 кресленнями на аркушах формату А1.

АНТИФРИКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, БРОНЗОГРАФІТ, ЗНОСОСТІЙКІСТЬ, ПІДШИПНИК, ПОРОШКИ.

Метою дипломного проекту є проектування дільниці, з виробництва антифрикційних підшипників з продуктивністю 25 тон/рік.

В даному проекті наведені результати розробки дільниці по виготовленню антифрикційних підшипників, які будуть працювати в умовах корозійного середовища. Для роботи в корозійних середовищах підшипник повинен мати відповідні властивості, такі як: висока корозійна стійкість, зносостійкість, твердість, міцність, високу якість поверхні та інші.

На даному виробництві виготовляються підшипники ковзання, які призначені для роботи в корозійному середовищі наступного складу: мідь - 87%, олово 10%, графіт - 3%.

Проведені аналізи шкідливих та небезпечних факторів на підприємстві, а також виконані необхідні розрахунки, щодо забезпечення умов праці, які відповідають нормам з охорони праці та екології.

Приводяться результати економічних та техніко-економічних показників підприємства. Спроектована дільниця має такі характеристики: загальна працюючих 16 чол.; загальна площа виробничих приміщень 432 м²; загальна кількість обладнання 6 одиниць; собівартість одиниці продукції 38,32 грн; період окупності 2,17 років.

ABSTRACT

The project consists of A4 explanatory note and graphical part. Explanatory note 98 page volume contains 9 figures, 20 tables, 3 and 16 applications bibliographic items. Graphic part is represented by 3 drawings on sheets of A1 size.

ANTIFRICTION MATERIALS, BRONZOHRAFIT, WEAR, BEARING, POWDER.

The aim of the diploma project is designing stations, producing anti-friction bearings with a capacity of 25 tons / year. In this project development section presents the results for the production of anti-friction bearings, which will work in unavah corrosive environment.

To work in corrosive environments bearing should have appropriate properties such as high corrosion resistance, wear resistance, hardness, toughness, high surface quality and so on. In this production made bearings that are designed to work in a corrosive environment following composition: copper 87 %, tin 10 %, graphite-3%.

The analysis of harmful and dangerous factors in the company, and made the necessary calculations, to provide working conditions that meet the standards of safety and ecology. The results of economic and techno-economic performance of the company.

Designed station has the following characteristics: total number of employees 16 people; total area of 432 m² of production facilities; 6 total number of equipment units; unit cost 38.32 UAH; payback period of 2.17 years.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	12
1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу	12
1.1.1 Вибір матеріалу	12
1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу	17
1.2 Опис технологічного процесу.....	23
1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції в технічних умовах на неї	23
1.2.2 Обґрунтування вибору основних видів сировини	26
1.2.3 Опис технологічних операцій.....	26
1.2.4 Технологічний контроль і контроль якості продукції	29
1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалу	31
1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання.....	38
1.4.1 Дозування.....	39
1.4.2 Змішування	39
1.4.3 Пресування	40
1.4.4 Спікання.....	41
1.4.5 Просочування	43
1.4.6 Устаткування для калібрування	44
2 БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	46
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	52
4.1 Правові та організаційні основи охорони праці на підприємстві	52
4.2 Аналіз параметрів приміщення.....	53
4.3 Аналіз освітленості приміщення.....	56
4.4 Аналіз шуму та вібрації.....	58

					ФК81.8109.4230.003ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ					
Разроб.	Колодій Д.М.							Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Білик І.І.							8		2
Реценз.	Іващенко Є.В.							ІМЗ, ФК-81		
Н. Контр.	Бірюкович									
Затверд.										

4.5	Аналіз загазованості та запиленості.....	60
4.6	Аналіз інфрачервоного випромінювання	61
4.7	Електробезпека	63
4.8	Пожежна безпека	64
5.	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	66
5.1	Розрахунок чисельності виробничих робітників.....	66
5.2	Визначення фонду заробітної плати	69
5.3	Розрахунок продуктивності праці	71
5.4	Розрахунок капітальних вкладень	73
5.5	Визначення планової собівартості одиниці продукції	77
5.6	Розрахунок витрат на сировину і матеріали.....	78
5.7	Витрати на паливо та енергію.....	78
5.8	Основна та додаткова заробітна плата.....	80
5.9	Єдиний соціальний внесок	81
5.10	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	81
5.11	Загальновиробничі витрати.....	82
5.12	Витрати внаслідок технічно неминучого браку та інші витрати	82
5.13	Адміністративні витрати	83
5.14	Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва.....	83
5.15	Позавиробничі витрати на збут продукції	84
5.16	Складання планової калькуляції собівартості продукції	84
5.17	Оцінка ефективності проектних рішень.....	86
	ВИСНОВКИ.....	89
	CONCLUSIONS.....	90
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	91
	ДОДАТКИ.....	94

					ФК81.8109.4230.003ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

ВСТУП

Антифрикційні спечені матеріали використовуються для виготовлення деталей вузлів тертя (підшипників ковзання, втулок розпорів, кілець, торцевих ущільнень, шайб, під'ятників, поршневих кілець і ін.) машин і механізмів.

На даний момент більшість сучасних машин і механізмів мають рухливі зчеплення, що забезпечують можливість виконання ними робочих функцій, пов'язаних з пересуванням, підйомом вантажів, обробкою матеріалів, струмозніманням, ковзаючими ущільненнями і т. п.

Вони застосовуються замість дефіцитних підшипників литих сплавів з кольорових металів, підшипників кочення, антифрикційних сталей і чавунів. До матеріалів з яких виготовляються дані вузли тертя висуваються певні вимоги, такі як: низькі значення втрат енергії на тертя і висока зносостійкість. Для задоволення зазначених вимог створені різного роду антифрикційні матеріали, що також виготовляються методами порошкової металургії

Застосування спечених антифрикційних матеріалів обумовлено рядом їх переваг: економія кольорових металів; зниження вартості виготовлення і зменшення втрат металу. Відрізняються низькою адгезією, доброю приробкою, теплопровідністю і стабільністю властивостей.

Крім забезпечення низького коефіцієнта тертя до антифрикційних сплавів наступні вимоги:

- здатність утримувати мастило;
- добра припрацьовуваність, тобто здатність до швидкого збільшення реальної площі контакту у початковий період роботи пари;

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Колодій Д.М.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Білик І.І.					10	2
Реценз.		Іващенко Є.В.						
Н. Контр.		Бірюкович						
Затверд.								
						ІМЗ, ФК-81		

- мала зношуваність поверхонь, що труться, і в першу чергу валів та осей, які працюють у парі з підшипником (мала зношувальна здатність);
- підвищений опір до заїдання та утворення задирів;
- достатня міцність, необхідна для стабільної роботи підшипника при високих питомих тисках. Якщо антифрикційний матеріал не має достатньої міцності, його наносять шаром невеликої товщини на міцніший матеріал;
- висока контактна витривалість для виключення викришування поверхні сплаву. Цей показник особливо важливий для швидкохідних машин, на деталі яких впливають циклічні напруження, що змінюються з великою швидкістю і рівень яких у важко-навантажених машинах може бути значним;
- гарна теплопровідність для відводу тепла, яке виділяється у вузлі тертя, що знижує температуру поверхонь контактуючих деталей;
- висока корозійна стійкість, оскільки в процесі експлуатації на вкладень можуть впливати агресивні речовини;
- прийнятні технологічні властивості.

Основні переваги використання порошкової металургії:

- дозволяє отримувати готовий виріб з точною формою і розмірами;
- знижує витрати на подальшу механічну обробку, яка може бути виключена або істотно зменшена;
- використовує енерго- і ресурсозберігаючі технології;
- забезпечує високу якість поверхні виробу;
- зменшує кількість операцій в технологічному ланцюзі виготовлення продукту;
- використовує більш ніж 97% стартової сировини.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу

Щоб вибрати та обґрунтувати технологічний процес, необхідно:

- вибрати матеріал для виготовлення виробу згідно із завданням до проектування;
- вибрати і розробити технологічну схему виробництва виробу.

1.1.1 Вибір матеріалу

Антифрикційні матеріали - матеріали, що застосовуються для деталей машин (підшипники, втулки та ін.), що працюють при терті ковзання і мають низький коефіцієнт тертя. До антифрикційних матеріалів зазвичай відносять матеріали, що працюють у вузлах тертя - ковзання. До них, крім низького коефіцієнта тертя, висуваються й інші вимоги, які залежать від умов їх експлуатації, а експлуатуватися вони можуть у легконавантажених вузлах і у вузлах, що несуть великі навантаження, в агресивних середовищах, в умовах підвищених і знижених температур, при високому тиску і в глибокому вакуумі. Крім того, антифрикційні порошкові матеріали можуть працювати в умовах сухого тертя, а також за наявності рідкого змащування, що подається ззовні або за рахунок самозмащування. У свою чергу, умови роботи матеріалів визначаються областями їх застосування.

Вони можуть застосовуватися в машинах і механізмах загального призначення, які широко використовуються в народному господарстві і в

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Колодій Д.М.			ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ		
Перевір.		Білик І.І.					
Реценз.		Іващенко Є.В.					
Н. Контр.		Бірюкович					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						12	11
					ІМЗ, ФК-81		

побуті, а також у спеціальних галузях народного господарства і нової техніки атомної енергетики.

Антифрикційні порошкові матеріали можна класифікувати по складу і за призначенням.

По складу матеріали підрозділяються на:

- матеріали на основі міді, заліза, нікелю, кобальту, алюмінію та інших сплавів;
- матеріали на основі тугоплавких металів і сполук;
- метало графітові матеріали;
- металеві двошарові матеріали на сталевій підкладці;
- матеріали на основі пористих металевих каркасів, просочених фторопластом;
- метало скляні матеріали.

За призначенням антифрикційні порошкові матеріали поділяються на матеріали, що експлуатуються:

- за наявності рідкого мастила;
- в умовах обмеженого змащування;
- у режимі самозмащування;
- без мастила в повітряному середовищі;
- у вакуумі і середовищі інертних газів;
- при підвищених температурах;
- при високих швидкостях ковзання;
- у воді і в корозійних середовищах;
- як торцеві і радіальні ущільнення.

Матеріали на основі заліза є найбільш поширеними спеченими антифрикційними матеріалами. Вони успішно конкурують з литими сплавами типу бабітів і бронз і зі спеченими бронзами внаслідок недефіцитних вихідної сировини і можливості широкого впливу на їх антифрикційні властивості за рахунок легування і введення різних присадок.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Ці матеріали володіють більшою зносостійкістю і здатні працювати при більших навантаженнях, ніж бронза.

На основі заліза отримані різноманітні спечені антифрикційні матеріали - пористе залізо, просочене мастилом, залізо-графіт, залізо-мідь-графіт, сульфидовані залізо-графітні матеріали, матеріали з присадками в якості твердої змазки фторидів кальцію або барію, пористі матеріали, просочують свинцем або легкоплавкими сплавами на основі міді, олова, свинцю та інших присадок, сульфидовані нержавіючі сталі, високолеговані пористі матеріали та ін.

Введення в сплави заліза легуючих добавок підвищує фізико-механічні властивості та забезпечує працездатність матеріалів в умовах абразивного зносу, підвищених навантажень, швидкостей ковзання і температур. присутності агресивних газів та рідин, значно розширюючи можливі межі працездатності спечених, антифрикційних матеріалів і області їх застосування. При цьому кожна легуюча присадка виконує певну функцію.

Антифрикційні матеріали на основі міді отримали широке розповсюдження у зв'язку з їх високими антифрикційними властивостями, корозійною стійкістю та теплопровідністю. Ці властивості забезпечили ефективне їх застосування у вузлах тертя машин і механізмів та у електротехніці, як ковзаючі струмознімальні контакти. Ці матеріали можна підрозділити на наступні групи: пориста бронза (олов'яна); легована пориста бронза (свинцеві, фосфориста і т. д.); бронзографіт, матеріали на сталевій підкладці з напресованим і спеченим безпористим бронзовим шаром; матеріали на сталевій підкладці з пористим спеченим бронзовим шаром, пори якого заповнені пластмасою; мідь графіт. Найбільшого поширення отримали матеріали на сталевій підкладці з напеченим бронзовим шаром, пориста бронза, просочена мастилом і бронзографітові матеріали.

Пориста бронза використовується для заміни литих бронз, що дозволяє одержувати значну економію кольорового металу. Її фізико-механічні властивості нижче, ніж у литих бронз, однак в умовах невеликих швидкостей

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

ковзання (приблизно до 0.15 м/с) допустимі навантаження для пористої бронзи (особливо виготовлено з дрібних порошоків) вище, ніж у литої бронзи і не змінюються із збільшенням кількості подається змащення.

Пористі бронзи володіють достатньо високою корозійною стійкістю і можуть застосовуватись у вузлах тертя, де поряд з визначеними антифрикційними властивостями вимагаються стійкість проти корозії.

В умовах обмеженої подачі змазки критерій PV для пористих бронз не перевищує 16-25 кГ*м/см³*с.

Пориста бронза використовується також при виготовленні підшипників для машин по обробці харчових продуктів, текстильних машин, в яких необхідно уникати забруднень, часових механізмах, точного інструмента, насосів для холодної води, вентиляторів, регулюючих пристроїв.

Бронзографітові матеріали. З огляду на те, що графіт не взаємодіє ні з міддю, ні з оловом, його розглядають як добавку, що виконую роль твердої змазки, яку вводять у кількостях від 1 до 25 % в залежності від умов роботи матеріалів. Графіт, наявний в бронзі, в процесі тертя поступово утворює графітну плівку на поверхні контртіла. Плівка постійно відновлюється при механічних пошкодженнях в окремих ділянках поверхні тертя.

По показникам PV при роботі зі змазкою в умовах частих зупинок металографітові матеріали працюють надійніше, ніж матеріали без графіта. Вони добре поглинають тверді частинки, що потрапляють на поверхню тертя тверді частинки в умовах середовищ, які забруднені коксовим та вугільним пилом, формувальним піском.

Бронзографіт може працювати в парі з контртілом що має грубу поверхню, в рідинах що не змочуються, циркуляційних насосах для гарячої води, водо-масляних сумішах.

