

**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**

«До захисту допущено» Завідувач
кафедри

_____Юрій БОГОМОЛ

«__»_____2024 р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів»
спеціальності 132 «Матеріалознавство»
на тему: «Виготовлення фільтрів для очистки агресивних рідин»**

Виконав:
студент IV курсу, групи ФН-301 Сімонов
Димитрій Андрійович

Керівник:
к.т.н, доцент Соловйова Т. О.

Консультант з розділу охорони праці:
д.т.н., професор, зав. кафедри Левченко О. Г.

Консультант з організаційно-економічного розділу:
доцент, к.е.н., Нараєвський С. В.

Консультант з нормоконтролю:
доцент, к.т.н., доцент Бірюкович Л. О.

Рецензент:
к.т.н., старший викладач Шкарбань Р. А.

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

Студент _____

Київ – 2024 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут
матеріалознавства та зварювання імені Є. О. Патона
Кафедра високотемпературних матеріалів та
порошкової металургії

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 132 «Матеріалознавство»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Юрій БОГОМОЛ

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Сімонову Димитрію Андрійовичу

1. Тема проєкту «Виготовлення фільтрів для очистки агресивних рідин», керівник проєкту керівник проєкту Соловйова Т.О., к.т.н., затверджені наказом по університету від «30» 05 2024 р. № 2215-с
2. Термін подання студентом проєкту: 14.06.2024 р.
3. Вихідні дані до проєкту: плановий обсяг виготовленої продукції 500 тис.шт/рік; аналіз стану технологій виготовлення фільтрів; технологічний процес повинен забезпечувати більш високі техніко-економічні показники в порівнянні з тими, що існують на сьогодні – проникність, тонкість фільтрації.
4. Зміст пояснювальної записки: технологічний розділ, будівельний розділ, спеціальний розділ, розділу охорони праці, організаційно-економічний розділ, висновки, перелік джерел посилань.
5. Перелік графічного матеріалу: апаратурно-технологічна схема, камерна піч, план дільниці, техніко- економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Левченко О.Г., зав. каф.		
Організаційно- економічний	Нараєвський С. В доцент, к.е.н.		

7. Дата видачі завдання 18.04.2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний та патентний пошук	18.04.2024 – 30.05.2024р.	
2	Розробка технологічного розділу	12.05.2024- 20.05.2024	
3	Розробка будівельного розділу	14.05.2024- 05.06.2024	
4	Розробка спеціального розділу	15.05.2024- 06.06.2024	
5	Оформлення розділу з охорони праці	17.05.2024- 04.06.2024	
6	Розробка організаційно-економічного розділу	18.05.2024- 07.06.2024	
7	Підготовка матеріалу презентації	10.06.2024- 17.06.2024	
8	Оформлення проєкту та підготовка до захисту	1.06.2024 – 10.06.2024р.	
9	Захист дипломної роботи	21.06.2024р.	

Студент

Димитрій СІМОНОВ

Керівник

Тетяна СОЛОВЙОВА

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Виготовлення фільтрів для
очистки агресивних рідин»

Київ – 2024 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт складається з пояснювальної записки обсягом 98 сторінок, 20 рисунків, 28 таблиць, 19 бібліографічних джерел та графічної частини, що складається із 3 креслень та 1 плакату.

ПОРОШКОВА МЕТАЛУРГІЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ, СТАЛЬ, ФІЛЬТР.

Метою роботи дипломного проєкту є проєктування дільниці з виробництва фільтрів для очищення агресивних рідин, продуктивністю 500 000 шт/рік.

У дипломному проєкті проаналізовано та обрано матеріал і схему технологічного процесу за яким відбувається виготовлення фільтрів. Проведено розрахунки матеріального балансу, за якими вибрано необхідну кількість і вид технологічного обладнання.

В будівельному розділі проведено розрахунок площі виробничих приміщень дільниці, що складається зі складу вихідних матеріалів, дільниці змішування, пресування, спікання, механічної обробки та складу готової продукції.

В розділі охорони праці проаналізовано небезпечні та шкідливі фактори виробництва, розроблено заходи щодо захисту від травматизму працівників та виникнення надзвичайних ситуацій на виробництві.

В організаційно-економічному розділі проєкту розраховано фонд заробітної плати персоналу, витрати на обладнання, розраховано капіталізацію та рентабельність, собівартість одиниці продукції становить 19,50 грн., а період окупності становить 2,1 роки.

ABSTRACT

The diploma project contains 99 pages, 15 figures, 22 tables, 16 literary sources,

The purpose of the work is to develop a technological process for the production of filters for cleaning aggressive liquids.

The diploma project analyzed and selected the material and scheme of the technological process by which filters are manufactured. Also the relevance of the product. Based on these data, the material balance was calculated and drawn up for the task, and the amount of equipment required for production was selected and calculated.