Бронзографіт, так само як і пориста бронза, використовується для виготовлення підшипників ковзання різноманітних приладів, в побутовій техніці, текстильному машинобудуванні. електромашинобудуванні, конвеєрах, радіоелектронній техніці, для мотоциклів, тракторів, плат

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

малогабаритних редукторів, електричних бритв та фенів, пакувальних та канцелярських машин. В результаті дії агресивного середовища матеріал може втрачати міцність, збільшувати проникність або змінювати будь-які інші властивості. В даному проекті буде розглянуто підшипник на основі бронзографіту, який буде працювати в умовах корозійного середовища.

В загальному випадку, бронза це сплав міді, звичайно з оловом, як основним легуючим елементом, але я застосовуються сплави з алюмінієм, кремнієм, берилієм, свинцем та іншими елементами, окрім цинку та нікелю. Частка олова у бронзах може становити від 1.25 % до 10 %. Серед неметалічних сполук найчастіше до складу бронз входить фосфор. Вона корозійностійка.

Бронзографіт – пористий металокерамічний матеріал, що складається з бронзи (мідь - основа, олово - 6-10%) і часток графіту (0,5-4%) рівномірно розподілених між кристалами бронзи. Графіт, присутній в бронзі, в процесі тертя поступово утворює графітову плівку на поверхні контртіла. Плівка постійно відновлюється при механічних пошкодженнях в окремих ділянках поверхні тертя. Пористість бронз графіту 15-25%. Пори цього матеріалу наповнені маслом. Наявність масла дозволяє застосовувати підшипники у багатьох випадках без примусового змащування. Бронзографіт має низький коефіцієнт тертя по сталі (0,04-0,06 без мастила. 0.004-0,006 із застосуванням мастила), високу зносостійкість і здатність працювати при високих швидкостях ковзання. Максимально допустиме навантаження 6-8 МН/м² при швидкості ковзання 20 м/с. Використовують бронз графіт у вузлах тертя верстатів, автомобілів, тракторів, літаків, кораблів, приладів, тощо[1].

Для даного проекту було обрано Бр010Гр3 сплав з наступним складом: Cu (87%), Sn (10 %), C (3 %), який буде працювати в умовах морської води. Вибір такого матеріалу з таким складом можна пояснити його відносною економічністю та забезпеченням ним необхідних властивостей.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу

Використання методу порошкової металургії для виготовлення антифрикційних матеріалів обумовлено можливістю отримання останніх із заданим комплексом властивостей і структурою, регульованих широких межах, а також зниження металоємності і підвищення економічної ефективності. Сама технологія, при цьому відрізняється різноманітністю варіантів.

В більшості випадків технологія виготовлення спечених антифрикційних виробів описується наступною простою схемою: приготування шихти з порошоків, пресування, спікання, просочення маслом, калібрування. Проте у ряді випадків вироби піддають додатковим обробкам - термічної, хіміко-термічної, механічної. Особливою операцією є введення твердих мастил. Істотно відрізняється від стандартної технологія виготовлення антифрикційних матеріалів на підкладках.

Технологія виготовлення антифрикційних виробів методом порошкової металургії характеризується схемою.

На схемі справа подвійною лінією показана простіша схема виготовлення підшипникових матеріалів.

По цій схемі виготовляють матеріали з пористістю 15-35 %. З ускладненням складу і підвищенням вимог до експлуатаційних властивостей антифрикційних матеріалів ускладнюється і технологія їх виготовлення. Збільшується кількість операцій, використовують нові технологічні прийоми.

Можливі різні відхилення від приведеної схеми. Так, операції калібрування або допресування, а також механічної обробки можуть слідувати безпосередньо за операцією спікання до просочення рідким мастилом. Операція просочення маслом може бути замінена операцією просочення суспензією твердого мастила, фторопласту або іншого полімеру або металевим розплавом. Практикується також вдавлювання легкорухомої суспензії мастила в пори поверхневого шару.

									ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						17

На рисунку 1.1 штриховою лінією показана схема виготовлення антифрикційного матеріалу на основі порошку нержавіючої сталі, яка включає пресування порошків, просочення пористого брикету сіркою і подальше сульфидування спечених брикетів.

При виготовленні антифрикційних матеріалів з пористістю менше 10% звичайне спікання замінюють спіканням під тиском, гарячим пресуванням, екструзією або іншими операціями.

Вони використовуються при виготовленні невеликих серій виробів, проте є перспективними процесами, оскільки дозволяють отримувати матеріали з вищими фізико-механічними і експлуатаційними властивостями і розширювати склади матеріалів і типорозміри виробів.

При виготовленні само змащувальних матеріалів, які містять в порах тверде мастило або легкоплавкий метал, що виконує роль мастила, операцію просочення маслом замінюють операцією просочення суспензією твердого мастила, металевим розплавом, фторопластом або іншим полімером.

Одержання антифрикційних матеріалів на основі порошків неіржавіючої сталі, що містять сірку і призначені для роботи в агресивних середовищах, передбачає пресування з порошків пористого брикету. просочення його сіркою з подальшим сульфидуючим спіканням.

У випадку, коли недопустимо забруднення мастилом технологічних продуктів, виробів і апаратури, при необхідності забезпечення безшумної роботи механізмів застосовуються вуглеграфітові антифрикційні самозмащувальні матеріали.

За схемою, що знаходиться на сторінці 20 виготовляють антифрикційні матеріали з пористістю 15-35 %. З вуглеграфітових самозмащувальних антифрикційних матеріалів виготовляють підшипники високошвидкісних електрошпинделів, поршневі кільця парових машин і компресорів.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

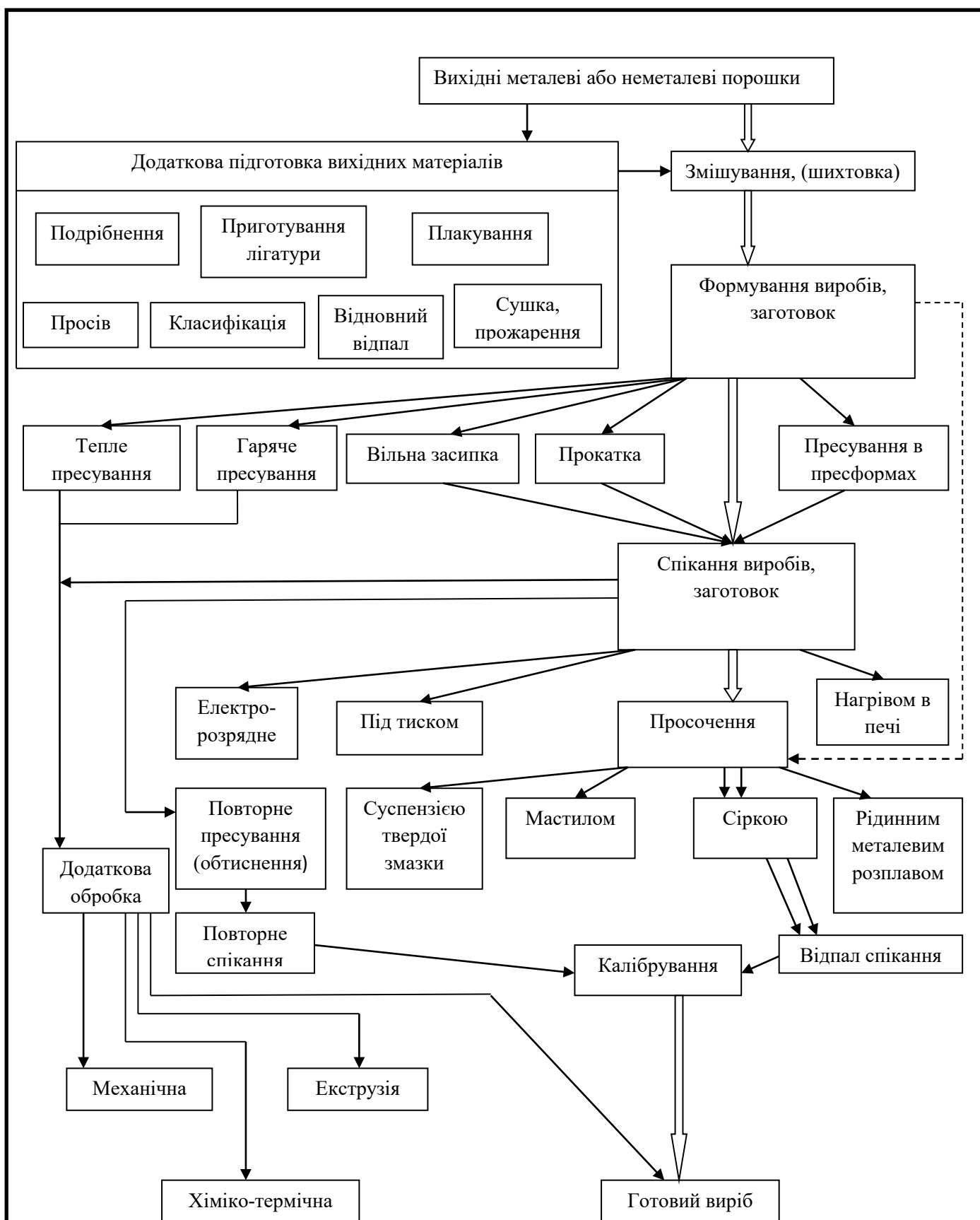


Рисунок 1.1 – Загальна схема технології виготовлення антифрикційних виробів методом порошкової металургії

Для даного курсового проекту вибрана наступна технологічна схема:

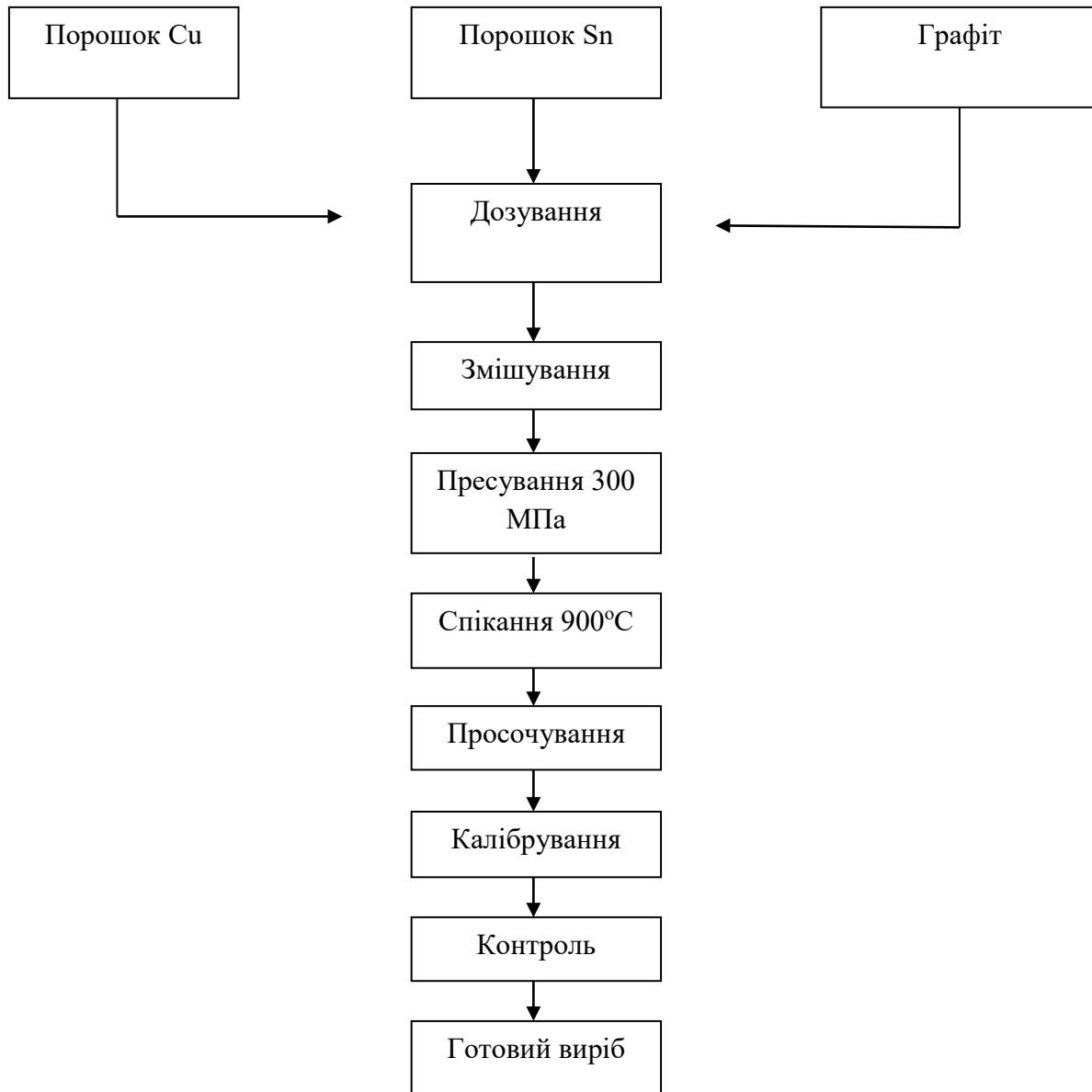


Рисунок 1.4 – Технологічна схема виготовлення підшипників з бронзографіту

Дана схема включає в себе невелику кількість операцій, що позитивно позначиться на масовому виробництві. Також ця схема вигідна з економічної точки зору.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

1.2 Опис технологічного процесу

1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції в технічних умовах на неї

Номенклатура, асортимент, склад і технологічні умови на продукцію яку випускає дільниця, повинно бути відповідним чином обумовлено попитом споживачів і відповідати стандартам.

Підшипники ковзання застосовують у таких випадках:

а) для опор валів ($n > 500$ рад/с), у режимах роботи яких довговічність підшипників кочення досить низька;

б) для валів та осей, до яких ставляться високі вимоги щодо точності монтажу і забезпечення постійного положення осі обертання;

в) для валів великого діаметра через відсутність стандартних підшипників кочення;

г) у випадках, коли підшипники машини повинні бути роз'ємними (наприклад, для опор колінчастих валів);

д) при роботі підшипників у воді або агресивному середовищі, де підшипники кочення не роботоздатні;

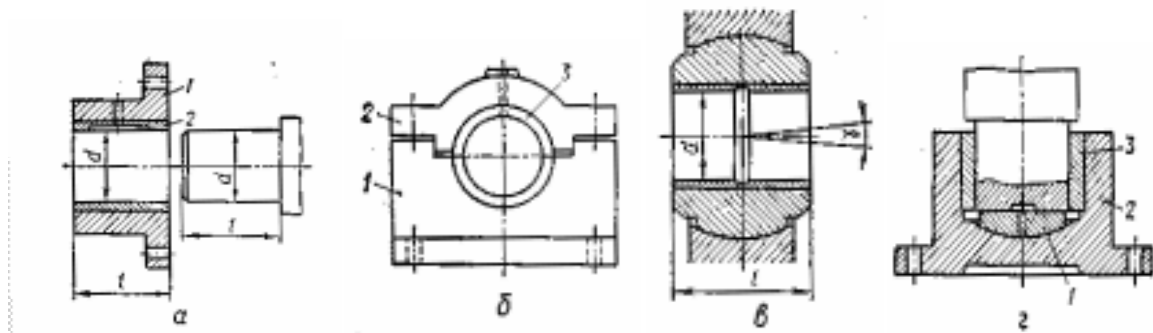
е) при потребі малих діаметральних розмірів, наприклад для близько розміщених паралельних валів;

к) для тихохідних валів та осей невідповідальних механізмів, де підшипники ковзання простіші за конструкцією і дешевші, ніж підшипники кочення.

Конструкції та матеріали підшипників ковзання. У найпростішому вигляді (рис. 1.5 а) підшипник ковзання складається з корпусу 1 та вкладиша 2, який розміщується і фіксується у корпусі. Взаємодія опорної цапфи вала з підшипником відбувається через вкладиш та шар мастила між їхніми поверхнями. Для подачі мастила у корпусі і у вкладиші підшипника

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

передбачається спеціальний отвір. Підшипник ковзання є жорстким нероз'ємним підшипником.



а - простий вигляд; б - роз'ємний підшипник; в - самоустановний підшипник; г - підшипник ковзання, який призначений для сприймання осьового або осьового та радіального навантаження одночасно

Рисунок 1.5 – Схема підшипника

Конструкції роз'ємного підшипника ковзання (рис. 1.5 б) складається з корпусу 1, кришки 2 та вкладиша 3. Кришка до корпусу кріпиться за допомогою болтів. Роз'ємні підшипники зручні при монтажі валів та осей і допускають регулювання зазорів у підшипнику зближенням кришки корпусу. Тому переважне застосування мають роз'ємні підшипники ковзання. Для правильної роботи підшипника площина його розсму повинна бути виконаною перпендикулярно до напрямку навантаження, яке сприймає підшипник. Щоб усунути бокові зміщення кришки щодо корпусу, площину роз'єму підшипника здебільшого слід виконувати ступінчастою.

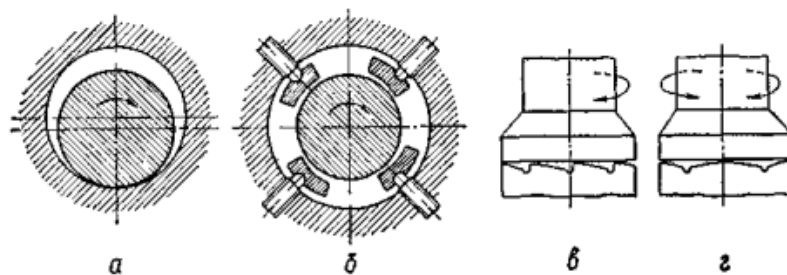
Основними розмірами підшипників ковзання (рис. 1.6) є посадочний діаметр підшипника та його довжина l . Здебільшого підшипники ковзання виготовляють із співвідношенням $l/d = 0.5...1$. Вузькі підшипники ($l/d < 0,5$) мають низьку вантажність і слабо утримують мастило. Довгі підшипники ($l/d > 1$) вимагають підвищеної жорсткості валів та точності їхнього монтажу. Товщина стінки суцільного = $(0,1-0,2) d$.

									ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						24

У підшипниках ковзання швидкохідних навантажених валів, а також у підшипниках з великою несучою здатністю для запобігання вібрацій валів використовують самоустановні сегментні вкладиші (рис. 1.6, б), які завдяки утворенню у підшипнику кількох зазорів клинової форми забезпечують стійку роботу підшипників. Поряд із безвібраційною роботою перевагою підшипників із сегментними вкладишами є можливість самоустановлюватись, що запобігає появі кромкового контакту цапфи та підшипника.

Для зображених на рисунку 1.6. в, г підшипників зазор клинової форми може бути отриманий використанням однобічних скосів у радіальних рівцях при нереверсивному і двобічних скосів - при реверсивному обертанні вала.

Найвідповідальнішою деталлю у підшипнику ковзання є вкладиш, який безпосередньо сприймає навантаження. Матеріал вкладишів повинен бути стійким проти спрацювання та заїдання, мати достатню пластичність, щоб, не руйнуючись, сприймати ударні навантаження, а коефіцієнт тертя пари цапфа - вкладиш повинен бути мінімальним.



а - клинова форма зазора; б - і сегментні вкладиші

Рисунок 1.6 – Підшипники ковзання

1.2.2 Обґрунтування вибору основних видів сировини і технічні умови на неї

Склад антифрикційних матеріалів може змінюється відповідно до середовищ в яких буде працювати. Як вже було вказано вище, для даного проекту дільниці для виробництва підшипників було обрано матеріал на основі бронзографіту Бр010гр3 наступного складу: мідь(87 %), олово(10 %), графіт (3 %). Даний матеріал забезпечує необхідні нам властивості, а також є відносно дешевим, тому вигідний з економічної точки зору. Доцільно використовувати саме такі співвідношення, тому що підвищення вмісту графіту до 6-10 % різко знижує міцнісні характеристики матеріалу.

1.2.3 Опис технологічних операцій

Дозування. Операція для точного визначення кількості компонентів, що входить до складу шихти. Дозування порошку може здійснюватись об'ємним і ваговими методами. Для приготування шихти втулки, порошки міді, олова та графіту зважують на вагах з точністю +2г у наступному співвідношенні: 87% міді. 10% олова. 3% графіту.

Змішування. Метою цього процесу є рівномірний розподіл компонентів у вихідній шихті. Від рівномірності розподілу компонентів у шихті залежить якість виробів, які ми отримаємо після спікання. В процесі змішування відбувається переміщення частинок різних компонентів, які в початковому стані знаходяться порізно, розподілені нерівномірно. В процесі змішування повинна виходити суміш, в якій до кожної частки основного матеріалу примикають частинки інших компонентів. В реальних умовах, в'язу з впливом на якість змішування різноманітних факторів, а мікрооб'ємах готової суміші існує неоднорідність земного розташування часток компонентів, а їх співвідношення - випадкова величина [4]. Для запобігання

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ліквації графіту можна використовувати зволоження шихти бензином (до 1,5 %) або маслом (до 0,5 %). Тіла, що мелють, в цьому випадку не застосовують, оскільки вони сприяють обволіканню частинок металу плівкою графіту або іншої змащуючої речовини, що перешкоджає утворенню металевих контактів.

Операція пресування. Пресування являє собою формування тіл шляхом прикладення тиску до порошку, який знаходиться у закритій прес-формі чи оболонці. Виконується з метою збільшення щільності, зміни форми, поділу фаз матеріалу, для зміни механічних чи інших його властивостей. В результаті деформації утворюється брикет який називаються пресовкою, заданого об'єму і розмірів.

Процес ущільнення порошку під дією тиску протікає в кілька стадій. При вільній засипці порошку в прес-форму частинки його розташовуються хаотично, утворюючи так звані містки й арки. Прикладений тиск руйнує їх, а потім відбувається деяка утрамбовка частинок, вони переміщуються відносно один одного, заповнюючи проміжки і порожнечі між конгломератами частинок.

Подальше ущільнення брикету неможливе без деформування частинок порошку. Спочатку відбувається пружна деформація частинок порошку. Потім напруги, які виникають на межі контактів між частинками, перевищують межі пружності і досягають такої величини, при якій починається пластична деформація чи крихке руйнування. В ході пластичного деформування частинок порошку збільшується і згладжується контактна поверхня, руйнуються окисні плівки і внаслідок механічних зчеплень утворюється формування з визначеною міцністю. При подальшому збільшенні контактної поверхні підсилюється вплив адгезійного зчеплення. відбувається холодне зварювання.

За допомогою преса через пуансон прикладаються тиск. Тиск пресування впливає на подальшу щільність пористість) виробу. Пресування проходить для того щоб надати виробу початкової міцності, яка буде

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

закріплена процесі спікання. Після прикладення тиску виріб випресовується. Порошок під тиском пуансона намагаються розпливись у всі боки, зменшується пористість, частинки зачіплюються одна об одну. У результаті чого тілу надається форма.

Для нашого випадку для пресування виробів можна використовувати гідравлічні, механічні та механіко-гідравлічні преси. Тиск пресування буде дорівнювати 300 МПа (при вмісті графіту до 45).

Спікання. Спіканням називається процес розвитку зчеплень між частинками, і формування властивостей матеріалу. Це одна з найважливіших операцій, результатом якої являється перетворення пресовки в міцне спечене тіло з властивостями близькими то литого матеріалу.

Зазвичай спікання проводиться при температурі 0,6...0,8 від температури плавлення основного компоненту.

Спікання є основною операцією, що на формування остаточних міцністних і антифрикційних властивостей виробів, а також їхню структуру й геометричні розміри. Процес спікання здійснюється в спеціальних печах. конструкції яких трохи відрізняються від конструкцій печей, що застосовуються для спікання широкого класу порошкових матеріалів. Печі повинні відповідати наступним вимогам: мати пристрій, що забезпечує тиск на виріб, що спікається: забезпечувати мінімальний перепад температур по об'єму виробу, що спікаються (контейнера); мати достатню герметичність, що дозволяю застосовувати захисні газові середовища; повинні бути безпечними для обслуговування й мати високу продуктивність. Зазвичай у практиці застосовують штовхальні муфельні печі неперервної дії.

Для спікання антифрикційних виробів діаметром до 50 мм можна застосовувати штовхальні муфельні печі. Піч дозволяє в безперервному циклі спікати вироби.

Виходячи з вищевказаного, для спікання антифрикційних втулок використовуватиметься штовхальна воднева муфельна піч для спікання твердих сплавів антифрикційних виробів марки ЦЕП-356, що відноситься до

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		28

середньо-температурних печей. При спіканні бронзографіту з вмістом графіту до 4%. T=720°C при витримці 2 години. Такий вибір обумовлений тим, що при таких температурах скорочується час витримки при спіканні і отримані деталі мають оптимальні механічні характеристики.

Просочування. Зазвичай пористі антифрикційні вироби після спікання просочують мастилом. Операція проводиться зануренням втулок у змащувальне масло, розігріте до 100-120 С на 2-4 години. Для просочення використовують мінеральні масла по ГОСТ 20799-75: індустріальне И-12А, Н-20А, Н-30А, І-40А.

Калібрування. Після просочення деталі приступають до калібрування з метою досягнення необхідних розмірів та чистоти робочої поверхні. Калібрування - високовиробничий та технологічний метод надання спеченим виробам точних розмірів, який оснований на деформації поверхневого шару деталей продавлюванням або обтисненням на калібрувальних прес-формах, причому він дозволяє не тільки надавати виробам кінцеві задані розміри, але і покращує їх службові властивості.

1.2.4 Технологічний контроль і контроль якості продукції

Технологічний контроль - одне з найважливіших завдань кожного сучасного виробництва.

До завдань контролю належать:

- запобігання випуску бракованих виробів, своєчасне встановлення причин браку з метою його ліквідації, боротьба за високу якість виробів і напівфабрикатів;
- підвищення виходу придатного в готову продукцію;
- скорочення енергетичних витрат.

Відповідно до цього об'єктами контролю є:

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- сировина, напівфабрикати, допоміжні матеріали, готова продукція;
- технологічні режими (температура, тиск, тривалість) виробничих операцій.

Технічний контроль передбачений для кожної операції технологічного процесу. Він може включати контроль матеріалів і режимів роботи обладнання.

Контроль якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції служить для визначення складу відповідних матеріалів, їх основних фізичних характеристик і технологічних властивостей.

Технологічний контроль забезпечує дотримання технологічних режимів, оптимальних для отримання матеріалів із заданими складом і властивостями.

Технічний контроль забезпечує дотримання технологічних режимів, оптимальних для отримання матеріалів із заданими складом і властивостями.

Організацію технічного контролю включаю цеховий відділ технічного контролю, систему паспортизації готової продукції і напівфабрикатів, об'єкти контролю, відбір проб, методи і прилади контролю, технічні умови.

Згідно з державними стандартами на вихідну сировину, контролюється якість сировини, що подається на стадії змішування.

В подальшому важливим є забезпечення контролю рівномірності змішування, так як від цієї операції у великій мірі залежать властивості виробів. Під час пресування слід чітко дотримуватись заданих тисків пресування, для того щоб кожен наш виріб мав однакову щільність.

Дотримання режиму спікання є також одним із найважливіших процесів який потрібно контролювати. Адже не дотримавшись відповідного режиму ми не можемо отримати необхідні нам властивості Якщо заданий матеріал задовольняє вимоги до само зв'язаного карбиду кремнію виріб подається на завершальну стадію виробництва - механічну обробку.

Контроль властивостей включає контроль пористості, структури, перевірку твердості, межі міцності.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 виробництва, що проектується.

Для складання матеріального балансу з окремих операцій і всьому технологічному процесу у цілому визначальним є продуктивність цеху, яка вказується в завданні на проект, тобто 25000 кг/ рік.

Розрахунки ведуться відносно добової продуктивності, для визначення якої необхідно розрахувати час роботи обладнання на рік. Для цього необхідно вирахувати календарне число днів року для проведення планово-попереджувального ремонту, під час яких обладнання не приймає участі у технологічному процесі.

Кількість таких днів на поточних лініях, на яких за все обладнання ремонтуються одночасно, час простоїв визначається по тривалості ремонту обладнання з найбільшою категорією складності. Поточні ремонти та огляд виконують, як правило, в неробочий час лінії. Число днів, необхідне для ремонту обладнання неавтоматизованого виробництва, визначають на підставі графіку планово-попереджувального ремонту, який складають за нормативними заводськими даними та досвіду роботи.

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

Для визначення дійсного фонду часу роботи обладнання з календарного числа днів року (365 днів) віднімають число днів, необхідних на планово-попереджувальний ремонт і неробочі дні цеху. Баланс часу дільниці зафіксований в таблиці 1.1.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 1.1 – Баланс часу дільниці

Елементи балансу	Вихід, днів
Календарна кількість днів	365
Час на планово-попереджувальний ремонт	12
Загальнонаціональні свята	9
Вихідні дні	104
Неробочі дні дільниці	125
Робочі дні дільниці	240

У зв'язку з тим, що під час переробки вихідної сировини мають місце втрати, враховуємо їх шляхом визначення виходу придатного ϕ . Обчисливши вихід придатного, можна визначити кількість матеріалу, яка має на початок процесу з урахуванням втрат (A_0). Розрахунки ведемо згідно з формулою:

$$A_0 = \frac{A}{\phi} 100 \text{ (кг)},$$

У процесі переробки існують як технологічні, так і механічні втрати сировини, 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 вважають зворотними. У технологічній схемі вказано, на яку операцію повертаються ці втрати.

Втрати сировини вираховуємо шляхом визначення виходу придатного ф. Обчисливши вихід придатного можна визначити кількість матеріалу, яка має надходити на початок процесу з урахуванням втрат (A_0).

Незворотні витрати, %	Вихідні матеріали	Зворотні витрати
0,05	Дозування	0
0,2	Змішування	0,3
0,3	Пресування	0,1
0,5	Спікання	0
0,2	Просочування	0
0,2	Калібрування	0
0,05	Контроль якості	0,05
	Готовий виріб	

Рисунок 1.7 – Витрати на операціях з виготовлення підшипників на основі міді

Добова продуктивність за готовою продукцією:

$$A = G/n = 40000/240 = 166,66 \text{ кг};$$

Для визначення виходу придатного проводимо такі розрахунки.

1.Прямий поопераційний витяг на кожній операції:

на першій операції: $\eta_1 = 100 - (0+0,05) = 99,95$;

на другій операції: $\eta_2 = 100 - (0,2+0,3) = 99,5$;

на третій: $\eta_3 = 100 - (0,3+0,1) = 99,6$;

на четвертій: $\eta_4 = 100 - (0,5+0) = 99,5$;

на п'ятій: $\eta_5 = 100 - (0,2+0) = 99,8$;

на шостій: $\eta_6 = 100 - (0,2+0) = 99,8$;

на сьомій: $\eta_7 = 100 - (0,05+0,05) = 99,9$;

2. Загальний витяг на кожній операції φ відносно вихідного матеріалу визначаємо за формулою:

$$\varphi = \left(\frac{\eta_1}{100} * \frac{\eta_2}{100} * \frac{\eta_3}{100} \right) 100 = \frac{\eta_1 \eta_2 \dots \eta_n}{100^{n-1}},$$

$$\varphi_1 = \eta_1 = 99,95$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 * \eta_2 / 100 = 99,95 * 99,5 / 100 = 99,45;$$

$$\varphi_3 = \varphi_2 * \eta_3 / 100 = 99,45 * 99,6 / 100 = 99,05;$$

$$\varphi_4 = \varphi_3 * \eta_4 / 100 = 99,05 * 99,5 / 100 = 98,56;$$

$$\varphi_5 = \varphi_4 * \eta_5 / 100 = 98,56 * 99,8 / 100 = 98,36;$$

$$\varphi_6 = \varphi_5 * \eta_6 / 100 = 98,36 * 99,8 / 100 = 98,16;$$

$$\varphi_7 = \varphi_6 * \eta_7 / 100 = 98,16 * 99,9 / 100 = 98,06;$$

3. Визначаємо кількість сировини, яку необхідно направляти на початок процесу в перший день. Для цього використовуємо формулу:

$$A_0 = A * 100 / \varphi,$$

$$B_i (\alpha_i) = b_i (a_i) * (\varphi_{i-1}) / 100,$$

де $B_i (\alpha_i)$ - незворотні та зворотні витрати відповідно у відсотках, по відношенню до введеного матеріалу;

$b_i (a_i)$ - незворотні та зворотні витрати відповідно, у відсотках;

φ_i - повне видалення.

$$A_0 = 104,16 * 100 / 98,06 = 106,22 \text{ (кг);}$$

4. Визначаємо витрати по відношенню до вихідного матеріалу на кожній операції (β_n, α_n):

операції:	зворотні	незворотні
на першій	$\alpha_1 = 0\%$;	$\beta_1 = 0,05\%$;
на другій	$\alpha_2 = 0,3 * 99,95 / 100 = 0,2999$;	$\beta_2 = 0,2 * 99,95 / 100 = 0,1999$;
на третій	$\alpha_3 = 0,1 * 99,6 / 100 = 0,0996$;	$\beta_3 = 0,3 * 99,6 / 100 = 0,2988$;
на четвертій	$\alpha_4 = 0$;	$\beta_4 = 0,5 * 99,5 / 100 = 0,4975$;
на п'ятій	$\alpha_5 = 0$;	$\beta_5 = 0,2 * 99,8 / 100 = 0,1996$;
на шостій	$\alpha_6 = 0$;	$\beta_6 = 0,2 * 99,8 / 100 = 0,1996$;
на сьомій	$\alpha_7 = 0,05 * 99,9 / 100 = 0,049$;	$\beta_7 = 0,05 * 99,9 / 100 = 0,049$;

5. Розрахунок абсолютних витрат.

Абсолютні витрати ми знаходимо, виходячи з розрахованого добового виробництва $A = 104,16$ кг і кількості сировини, необхідної в перший день

$$A_0 = 106,22 \text{ кг};$$

$$g_i^a(g_i^b) = A_0 * \alpha_i(\beta_i)/100,$$

де $g_i^a(g_i^b)$ - зворотні та незворотні абсолютні витрати відповідно;

A_0 – кількість сировини, необхідної в перший день;

$\alpha_i(\beta_i)$ - зворотні та незворотні витрати у відсотках.

Витрати складають:

Зворотні	Незворотні
$q_1^a = 0$ кг	$q_1^b = 106,22 * 0,05 / 100 = 0,0531$ кг
$q_2^a = 106,22 * 0,2999 / 100 = 0,3080$ кг	$q_2^b = 106,22 * 0,1999 / 100 = 0,2123$ кг
$q_3^a = 106,22 * 0,0996 / 100 = 0,1057$ кг	$q_3^b = 106,22 * 0,2988 / 100 = 0,3173$ кг
$q_4^a = 0$ кг	$q_4^b = 106,22 * 0,4975 / 100 = 0,5284$ кг
$q_5^a = 0$ кг	$q_5^b = 106,22 * 0,1996 / 100 = 0,2120$ кг
$q_6^a = 0$ кг	$q_6^b = 106,22 * 0,1996 / 100 = 0,2120$ кг
$q_7^a = 106,22 * 0,049 / 100 = 0,052$ кг	$q_7^b = 106,22 * 0,049 / 100 = 0,052$ кг

6. Обчислюємо суму зворотних витрат і визначаємо масу матеріалу, яка має надходити кожен день на початок процесу (В) за формулою:

$$B = A_0 - \sum q_{зв},$$

$$B = 106,22 - 0,4657 = 105,75 \text{ (кг)},$$

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

На першу операцію: - надходить: 105,75 (кг);

- виходить: $105,75 - 0,0531 = 105,6969$ (кг).

На другу операцію: - надходить: 105,6969 (кг), а також зворотні втрати з другої операції. Усього надходить $105,6969 + 0,3080 = 106,0049$ (кг);

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

- виходить: $106,0049 - (0,2123+0,3080) = 105,4846$ (кг);

На третю операцію:- надходить: 105,4846 (кг), а також зворотні витрати з третьої операції. Усього надходить $105,4846 + 0,1057 = 105,5903$ (кг);

- виходить: $105,5903 - (0,105740,3173) = 105,1673$ (кг);

На четверту операцію:- надходить: 105,1673 (кг);

- виходить: $105,1673 - 0,5284 = 104,6389$ (кг);

На п'яту операцію:- надходить: 104,6389 (кг);

- виходить: $104,6389 - 0,2120 = 104,4269$ (кг);

На шосту операцію:- надходить: 104,4269 (кг);

- виходить: $104,4269 - 0,2120 = 104,2149$ (кг);

На сьому операцію:- надходить: 104,2149 (кг), а також зворотні витрати з сьомої операції. Усього надходить $104,2149 + 0,052 = 104,2669$;

- виходить: $104,2669 - (0,052+0,052) = 104,1629$ (кг);

Поопераційний матеріальний баланс зафіксований в таблиці 1.2

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Поопераційний матеріальний баланс

Назва операції	Поопераційні втрати, %			Прямі операційні вилучення, %	Загальне вилучення, %	Втрати відносно введеного матеріалу, %		Абсолютні витрати, кг		Маса матеріалу, що надходить на операцію, кг			Маса матеріалу, що виходить з операції, кг
	Зворотні	Незворотні	Загальні			Зворотні	Незворотні	Зворотні	Незворотні	Зворотні операції	Зворотні витрати	Всього	
Дозування	0	0,05	0,05	99,95	99,95	0	0,05	0	0,0531	105,75	0	105,75	105,6969
Змішування	0,3	0,2	0,5	99,5	99,45	0,2999	0,1999	0,3080	0,2123	105,6969	0,3080	106,0049	105,4846
Пресування	0,1	0,3	0,4	99,6	99,05	0,0996	0,2988	0,1057	0,3173	105,4846	0,1057	105,5903	105,1673
Спікання	0	0,5	0,5	99,5	98,56	0	0,4975	0	0,5284	105,1673	0	105,1673	104,6389
Просочування	0	0,2	0,2	99,8	98,36	0	0,1996	0	0,2120	104,6389	0	104,6389	104,4269
Калібрування	0	0,2	0,2	99,8	98,16	0	0,1996	0	0,2120	104,4269	0	104,4269	104,2149
Контроль якості	0,05	0,05	0,1	99,9	98,06	0,049	0,049	0,052	0,052	104,2149	0,052	104,2669	104,1629

ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ

Арк.

37

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання

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

- Обладнання має бути стандартним, що знижує його вартість і полегшує ремонт (можна використовувати стандартні запасні частини та вузли).
- 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.
- Обладнання має відповідати вимогам техніки безпеки.
- Продуктивність допоміжного обладнання (транспортвальне 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 [5].

При розрахунках кількості одиниць кожного типу обладнання виходимо із поопераційного балансу матеріалів, що переробляється на даному обладнанні. Розрахункове число одиниць будемо визначати за формулою:

$$n_{\text{роз}} = G_M / p * \tau,$$

де G_M - маса матеріалу, кг.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

p - продуктивність агрегату, кг/год.

τ - число годин за добу.

Звичайно $n_{роз}$ - дрібне число, яке округляють до найближчого більшого цілого числа. Для складного обладнання, що потребує частого ремонту фактичне число обладнання ($n_{роз}$ - приймають на одиницю більше, тобто $n+1$). На підставі отриманих даних розраховують коефіцієнт завантаження обладнання: $K_3 = n_{роз}/n_{ф}$.

1.4.1 Дозування

Дозування відбувається на технічних терезах. На операцію в день надходить 104,16 кг матеріалу, тому не доцільно застосовувати дозатори.

1.4.2 Змішування

Змішування є підготовчою операцією. Також є дуже важливою так як від рівномірності розподілу наших компонентів залежать подальші властивості матеріалу.

Застосовувані типи змішувачів варто класифікувати на періодичні й безперервні.

Для змішування порошків використовуватиметься барабанний шнековий змішувач СБУ-1,5-В. Основні робочі характеристики:

- робочий об'єм - 0,75 м³;
- потужність - 5,5 кВт;
- габарити, м - 4,67x1,48x1,867;
- 1 тис у.о.
- $\rho_M = V_M * \phi_{з.м.} * \gamma_{нас.} / \tau_m$
- де V_M - об'єм змішувача, см³;
- $\phi_{з.м.}$ - коефіцієнт заповнення ($\phi_{з.м.} = 0,4$);

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ

- $\gamma_{\text{нас}}$ - насипна густина, г/см³;
- τ_m - технологічний час змішування, год ($\tau_m = 2$ год).

Продуктивність змішувача:

$$p_M = 75000 * 0,4 * 2,28 / 2 = 34200 \text{ г/год} = 34,2 \text{ кг/год}$$

Необхідну кількість установок визначаємо за формулою:

$$N_M = G_1 / p_M \tau_M,$$

де G_1 - маса матеріалу, перероблюваного на операції змішування за добу, кг;

τ_M - час роботи змішувача на добу, год ($\tau_m = 8$ год)

Необхідна кількість млинів:

$$N_M = 104,16 / 34,2 * 8 = 0,4.$$

Визначаємо коефіцієнт завантаження змішувача: $KЗ = 0,4 / 1 = 0,4$.

Приймаємо один змішувач з коефіцієнтом завантаження $KЗ = 0,4$.

1.4.3 Пресування

Згідно з умовами технологічного процесу операція пресування призначена для ущільнення порошків чи пластифікованої суміші та надання заготівці потрібних розмірів. Передбачається пресування заготівок із площею пресування:

$$S_{\text{пр}} = S_{\text{зов}} - S_{\text{отв}} = \pi / 4 (D_{\text{зов}}^2 - D_{\text{вн}}^2) = 3,14 / 4 * (2^2 - 1^2) = 4,712 \text{ см}^2 \text{ і масою } 0,086 \text{ кг.}$$

При цьому тиск пресування беремо в межах 200-400 МПа

Щоб вибрати прес, визначаємо його зусилля за формулою

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						40

де S - площа пресування (беремо $4,712 \text{ см}^2$);

p - тиск пресування (беремо $250 \text{ МПа} = 25 \text{ кН/см}^2$)

Тоді:

$$P_{\text{пр}} = 4,712 \times 25 \times 1,25 = 147,25 \text{ кН},$$

Обладнання – прес автомат механічний марки К-8130.

Його характеристики:

- зусилля пресування 1000 кН ;
- найбільша висота засипки порошку в матрицю - 160 мм ;
- найбільший діаметр деталі - 125 мм ;
- число ходів за хвилину - $5-25$;
- габаритні розміри - $5,68 \times 2,1 \times 2 \text{ м}$;
- потужність - 28 кВт ;
- число ходів $10-21$ ходів/хвилину;
- вартість 70 тис. грн.

Потрібну кількість пресів визначаємо за формулою:

$$N_{\text{пр}} = G_{\text{заг}} / (K_{\text{пр}} * 60\tau),$$

де $N_{\text{заг}}$ - кількість заготовок, яку потрібно спресувати за добу;

$K_{\text{пр}}$ - кількість ходів (пресувань) за хвилину (10 ход./32в.). У нашому випадку:

$$G_{\text{заг}} = 104.16 / 0,086 = 1211 \text{ (32в.)},$$

$$N_{\text{пр}} = 1211 / (10 \times 60 \times 8) = 0,25;$$

Приймаємо 1 прес з коефіцієнтом завантаження $K_3 = 0,25/1 = 0,25$.

Час роботи преса становить 8 годин на добу.

1.4.4 Спикання

Печі для спикання антифрикційних порошкових матеріалів повинні відповідати наступним основним вимогам:

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

- мати мінімальні перепади температури по висоті і зонам робочого простору;
- мати достатню герметичність робочого простору, що дозволяє використовувати захисне середовище;
- забезпечувати можливість створення тиску на вироби, що спікаються;
- бути безпечними і простими в обслуговуванні;
- мати високу продуктивність.

Зазвичай використовують штовхальні водневі муфельні печі безперервної дії.

Спікання буде проводитись в муфельній водневій штовхальній печі ЦЕП – 356.

Її характеристики наступні:

- робоча температура 1500°C
- потужність – 50 кВт
- габарити, LxVxH -7x1,3x1,8 м
- розміри робочої зони, LxVxH – 1,5x0,15x0,25м
- продуктивність 20 кг/год
- розмір піддонів – 500x220x130 мм

Для визначення продуктивності печі розраховуємо матеріал, що завантажується в піддон, q, кг. Потім обчислюємо необхідну швидкість проштовхування піддонів по довжині печі, мм/33в..

Тривалість спікання нашого матеріалу – 2 години.

Розрахуємо необхідну швидкість проштовхування піддонів по довжині печі, мм/33в.;

$$V_{\Pi} = L/t_{\Pi},$$

$$V=1.5/120 = 0,0125 \text{ (м/хв)} = 12.5 \text{ (мм/хв)};$$

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L - довжина зони нагріву, мм;

t - час нагріву (ізотермічної витримки), хв.;

Далі розрахуємо необхідний період прошовування піддонів у печі:

$$N = 1/V_{\text{п}},$$

Довжину піддона беремо $l = 250$ мм.

Тоді необхідний період штовхання:

$$N = 250/12,5 = 20 \text{ хв.}$$

Визначивши період штовхання, розрахуємо продуктивність печі за формулою:

$$P = m60/N,$$

На піддон можна завантажити близько 30 деталей по 0,086 кг. тоді

$$M = 0,086 * 30 = 2,58 \text{ (кг);}$$

$$P = 2,58 * 60 / 20 = 7,74 \text{ кг/год.}$$

Визначимо коефіцієнт завантаженості печі:

$$n = 104,16 / (7,74 * 24) = 0,5$$

Приймаємо 1 піч з коефіцієнтом завантаження $K_3 = 0,5/1 = 0,5$

1.4.5 Просочування

На даній ділянці обираємо масляну ванну для просочення пористих виробів марки МВ-30. Даний вибір обумовлено низкою переваг цієї установки: хороша якість просочення, невеликі енергозатрати, вартість обладнання.

Основні робочі характеристики:

- продуктивність 80 кг / год;
- робоча температура - 130°C;
- габарити - 0,5x0,6x0,7 м;
- потужність 2,7 кВт;

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		43

Визначаємо потрібну кількість обладнання для просочування маслом:

Необхідна кількість установок :

$$N_{\text{в}} = 104,16 / 80 * 8 = 0,16.$$

Приймаємо 1 установку з коефіцієнтом завантаження $K_3 = 0,16 / 1 = 0,16$

Коефіцієнт завантаження установки $K_3 = 0,16$.

1.4.6 Устаткування для калібрування

В технологічному процесі буде використано механічний автомат для калібрування марки КО-430:

- номінальне зусилля - 1000 кН;
- число ходів головки за хвилину - 8-25;
- потужність - 40 кВт;
- максимальний діаметр виробу - 100 мм;
- зусилля виштовхування 600 кН;
- габарити 2,0х2,3х4,4 м;

Визначаємо продуктивність апарата:

$$P_k = 2 * 0,332 * 60 = 39,84 \text{ кг/год}$$

Необхідність установок для калібрування:

$$N_{\text{шл.в.}} = 104,16 / 39,84 * 8 = 0,33.$$

Приймаємо 1 калібрувальний апарат з коефіцієнтом завантаження

$$K_3 = 0,33 / 1 = 0,33.$$

Час роботи - 8 годин на добу.

Обладнання, яке використовується у даному проекті знаходиться в таблиці 1.3

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Зведена відомість обладнання цеху

Операція	Обладнання	Продуктивність, кг/год	Кількість годин роботи агрегату на добу	Добове завдання, кг	Прийнята кількість одиниць обладнання	Коефіцієнт завантаження	Встановлена потужність, кВт	Вартість, тис. грн
Зважування	Ваги на платформній основі ВПВ-6	-	8	104,16	1	-	-	11,5
Змішування	Барабанний шнековий змішувач СБУ-1,5-В	32,4	4	104,16	1	0,4	5,5	128,3
Пресування	Пресс автомат механічний	51,6	8	104,16	1	0,25	28	134
Спікання	Муфельна штовхальна піч ЦЕП-356	7,74	8	104,16	1	0,5	50	457,2
Просочування	Масляна ванна МВ-30	16	8	104,16	1	0,16	2,7	34,7
Калібрування	Механічний КО-430	39,84	8	104,16	1	0,33	40	42

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ

Арк.

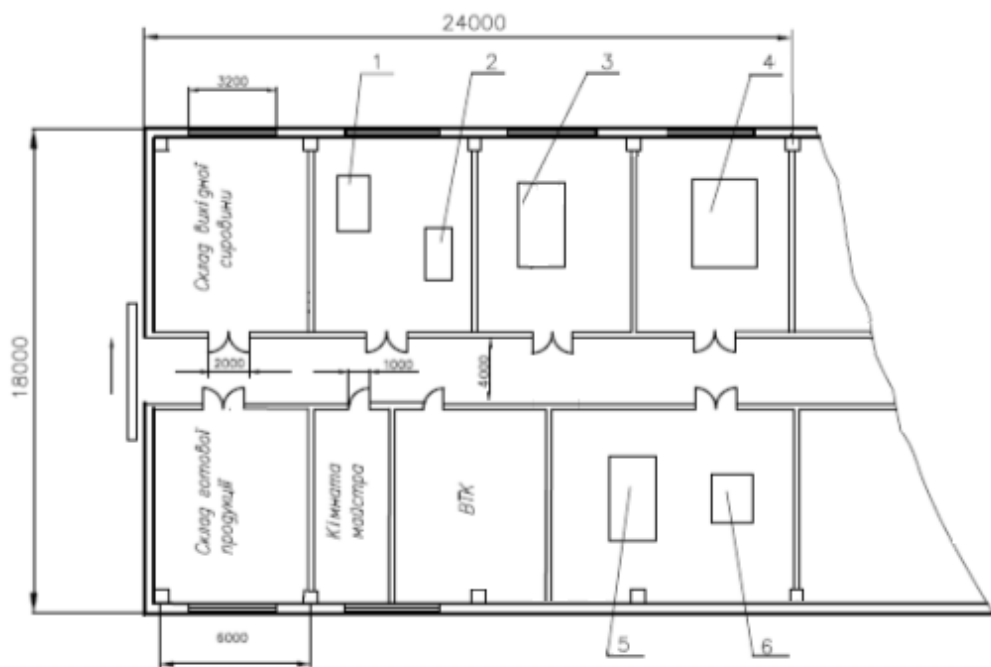
45

2 БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Визначивши необхідну кількість технологічного обладнання, розробляємо план його розміщення в будівлі дільниці. Для цього слід визначити розміри і обриси будівлі, які мають відповідати будівельним стандартам, вибрати допоміжне, зокрема транспортувальне обладнання, передбачити зручність його обслуговування та ремонту.

Маємо наступні дільниці: склад сировини площа якого становить 42 м² з якого вихідні матеріали транспортують до дільниці для сушки дозування та змішування в якій знаходяться технічні терези та барабанний шнековий змішувач, площа дільниці 42 м². Наступною є дільниця пресування, в якій знаходиться механічний прес автомат, та займає площу 70 м². Після пресування виріб доставляється у дільницю для спікання, площею 42 м². Дільниця в якій знаходиться механічний станок та ванна для просочування займає площу 56 м². Остання дільниця це склад готової продукції який займає площу 42 м². Службовий коридор займає площу 86 м². Цех спроектований таким чином, щоб транспортні шляхи між операціями не пересікались. Загальна площа цеху становить 387 м².

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Колодій Д. М.				БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Білик І.І.						46	2
<i>Реценз.</i>	Іващенко Є.В.							
<i>Н. Контр.</i>	Бірюкович							
<i>Затверд.</i>								
						ІМЗ, ФК-81		



1 – терези; 2 – барабанний шнековий змішувач; 3 – прес-автомат механічний; 4 – муфельна штовхальна піч; 5 – механічний станок; 6 – ванна для просочування

Рисунок 2.1 – план ділянки

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Під час серійного виробництва порошкових деталей, одним з найважливіших елементів виробництва є пресовий інструмент. Точність та якість якого забезпечує довго тривалість роботи та величину виходу готової продукції. Для виготовлення прес інструменту зазвичай використовують спеціальні інструментальні сталі (ХВГ, Х12М, Х12МФ тощо), які після термічної обробки мають високу твердість, зносостійкість та високі показники роботи в полях знакозмінних навантажень. Окрім основного інструменту суттєву частину займає оснастка, яка змінюється в залежності від моделі пресу та конфігурації прес блоку. Оснастка виготовляється з вуглецевих інструментальних сталей 45 та У8. Основні марки сталей та вузли для яких вони використовуються наведено в таблиці 3.1 Втулка з буртом на основі бронзи має геометричні розміри та параметри усадки наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Матеріали для виготовлення прес-форм

Назва деталі	Марка сталі	Твердість HCR
Матриця	Х12МФ, Х12М, ХВГ, 40Х	59-63
Пуансони		
Стержні		
Прижим пуансонів	Сталь 45	42-46
Обойма		
Траверси	У8А	55-59
Шпонки		
Хвостовики		

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Колодій Д.М.			СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Білик І.І.					48	4
<i>Реценз.</i>		Іващенко Є.В.				ІМЗ, ФК-81		
<i>Н. Контр.</i>		Бірюкович						
<i>Затверд.</i>								

Таблиця 3.2 – Вихідні розміри деталі

H1, мм	H2, мм	D1, мм	D2, мм	D3, мм	Кус	Коб
25	22	16	24	28	1,5	3,02

Визначення формуючих розмірів пресовки проводять виходячи з даних усадки. Під час спікання деталі в залежності від природи вихідних компонентів, технології, фізико-хімічних процесів можуть змінювати свої розміри як в додатному так і від'ємному напрямках. З точки зору спікання бронз можливе явище як росту так і усадки, в залежності від типу шихти яка використовується для виробництва підшипників ковзання. В роботі пропонується використання порошків міді та олова [8]. Розрахунок розмірів пресовки здійснювати відповідно до формул:

$$D_{п} = D_{н} \times K_{у},$$

$$H_{п} = H_{н} \times K_{у},$$

де $D_{п}$, $H_{п}$ – діаметр (висота) пресовки, мм;

$D_{н}, H_{н}$ – номінальний діаметр (висота) деталі, мм;

$K_{у}$ – коефіцієнт усадки.

$$D_{п1} = 24 \times 1,5 = 36 \text{ мм}$$

$$D_{п2} = 28 \times 1,5 = 42 \text{ мм}$$

$$D_{п3} = 16 \times 1,5 = 24 \text{ мм}$$

$$H_{п1} = 25 \times 1,5 = 37,5 \text{ мм}$$

$$H_{п1} = 22 \times 1,5 = 33 \text{ мм}$$

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Внутрішній діаметр матриці відповідатиме діаметру пресовки. Порожнина матриці матиме розміри діаметру бурта $D_{п2}$. Діаметр матриці складає $2D_{max} = 84$ мм. Висота камери засипки визначається виходячи з формули:

$$H_3 = H_{п}^{max} \times K_{об},$$

де H_3 – висота камери засипки, мм;

$H_{п}^{max}$ – максимальна висота пресовки, мм;

$K_{об}$ – коефіцієнт обтиснення порошку.

$$H_3 = 37,5 * 3,02 = 113,25 \text{ мм}$$

Розрахованої висоти матриці буде не достатньо для роботи пресу в автоматичному режимі. Потрібно також врахувати допуски на робочий вхід в матрицю пуансонів. Для нижнього пуансону ця відстань варіюється від 10 мм до 15 мм, а для верхнього 5–10 мм. З урахуванням даних закономірностей висота матриці буде складати:

$$H_{матр} = H_3 + h_{Т}^{верх} + h_{Т}^{низ},$$

де H_3 – висота камери засипки, мм;

$h_{Т}^{верх}$ – технічна висота на верхній пуансон, мм;

$h_{Т}^{низ}$ – технічна висота на нижній пуансон, мм.

$$H_{матр} = 113,25 + 6 + 14 = 134 \text{ мм}$$

Висота пуансонів повинен забезпечувати формування деталі до заданої щільності та геометрії. Його робоча частина складається з робочого ходу та

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

технологічних допусків. Робочий хід пуансону складає 1/3 від висоти матриці, та складає 45 мм. Не робоча частина передбачає фіксацію до плити пресу та вилучення пресу з матриці після пресування, високу не робочої частини приймемо 20 мм та діаметром 70 мм. Внутрішній діаметр робочої частини = 24 мм, зовнішній діаметр = 42 мм. Нижній пуансон зазвичай нерухомий, він забезпечує формування та випресовку деталі з матриці. Його висота відповідає загальній висоті матриці 134 мм та додаткові 20 мм технологічного кріплення. Внутрішній діаметр робочої частини = 36 мм, зовнішній діаметр = 42 мм. Формування бурта проходить з використанням 2х пар пуансонів. Діаметр другого пуансону складає 36 мм зовнішнього та 24 мм внутрішнього. Висота пуансону 134 мм і відповідно 50 мм на кріплення. Стержень для формування отвору підшипника має діаметр 24 мм висота стержня складає 251,5 мм, яка повинна забезпечувати підведення стержня у верхню частину матриці та дозволяла б закріпити його на рівні нижнього пуансону.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Для нашого сьогодення людина та її здоров'я мають бути найбільшою цінністю нашого світу та кожна держава має створювати всі потрібні для цього умови. Охорона праці має завдання забезпечити нешкідливі, безпечні та сприятливі умови праці за рахунок вирішення складних завдань. Науково-технічний прогрес має не аби яке значення у розв'язанні цих завдань. Використання досягнень у науці та техніці дозволяє підвищити рівень безпеки праці, її організації, підвищити привабливість та полегшити працю.

Мета даного розділу полягає у тому щоб проаналізувати умови праці, виявити всі небезпечні й шкідливі фактори виробництва та створити заходи, які забезпечують безпечні умови праці на виробництві.

4.1 Правові та організаційні основи охорони праці на підприємстві

У даному дипломному проекті проектується дільниця для виробництва антифрикційних втулок в умовах корозійного середовища. На виробництві задіяні 16 осіб виробничого та технічного персоналу при 2-змінному графіку роботи. Виробнича потужність підприємства – 25 тон на рік.

Законодавчими актами, що визначають основні положення про охорону праці, є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти. До загальних законів, що визначають основні положення про охорону праці належать: Конституція України (13), Закони України «Про охорону праці» (14), «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Колодій Д. М.			ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Архів
Перевір.		Левченко О.Г.					52	14
Реценз.		Іващенко Є.В.						
Н. Контр.		Бірюкович						
Затверд.						ІМЗ, ФК-81		

професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», Кодекс законів про працю України (КЗпП).

В основному законі України – Конституції питанням охорони праці присвячені статті 43, 45 та 46.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку (ст. 15 Закону України «Про охорону праці»). Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю, який зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці ст. 13. України «Про охорону праці».

4.2 Аналіз параметрів приміщення

Характеристики приміщення в якому знаходиться робоче місце: довжина 24 м, ширина 18 м, висота 6 м. План приміщення представлений на рисунку.

Відповідно до основних вимог до будівель виробничого призначення, які викладені в СНіП 2.09.02-85 [15], висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м, а об'єм і площа – 15 м³ та 4,5 м² відповідно на кожного працівника.

У даному випадку площа приміщення складає 432 м², а об'єм 2590 м³.

Під час роботи на ділянці працює 36 осіб, звідки ми отримуємо, що площа і об'єм на одну людину складають:

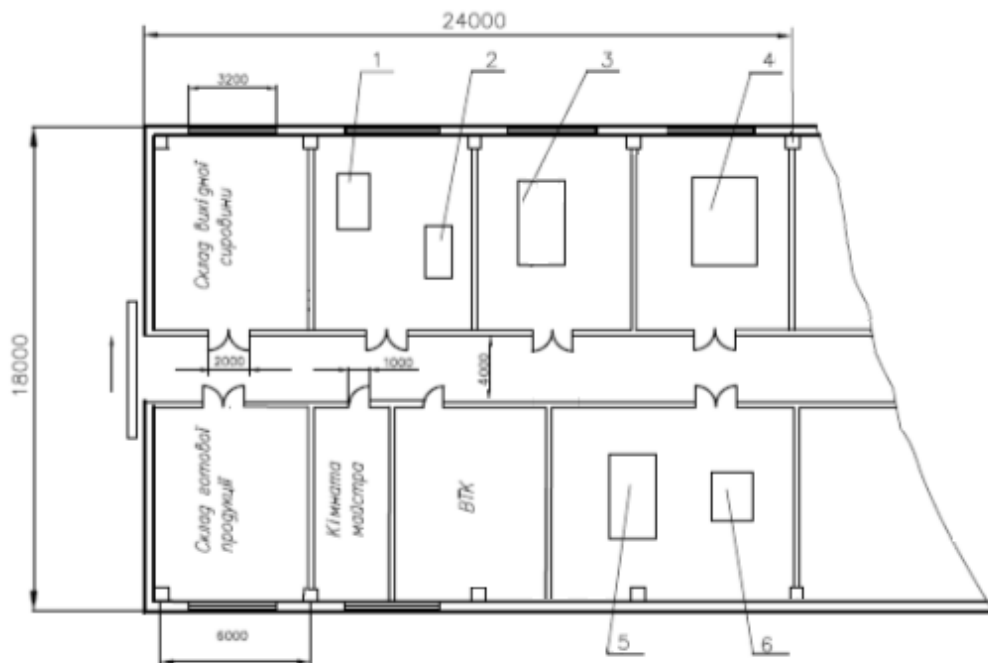
$$S_q = 540/36 = 15 \text{ м}^2/\text{особу},$$

$$V_q = 4320/36 = 120 \text{ м}^3/\text{особу}.$$

Отже приміщення за геометричними параметрами відповідає основним вимогам до будівель виробничого призначення, де на людину має приходиться не менше 6 м² площі та 20 м³ об'єму.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		53

В нашому випадку приміщення вимагає зосередженості, отже рекомендується вибирати неяскраві, малоконтрасні відтінки, які не розсіюють увагу. Стіни в приміщенні блакитно-сірого кольору, які діють заспокійливо.



1 – терези; 2 – барабанний шнековий змішувач; 3 – прес-автомат механічний; 4 – муфельна штовхальна піч; 5 – механічний станок; 6 – ванна для просочування

Рисунок 4.1 – план дільниці

По важкості робіт дільниця порошкової металургії відноситься до категорії робіт середньої важкості Па, що характеризується незначними виділеннями тепла.

Дільниця включає в себе наступні виробничі підрозділи: відділення змішування; відділення пресування; відділення спікання; відділення механічної обробки.

Згідно з санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 мікрокліматичні умови виробничих приміщень, у нашому випадку дільниці, повинні характеризуватися такими показниками:

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення;
- температура поверхні.

За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі.

Для робочої зони виробничих приміщень встановлюються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року. При одночасному виконанні в робочій зоні робіт різної категорії важкості, рівні показників мікроклімату повинні встановлюватись з урахуванням найбільш чисельної групи працівників. Для створення необхідних параметрів мікроклімату у дільниці, що проектується планується застосувати системи вентиляції та кондиціонування повітря, а також різні опалювальні пристрої.

Вентиляція представляє собою зміну повітря в приміщенні, призначену підтримувати в ньому відповідні метеорологічні умови і чистоту повітряного середовища. Вентиляція приміщень досягається видаленням з них нагрітого або забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря. Загально-обмінна вентиляція, призначена для забезпечення заданих метеорологічних умов, здійснює зміну повітря у всьому приміщенні.

Вона призначена для підтримки необхідних параметрів повітряного середовища у всьому об'ємі приміщення.

Для підтримки необхідних параметрів мікроклімату на дільниці будуть застосовуватися установки для кондиціонування повітря (кондиціонери).

Параметри мікроклімату у дільниці порошкової металургії наведені в таблиці 4.1.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату відповідно ДСН 3.3.6.042-99

Категорія робіт	Параметр мікроклімату	Період року	Нормовані значення		Висновок
			Оптимальне	Допустиме	
Середньої важкості Па	Температура, °С	Теплий	21-23	18-27	допустимо
		Холодний	18-20	17-23	оптимально
	Відносна вологість повітря, %	Теплий	60-40	65	оптимально
		Холодний	60-40	75	допустимо
	Швидкість руху повітря, м/с	Теплий	0,2	0,2-0,4	допустимо
		Холодний	0,2	Не більше 0,3	оптимально

При роботі обладнання, може відбутися певне відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних, зазначених у таблиці 4.2. Проте, якщо враховувати допустимі межі, встановлені ДСН, то показники не перевищують норми.

Але можливі деякі відхилення в температурі та вологості за рахунок складності контролю цих параметрів.

Тому нормовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягнуті за рахунок раціонального планування виробничих приміщень, правильного розташування виробничого обладнання, а також за рахунок влаштування припливно-витяжної вентиляції

4.3 Аналіз освітленості приміщення

Освітлення робочого місця – один із найважливіших факторів, що є умовою для нормальних умов праці. У дільниці застосовується комбіноване, локалізоване освітлення, яке складається із загального освітлення

										Арк.
										56
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ					

приміщення та місцевого освітлення робочих поверхонь у полі зору, виконане з урахуванням розташування робочих місць.

Зримі роботи, які виконуються на ділянці мають другий розряд і відносяться до роботи середньої точності згідно з ДБН В.2.5-28-2006 (19). Згідно відповідному ДБН В.2.5-28-2006 (15). «Естественное и искусственное освещение» характер здорової роботи в цеху, що проектується – грубий, розряд VI. В даному цеху передбачено природне і штучне освітлення. В нашому випадку має місце поєднання суміщеного природного освітлення – бічного (вікна розміщені в зовнішніх стінах) і верхнього чи ліхтарного пропускання світла в приміщення (в цеху передбачені спеціальні будівельні конструктивні деталі на даху (ліхтарі)).

Штучне освітлення забезпечується за рахунок застосування газорозрядних ламп (70%) і ламп розжарювання (30%). Значення коефіцієнта штучного освітлення (e) згідно ДБН В.2.5-28-2006 (15) повинно бути $e = 1,0\%$. Крім цього освітлення створює і аварійне освітлення.

Освітлення на території дільниці приймаємо природне біле та штучне. Окрім цього передбачене і аварійне освітлення в проходах 0,5 лк, в будівлях 0,2 лк. Загальна освітленість у виробничих приміщеннях повинна дорівнювати $E=200$ лк.

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщень у темний період доби.

Від того на скільки кваліфіковано воно спроектоване, залежить безпека праці та самопочуття працівників, продуктивність їхньої праці та якість продукції.

Погане освітлення виробничої зони може призвести до погіршення якості виконуваних робіт, наприклад, можуть залишитися непоміченими розриви, що з'явилися, потертості, витік палив і олій, механічні домішки в паливі й інше, що, у свою чергу, призводить до зниження безпеки праці. Погане освітлення виробничих територій може стати причиною багатьох

ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ

Арк.

57

Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

важких і смертельних випадків, таких, як наїзд самохідних засобів механізації, що рухаються.

Природне освітлення має велике гігієнічне значення, що виявляється в значній тонізуючій дії на організм людини внаслідок того, що організм людини мільйони років пристосовувався до такого освітлення. Тривала відсутність природного (сонячного) світла, гнітюче діє на психіку людини. Санітарні норми передбачають обов'язкове безпосереднє природне освітлення виробничих, адміністративних, підсобних і побутових приміщень.

Природне освітлення не використовується у виняткових випадках (використовується електричне штучне освітлення), наприклад, у приміщеннях, де обслуговуючий персонал перебуває короткочасно і де не проводяться спостереження за виробничим процесом: у складах, що розташовуються в підвалах та ін.

Погане освітлення робочих місць є однією з причин низької продуктивності праці.

При недостатньому освітленні очі працюючого напружені, при цьому складно відрізнити оброблювальні предмети, знижується темп роботи, погіршується загальний стан організму людини.

4.4 Аналіз шуму та вібрації

В цеху, що проектується, спостерігається: Механічний шум, який виникає в результаті руху окремих вузлів і деталей установок машин і аеродинамічний шум, який виникає в результаті виходу стисненого повітря, газів чи переміщення газоподібних середовищ, з великою швидкістю (компресорні і вентиляційні пристрої); гідродинамічний, який виникає в зв'язку зі стаціонарними і нестаціонарними процесами в рідинах; електромагнітний, який виникає в електричних машинах, установках, приборах і апаратах (шум силових трансформаторів).

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Основним джерелом вібрації на ділянці є змішувач. Разом з тим показники вібраційного навантаження на оператора в межах робочого місця (зони) під час роботи машини не перевищують санітарних норм, приведених в ДСН 3.3.6.0.37-99 (15) для загальної вібрації категорії 3 тип «а».

Шум утворює значне навантаження на нервову систему людини, призводячи на неї психологічний вплив. При перевищенні звуком порогу больової чутливості ($I=120-130$ дБ), виникають сильні болі й uszkodження в слуховому апараті.

Систематичний вплив вібрації призводить до різних порушень здоров'я людини і може бути причиною вібраційної хвороби. Локальна вібрація викликає різні ступені судинних, нервово-м'язових, кістко-суглобинних та інших порушень. Внаслідок цього відбувається погіршення постачання кінцівок кров'ю. одночасно спостерігається вплив вібрації на нервові закінчення. м'язові і кісткові тканини, що виражається в порушенні чутливості шкіри, м'язів і відкладенні солей у суглобах кісток рук і пальців, що призводить до болів, деформацій і зменшенню рухливості суглобів.

Нормування шуму здійснюється відповідно ДСН 3.3.6.037-99 (20). Згідно цих норм загальний рівень шуму в приміщенні ділянки не повинен перевищувати 80 дБ.

З метою виключення можливості виникнення вібраційної хвороби обмежують параметри вібрації робочих місць і поверхні контакту з рухами робітників у відповідності з ДСН 3.3.6.039-99 (21), згідно з яким рекомендовано гігієнічну оцінку вібрації проводити одним з наступних методів: частотним (спектральним) аналізом нормованого параметру; інтегральною оцінкою на частоті нормованого параметру; дозою вібрації. В якості захисту для рук використовують рукавиці, для очей – окуляри.

При виробництві підшипників локальна вібрація, викликана роботою, не перевищує допустимого рівня вібрації й відповідає ДСН 3.3.6.039-99.4.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		59

Методи ослаблення шуму від джерел, розташованих усередині приміщень, дуже різноманітні і залежать від типу устаткування. Наприклад, знизити шум електричних машин можна:

- усуненням невірноваженості ротора, регулюванням підшипникових вузлів і щиткових контактів (для зменшення механічного шуму і вібрацій);
- акустичною оптимізацією вентиляторів охолодження (наприклад, збільшенням зазорів, зменшенням діаметра гвинта й коллової швидкості), зменшенням витрат охолоджуваного повітря і, нарешті, вирішенням проблеми охолодження без використання вентиляторів, завдяки чому знижується аеродинамічний шум;
- усуненням асиметрій у магнітопроводах і обмотках, ослабленням інтенсивності перемінних радіальних магнітних сил низького порядку (зменшення магнітного шуму і вібрації).

У випадку неможливості забезпечення колективного захисту робітників від впливу розглянутих факторів наведеними методами застосовуються засоби індивідуального захисту. Засобами індивідуального захисту від шуму є протишумові шоломи, навушники і вкладиші.

4.5 Аналіз загазованості та запиленості

Виділення пилу в повітрі робочої зони відбувається при зважуванні шихти, завантажуванні/розвантажуванні розмельно-змішувального обладнання, виробництві, упаковці готового продукту, транспортуванні початкових подрібнених матеріалів та готових порошкоподібних сполук.

Пил впливає на організм людини переважно як фібро генний фактор, що викликає подразнення слизових оболонок дихальних шляхів та осідаючись в легенях практично не потрапляє до кровообігу внаслідок поганої розчинності в біологічних середовищах (кров, лімфа).

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Найбільшу небезпеку чинить дрібнодисперсний пил.

Такий пил, на відміну від крупнодисперсного, практично не осідає в повітрі приміщення, а знаходиться у звішеному стані і легко потрапляє до легень.

Наявність металевого пилу й газів в повітрі на робочих місцях не перевищує гранично допустимі концентрації, що були встановлені «Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони, N 741/35024 від 03.08.2020 р». Гранично допустимі концентрації (ГПК) різних речовин в повітрі виробничих приміщень приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації аерозолів металів та їх сполук

Найменування речовини	Величина гранично допустимої концентрації, мг/м ³	Клас небезпеки
Мідь	1/0,5	2
Олово	1,1/5	3
Графіт	1/0,8	2

Для запобігання попадання пилу у дихальні шляхи працівники будуть забезпечені респіраторами при виконанні роботи зважування, змішування та шліфування.

4.6 Аналіз інфрачервоного випромінювання

До інфрачервоних випромінювань належать електромагнітні випромінювання невидимої частини спектра, що знаходяться в діапазоні довжин хвиль 0,78-1000 мкм. В нашому випадку, в дільниці джерелом інфрачервоного випромінювання є 1 вакуумна піч та 2 печі камерного типу.

При температурі її роботи спектр має інфрачервоні промені з довжиною хвилі 1,8-3,5 мкм. Для захисту від інфрачервоного випромінювання печі передбачено застосування конструкторських і

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		61

технологічних рішень, які направлені на теплоізоляцію випромінювальної поверхні.

Також захист відбувається обмеженням часом перебування людини перебування людини в зоні інфрачервоного випромінювання.

Завдяки застосуванню теплоізоляції, захисту обмеженням часом перебування людини в зоні інфрачервоного випромінювання і відстанню до джерела випромінювання, умови праці в дільниці відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99 (18).

При тривалому перебуванні людини в зону випромінювання відбувається різке порушення теплового балансу тіла, підвищується температура, посилюється потовиділення відповідно з втратою потрібних організму солей. При тривалій дії інфрачервоного випромінювання на очі може розвинути катаракта.

Способами захисту від інфрачервоного випромінювання є:

- теплоізоляція гарячих поверхонь;
- охолодження тепло випромінюючих поверхонь;
- видалення робочих від місця випромінювання (захист відстанню);
- автоматизація (механізація) виробничих процесів;
- дистанційне управління;
- застосування аерації, повітряного душування;
- екранування джерела випромінювання;
- застосування кабін і огорожень;
- застосування засобів індивідуального захисту;
- використання спецодягу з бавовняної тканини з вогнестійким просоченням, спецвзуття, окуляри зі світлофільтрами з жовто-зеленого або синього скла, рукавичок, рукавиць, захисних масок.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

4.7 Електробезпека

У технологічному циклі процесу виробництва використовується, трьохфазна напруга мережі змінного струму 380 В з ізольованою нейтраллю із промисловою частотою 50 Гц.

Обладнання: терези, змішувач, піч муфельна, прес-автомат, механічний станок.

Дільниця відноситься до приміщень з особливою небезпекою, оскільки є висока температура (перевищує 35°C протягом тривалого часу), струмопровідний пил і можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій будівлі, що має сполучення з землею, з одного боку, і до металевого корпусу обладнання з другого боку.

Головними причинами ураження струмом можуть бути:

- випадкове торкання персоналом або присутність на небезпечній відстані від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;
- поява напруги на металевих конструктивних елементах та електроустаткуванні внаслідок пошкодження ізоляції або з інших причин;
- поява напруги на вимкнених струмопровідних частинах, на яких працюють люди, в результаті помилкового включення установки;

Головними заходами по захисту від враження електричним струмом є:

- забезпечення захисту струмоведучих частин установки, що знаходяться під напругою, від випадкового торкання;
- електричне розділення мережі;
- усунення небезпеки враження струмом через корпус при подачі напруги, що досягається використанням подвоєної ізоляції,

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		63

- захисним відключенням, використанням спеціальних електрозахисних засобів (23);
- захисне заземлення корпусів електроустаткування і електроприладів згідно ДНАОП 1.1.10-1.01-97.

4.8 Пожежна безпека

Основним законодавчим документом, що регламентує вимоги щодо пожежної безпеки, є Закон України «Про пожежну безпеку», прийнятий 17 грудня 1993 р. Цей закон визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Даним проектом передбачений автоматичний пожежний захист наступних відділень виробництва: склад сировини, відділення спікання, відділення фінішних операцій.

Відповідно до НАПБ А.01.001-2006 приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяються на п'ять категорій (А,Б,В,Г,Д).

В даному випадку відділення спікання і термомагнітної обробки відносяться до категорії Г, а відділення механічної обробки, пресування та змішування відносяться до категорії Д (24).

Виробничі відділення, що захищаються, обладнуються автоматичними спринклерними установками пожежогасіння, які спрацьовують при визначеній температурі. Спринклерні установки призначені для локалізації і місцевого тушіння пожежі, для подачі сигналів про пожежу, погану роботу АУП.

Для перешкоди можливого розповсюдження вогню із приміщення, що захищається, в суміжне з ним незахищене, на дверях передбачені дрянгерні засови зі зрошувачами типу ОПРС по ТУ 2509...059-82. Час тушіння пожежі автоматичними установками пожежогасіння прийнятий 15 хвилин.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Питання щодо організації виробництва в дільниці 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.

5.1 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:

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

де 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 одного робітника, год. (табл.);

n -кількість видів виготовлюваної продукції;

$K_{в.н}$ - очікуваний коефіцієнт виконання норм (1,2 - 1,5).

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Колодій Д.М.			ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Нараєвський С.В					66	23
<i>Реценз.</i>		Іващенко Є.В.				ІМЗ, ФК-81		
<i>Н. Контр.</i>		Бірюкович						
<i>Затверд.</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:

$$Ч_{ос}^{пл} = \frac{m_0 P_{зм} K_n}{H_{об}}$$

де m_0 - кількість обслуговуваних об'єктів;

$P_{зм}$ - кількість змін роботи на добу;

K_n - коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;

$H_{об}$ - норма обслуговування одного агрегата (кількість об'єктів на одного робітника).

Показники балансу робочого часу середньооблікового працівника представлено в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Баланс робочого часу середньооблікового працівника

Показники	Планові значення
Кількість календарних днів	365
Вихідні та святкові	113
Час на планово-попереджувальний ремонт, днів	12
Номінальний фонд робочого часу	240
Невиходи на роботу (днів), з них:	30
відпустки	24
Захворювання	4
Дозволені законом	1
З дозволу адміністрації	1
Прогули	-
Цілодобові простої	-
Страйки	-
Явочний робочий час, днів	210
Середня тривалість робочого дня, год.	8
Внутрішньо змінні витрати робочого часу та простої, год.	0,3
Робочі години	7,7
Плановий фонд роботи працівника в рік.	1596

Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову:

$$K=240/210=1.14.$$

Таблиця 5.2 – Чисельність основних і допоміжних робітників дільниці

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Явочна чисельність по змінах			Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а	3-я			
Основні робітники							
Оператор взважування	III	1	-	-	1	1,14	1
Оператор змішувача	IV	1	-	-	1	1,14	1
Пресувальник	V	1	1	-	2	1,14	2
Спікальний муфельної печі	V	1	1	-	2	1,14	2
Оператор просочування виробу	V	1	1	-	2	1,14	2
Оператор калібрування	V	1	1	-	2	1,14	2
Разом				-			10
Допоміжні робітники							
Слюсар-ремонтник	IV	1	1	-	2	1,14	2
Черговий слюсар-електрик	IV	1	1	-	2	1,14	2
Транспортувальник-вантажник	II	1	1	-	2	1,14	2
Разом		3	3	-	6		6
Усього робітників						1,14	16

ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ

Арк.

68

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

5.2 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 установленими нормами праці (норми часу, продуктивності, обслуговування, посадові зобов'язання).

Додаткова зарплата - не винагорода за працю и установленної норми за успіхи в праці, а особливі умови праці, за винахідливість. Вона включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій [10].

До інших заохочувальних і компенсаційних виплат належать виплати за підсумками роботи за рік, премії по спеціальних системах 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 механізми 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 [7].

									ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
										69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Її абсолютну величину визначають згідно зі встановленим державою мінімальним розміром заробітної плати. Так якщо на підприємстві тарифну ставку для першого розряду встановлено на рівні 9,2 грн., то ставка другого розряду становитиме 10,0096 грн., третього 11,0768 грн. і так далі.

Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій України наведена в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – 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 відносне		0,088 8,8	0,116 10,7	0,146 12,1	0,181 13,4	0,269 17,6	0,092 5,1	0,108 5,7

Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн	Річний фонд заробітної плати, грн
<i>Керівники</i>			
Начальник дільниці	1	10080	120960
Заступник начальника дільниці	1	9380	112560
Майстер	1	8820	105840
<i>Разом</i>	3	28280	339360
<i>Спеціалісти</i>			
Провідний інженер-технолог	1	8400	100800

Продовження таблиці 5.4

Разом	1	8400	100800
Службовці та молодший обслуговуючий персонал			
Обліковець	1	7000	84000
Комірник	1	7000	84000
Прибиральник	1	4200	50400
Разом	3	18200	218400
Усього по дільниці	7		658560

5.3 Розрахунок продуктивності праці

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

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

$$\Pi = \frac{G}{\sum Ч}$$

де G - обсяг продукції, виробленої цехом за рік, кг;

$\sum Ч$ - чисельність працюючих всіх категорій.

$$\Pi = 25000/(10+6) = 1562,5 \text{ кг/особу.}$$

Відповідно до тарифної сітки розраховано фонди заробітної плати основних і допоміжних працівників.

Розрахунки приведені в таблиці 5.5

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.5 – Розрахунок фондів заробітної плати основних і допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи на рік		Основна заробітна плата, грн	Розрахунок додаткової заробітної плати					Загальни й фонд заробітно ї плати (7+12)
				Одного робітника	Усіх		Премії (15% від основ. зар- ти)	За роботу в особливих умовах	Оплата відпусток	Інші доплати та надбавки	Разом (8+9+10+11)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основні (технологічні) робітники												
Оператор взважування	4	20	1	1596	1596,00	31920	4788	1596	3192	1596	11172	43092
Оператор змішування	4	20	1	1596	1596,00	31920	4788	1596	3192	1596	11172	43092
Пресувальник	5	22,5	2	1596	3192,00	71820	10773	3591	7182	3591	25197	96957
Спікальний муфельної печі	5	22,5	2	1596	3192,00	71820	10773	3591	7182	3591	25197	96957
Оператор просочування мастилом	4	20	2	1596	3192,00	63840	9576	3192	6384	3192	22344	86184
Оператор калібрування	4	20	2	1596	3192,00	63840	9576	3192	6384	3192	22344	86184
Разом			10			335160					117426	452466
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Слюсар ремонтник	4	19,34	2	1596	3192,00	63648,48	9547,27	3182,42	6364,85	3182,42	22276,96	85925,44
Черговий слюсар-електрик	4	19,34	2	1596	3192,00	63648,48	9547,27	3182,42	6364,85	3182,42	22276,96	85925,44
Транспортувальник	-	19,34	2	1596	3192,00	63648,48	9547,27	3182,42	6364,85	3182,42	22276,96	85925,44
Разом			6			190945,44					66830,88	257776,32
Усього			29			526105,44					184256,88	710242,32

ФК81.8109.4230.003.01ПЗ

5.4 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення являють собою інвестиції, спрямовані на будівництво і придбання нових основних фондів, розширення, реконструкцію, технічне переозброєння діючих основних фондів.

Вони виступають як матеріалізована форма технічного прогресу, важливий чинник інтенсифікації, збільшення обсягів та підвищення ефективності діяльності господарюючих суб'єктів споживчої кооперації.

Вплив капітальних вкладень на ефективність господарювання виявляється в підвищенні продуктивності праці, збільшенні прибутку підприємств.

До складу капітальних вкладень включаються затрати на будівельно-монтажні роботи, придбання устаткування, машин, механізмів, інструментів, інвентарю, інші капітальні роботи і затрати на проектно-розвідувальну діяльність, на утримання апарату управління і технічного нагляду, на відведення земельних ділянок тощо.

Покращення структури капітальних вкладень сприяє підвищенню технічного рівня підприємства, росту механізації й автоматизації виробництва[24].

Вартість транспортування устаткування та його монтаж і наладку приймаємо у розмірі 10-15% від його ціни.

Розрахунок капітальних витрат на обладнання приведені в таблиці 5.1

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середній поточний запас (Z_M) визначається за формулою:

$$Z_M = M_D \frac{T_{\text{ПОСТ}}}{2},$$

де M_D – середньодобове споживання сировини та матеріалів. грн.;

$T_{\text{ПОСТ}}$ – інтервал поставки в 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).

$$Z_M = 36583,4 * 30 / 240 * 2 = 2,286 \text{ тис. грн.}$$

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 1,143 тис. грн. Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх вказаних елементів [10].

Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів (H_M) по об'єкту, що проектується, складе:

$$H_{\text{ЗАГ}} = 1,5 * Z_M,$$

де Z_M – норматив поточних запасів.

$$H_{\text{ЗАГ}} = 1,5 * 2,286 = 3,430 \text{ тис. грн.}$$

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

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.8 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Сума	
	тис. грн.	від. од.
1.Будівлі:	1226,59	0,19
1.1Виробничі		
1.2 Побутові	629,13	
2. Устаткування	799,88	0,10
2.1 Основне технологічне		
2.2 Допоміжне та підйомно-транспортне	135	
3. Норматив оборотних коштів	3,430	0,53
Всього капіталовкладень у виробничі фонди	1683672,43	1

5.5 Визначення планової собівартості одиниці продукції

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.

У промисловості найчастіше застосовується така номенклатура калькуляційних статей витрат:

- сировина і матеріали (за вирахуванням зворотних відходів);
- паливо та енергія на технологічні цілі;
- основна заробітна плата технологічних робітників;
- додаткова заробітна плата технологічних робітників;
- єдиний соціальний внесок;
- витрати на утримання і експлуатацію устаткування;
- загальновиробничі витрати;
- втрати внаслідок технічно неминучого браку;

						ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			77

- адміністративні витрати;
- витрати на підготовку та освоєння нового виробництва;
- поза виробничі витрати на збут продукції.

Сума перших дев'яти статей становить виробничу собівартість, в 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 ділянки чи виробничої ділянки.

5.6 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) та вартості одиниці відповідних видів сировини й матеріалів. Виконані розрахунки оформлюють по формі (табл. 5.4).

Визначення коефіцієнта, що враховує додаткові транспортно-заготівельні витрати, рекомендується приймати на рівні 1,1-1,2.

5.7 Витрати на паливо та енергію

До цієї статті калькуляції відносять вартість річних затрат технологічних енергоносіїв електроенергії, природного газу, пари,

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

вважається розстановочним штатом. Для визначення облікового штату розстановочна чисельність збільшується на коефіцієнт 1,2, який враховує 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 розділі. Загальний фонд основної та додаткової заробітної плати технологічних робітників складає 452466 грн.

5.9 Єдиний соціальний внесок

Ця стаття містить відрахування на обов'язкове державне пенсійне страхування, соціальне страхування, страхування на випадок безробіття та страхування від нещасного випадку на виробництві і профзахворювань.

Загальний відсоток єдиного соціального внеску для підприємств машинобудування становить 22% від суми основної та додаткової заробітної плати.

5.10 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.

					ФК81.8109.4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

встановлюється на рівні 5-15% від основної заробітної плати технологічних робітників.

Втрати внаслідок технічного неминучого браку та інші виробничі витрати.

5.13 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 50-200 % від основної заробітної плати технологічних робітників.

5.14 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 30-50 % від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників».

						ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			83

5.15 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 5-10%.

5.16 Складання планової калькуляції собівартості продукції

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проекту.

Планова калькуляція собівартості продукції приведена таблиці 5.6.

Річна продуктивність ділянки становить 25000 кг, так як маса виробу склала 86,5 г., то річна продуктивність відповідно 289017.3 шт/рік. Тому повна собівартість 1 кг продукції складає $11077917,8/25000 = 443.1$ грн/кг. або $11077917.8/289017.3 = 38,32$ грн/шт.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Таблиця 5.11 – Планова калькуляції собівартості річного обсягу виробництва продукції

Статті витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Планова ціна за одиницю, грн.	Витрати на річну програму, грн.
1	2	3	4	5
1. Основні матеріал				
1.1 Порошок мідний ПМС-1 ГОСТ 4960-75	кг	21750	300	7177500
1.2 Порошок графіту ГОСТ 23463-79	кг	750	10	8250
1.3 Порошок олова ГОСТ 9723-73	кг	2500	900	2475000
Енерговитрати	кВт-год	341097,8	1,46	498002,79
3. Основна заробітна плата технологічних робітників				335160
4. Додаткова заробітна плата технологічних робітників				117426
5. Єдиний соціальний внесок (22%)				99542,52
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування				280464,6
7. Загальновиробничі та загальногосподарські витрати				335160
8. Втрати внаслідок технічного неминучого браку				33516
9. Адміністративні витрати				167580
10. Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва				100548
11. Позавиробничі витрати на збут продукції				98369,9
12. Інші виробничі витрати				52000
Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції				11077917,8

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

$$T = \frac{Ч_{ТЕХ} * \Phi^{пл}}{Q},$$

де $Ч_{ТЕХ}$ – загальна чисельність технологічних робітників, осіб;

$\Phi^{пл}$ – плановий фонд робочого часу за рік одного робітника, год.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції.

$$T = 16 * 1596 / 25000 = 1,02 \text{ нормо-годин/кг.}$$

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

$$K_Q = \frac{K_{заг}}{Q},$$

$$K_Q = 1683672,43 / 25000 = 67,35 \text{ грн/кг.}$$

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

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

$$ГП_p = 0,82 * (Ц - C_n) * Q + \sum A,$$

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

C_n – повна собівартість одиниці продукції, грн.;

$Ц$ – ринкова відпускна ціна одиниці продукції, грн.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції, кг;

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

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

Таблиця 5.12 – Розрахунок сум річних амортизаційних відрахувань

Об'єкт амортизації	Ціна, грн	Відсоток амортизації	Сума амортизаційних відрахувань, грн
Будівлі	1955720	8	156457,6
Обладнання	934882	24	224371,68
Всього амортизаційних відрахувань			380829,28

$$ГП_p = 0,82 * (57,48 - 38,32) * 25000 + 380829,28 = 773609,28 \text{ грн.}$$

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

$$\Pi_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < \Pi_{ок}^H,$$

						ФК81.8109.4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			87

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

$П^{H_{OK}}$ – нормативний період окупності, 3-7 років.

$$P_{OK} = 1683672,43/773609,28 = 2,17 \text{ роки.}$$

Робимо висновок, що розроблений проект є економічно доцільним.

Всі витрати на створення виробництва фрикційних матеріалів для роботи в умовах змащування окупляться приблизно через 2,17 роки.

Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 5.8.

Таблиця 5.13 – Техніко-економічні показники спроектованого об'єкта

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Річний плановий обсяг виробництва продукції (Q)	кг	25000
Загальна площа ділянки	м ²	432
Виробнича площа ділянки	м ²	330
Капіталомісткість продукції (K _Q)	грн	67,35
Загальна чисельність працівників	осіб	16
Загальний річний фонд заробітної плати	грн	444968,02
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	3200
Річний виробіток на одного працівника	кг/особу	1562,5
Технологічна трудомісткість продукції (Т)	нормо-години/кг	1.02
Повна собівартість одиниці продукції	грн/кг	38,32
Період окупності (P _{OK})	років	2,17

ВИСНОВКИ

Темою даного дипломного проекту є виготовлення антифрикційних підшипників які працюють в умовах корозійного середовища. Для виконання даного проекту було обрано деталь - підшипник та матеріал, необхідний для виготовлення на основі бронзографіту БрО10ГрЗ (мідь - 87 %, олово - 10%, графіт - 3%).

Для роботи в корозійних середовищах підшипник повинен мати відповідні властивості, такі як: висока корозійна стійкість, зносостійкість, твердість, міцність, високу якість поверхні та ін.

Підшипники мають працювати як елементи опор валів і осей, поверхня цапфи яких взаємодіє через шар мастила з охоплюючою нерухомою поверхнею підшипника. Робота підшипників без спрацьовування поверхонь цапфи вала і підшипника можлива лише при розділенні цих поверхонь шаром мастила достатньої товщини. Підшипники мають мати високі фізико-механічні властивості при великих навантаженнях на них. Для досягнення відповідної властивостей була розроблена технологічна схема з пресуванням, спіканням та просоченням. До цієї схеми увійшли наступні технологічні операції: змішування, пресування, спікання, просочування, калібрування. Згідно заданої продуктивності було розраховано матеріальний баланс за яким вираховано необхідну кількість обладнання для виготовлення антифрикційних матеріалів на основі бронзографіту та прес-форма для вибраної деталі підшипника ковзання.

ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Колодій Д.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Білик І.І.				89	1
Реценз.		Іващенко Є.В.			ІМЗ, ФК-81		
Н. Контр.		Бірюкович					
Затверд.							

ВИСНОВКИ

ІМЗ, ФК-81

CONCLUSIONS

The theme of this diploma project is the manufacture of anti-friction bearings operating in corrosive environment conditions. For the implementation of this project was chosen detail - bearing and material needed for production based bronzohrafitu Br010Gr3 (copper - 87%, tin - 10%, graphite - 3%).

To work in corrosive environments bearing should have appropriate properties such as high corrosion resistance, wear resistance, hardness, toughness, high surface quality and so on.

Bearings should operate as elements supports shafts and axles, the surface of which pin engages through a layer of oil covering the surface of the fixed bearing. Working without bearing surfaces operation pin shaft and the bearing is possible only with the separation of the surface layer of oil sufficient thickness. Bearings should have high physical and mechanical properties at high loads on them. To achieve the properties developed technological scheme of pressing, sintering and impregnation. This scheme includes the following process steps: mixing, pressing, sintering, infiltration and calibration. According specified performance calculated material balance for which calculates the required number of equipment for the manufacture of anti-friction materials based on bronzohrafit and molds for the selected details-bearings.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ								
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	CONCLUSIONS								
<i>Розроб.</i>	Колодій Д.М.									<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перевір.</i>	Білик І.І.											90	1
<i>Реценз.</i>	Іващенко Є.В.									ІМЗ, ФК-81			
<i>Н. Контр.</i>	Бірюкович												
<i>Затверд.</i>													

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанчук А. Н. Технология порошковой металлургии [Текст] / А. Н. Степанчук, И. И. Билык, П. А. Бойко - К.: Вища школа, 1989.- 415 с.

2. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области и применения: Справочник [Текст] / И. М. Федорченко, И. Н. Францевич, И. Д. Радомысельський [и др.]; Отв.редактор И. М. Федорченко. - К.: Наук. думка, 1985. - 624 с.

3. Дорофеев Ю.Г. Динамическое горячее пресование в металокерамике [Текст] / Ю. Г. Дорофеев. - М.: Металлургия, 1971. - 176 с.

4. Документация. Материалы антифрикционные порошковые на основе меди. Марки [Текст] : ГОСТ 26719-85. Введ. 19.12.1985. – Москва : Госстандарт СССР, 1985. – 12 с.

5. Степанчук А. М. Інженерне матеріалознавство [Текст] / А. М. Степанчук, А. В. Мініцкий. К.: НТУУ "КПІ", 2010. Ч. 1. Пресування, спікання, технологія. - 112 с.

6. Лахтин Ю. М., Металловедение и термическая обработка металлов [Текст] / Ю. М. Лахтин. - Москва: Металлургия, 1979. - 319 с.

7. Кипарисов С. С. Порошковая металлургия. – 3-е изд. перераб. и доп [Текст] / С. С Кипарисов, Г. А. Либенсон. – Москва : Металлургия, 1991. – 240 с.

8. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освіти України I-IV рівнів акредитації [Текст] / Є.П.Желібо, Н.М.Заверуха, В.В.Зацарний. К: Каравела. 1 - 2001. - 320 с.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Колодій Д.М.			ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
<i>Перевір.</i>		Білик І.І.					
<i>Реценз.</i>		Іващенко Є.В.					
<i>Н. Контр.</i>		Брюкович					
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						91	2
					ІМЗ, ФК-81		

9. Либенсон Г. А. Процессы порошковой металлургии. [Текст] / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. - М.: МИСИС, 2002. – 320 с.

10. Документація. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст] : ДСН 3.3.6.042-99. – Чинний від 1999-12-01. – Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 15 с.

11. Державні і будівельні норми України. Природне і штучне освітлення [Текст] : ДБН В.2.5.28-2006. – Чинний з 2006-05-15. – Київ : Мінбуд України. 2006. – 76 с.

12. Документація. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Текст]: ДСН 3.3.6.037-99. – Чинний від 1999-12-01. – Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 9 с.

13. Радомысельский И. Д. Конструкционные порошковые материалы [Текст] / И. Д. Радомысельский, Г. Г. Сердюк, Н. И. Щербань. - К.: Техника, 1985. 152 с.

14. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення [Текст] : ДСТУ 3008-95 - [Чинний від 1995-02-23]. - К. : Держстандарт України, 1995. - 39 с. - (Національний стандарт України).

15. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008. ССБТ "Вібраційна безпека. Загальні вимоги". Вибрационная безопасность: ГОСТ 12.1.012-90. [Чинний від 1991-07-01].- М.: Система стандартов безопасности труда, 1991. - 35 с. - (Государственный стандарт Союза ССР)

16. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безопасной эксплуатации электроустановок [Текст] : (ДНАОП 1.1.10-1.01-97). – [Чинний від 25.02.2000].

17. Пожежна безпека об'єктів будівництва [Текст] : ДБН В.1.1.-7-2002.- Чинний з 2002-12-03. - Київ - Держбуд України, 2003. - 42 с.

18. Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони [Текст] : Наказ No 1257. – Чинний від 2017-10-13 – Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 2017. – 11 с.

					ФК81.8109. 4230.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