It has been established that the best material for making filters is anti-corrosion steel AISI 316L.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	12
1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу.....	12
1.1.1 Вибір матеріалу	12
1.1.1.1 Спечені фільтри та їх види	13
1.1.1.2 Сталь AISI 304.....	17
1.1.1.4 Сталь AISI 316.....	19
1.1.1.5 Сталь AISI 316L.....	20
1.1.1.6 Вимоги до фільтру згідно з завданням проекту	25
1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу.....	26
1.1.3 Висновки та постановка завдання проектування.....	30
1.2 Опис технологічного процесу	32
1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції та технічних умовах на неї.....	31
1.2.2 Обґрунтування вибору основних видів сировини і технічні умови на неї	32
1.2.3 Опис технологічних операцій	33
1.2.3.1 Змішування порошків	33
1.2.3.2 Пресування	33
1.2.3.3 Сушка.....	34
1.2.3.4 Спікання	35
1.2.4 Технічний контроль і контроль якості продукції.....	35
1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів.....	38
1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання	45

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.4.1	Обладнання для дозування.....	45
1.4.2	Обладнання для змішування	46
1.4.3	Обладнання для пресування.....	47
1.4.4	Обладнання для сушки виробів	49
1.4.5	Обладнання для спікання	49
1.4.6	Обладнання для механічної обробки.....	51
1.4.7	Обладнання для контролю якості виробів	51
1.41	План розміщення обладнання	52
2	БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	54
3	СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	57
3.1	Розрахунок нагрівачів печі для спікання	57
3.2	Тепловий розрахунок.....	59
4	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
4.1	Характеристика підприємства та умови експлуатації.....	62
4.2	Оцінка ключових факторів та шкідливих виробничих факторів і розроблення заходів нормалізації умо.в праці при виконанні технологічного процесу	64
4.3	Освітленість	65
4.4	Засоби індивідуального захисту	66
4.5	Шум та вібрація	69
4.6	Інфрачервоне випромінювання.....	70
4.7	Електробезпека	71
4.8	Пожежна безпека.....	71
5	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	73
5.1	Розрахунок чисельності виробничих робітників	73
5.2	Визначення фонду заробітної плати.....	75

5.3 Розрахунок продуктивності праці	79
5.4 Розрахунок капітальний вкладень	79
5.5 Визначення планової собівартості одиниці продукції	83
5.6 Розрахунок витрат на сировину і матеріали.....	84
5.7 Витрати на паливо та енергію.....	84
5.8 Основна та додаткова заробітна плата	85
5.9 Втрати внаслідок технічно неминучого браку та інші виробничі витрати	87
5.10 Позавиробничі витрати на збут продукції	89
5.11 Складання планової калькуляції собівартості продукції	89
ВИСНОВКИ.....	94
CONCLUSIONS.....	96
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	96
ДОДАТКИ.....	99

ВСТУП

Актуальність теми. Очистка кислот та лугів є важливим процесом у багатьох галузях промисловості, таких як хімічна, фармацевтична, металургійна та інші. Ефективність очистки цих агресивних середовищ значною мірою залежить від якості фільтруючих елементів, які використовуються в процесі фільтрації. Тому розробка технології виробництва високоякісних фільтрів для очистки кислот та лугів є актуальним завданням, що має важливе практичне значення для промисловості.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є розробка технологічного процесу виробництва фільтрів для очистки агресивних рідин з використанням антикорозійної сталі. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз існуючих технологій виробництва фільтрів для очистки агресивних рідин та вибрати оптимальну технологію для подальшого проектування.
2. Розробити технологічну схему виробництва фільтрів та описати основні стадії технологічного процесу.
3. Вибрати та охарактеризувати сировинні матеріали для виробництва фільтрів.
4. Розрахувати матеріальний баланс виробництва фільтрів та визначити витрати сировинних матеріалів на одиницю готової продукції.
5. Вибрати та розрахувати основне технологічне обладнання для кожної стадії виробництва, а також допоміжне обладнання для забезпечення ефективної роботи виробничої лінії.

Об'єкт дослідження: технологічний процес виробництва фільтрів для очистки агресивних рідин.

Предмет дослідження: спечені фільтри, сировинні матеріали, тобладнання для реалізації технологічного процесу.

Методи дослідження. В процесі написання дипломного проекту була використана система загальнонаукових та спеціальних емпіричних і теоретичних методів дослідження. Також використовувалися такі емпіричні методи, як, опис, порівняння та узагальнення

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу

1.1.1 Вибір матеріалу

Щоб обрати матеріал для виготовлення фільтрів згідно з завданням проекту необхідно детально оцінити умови в яких буде працювати фільтр та визначити вимоги до матеріалу. Після аналізу виробництв які існують на сьогодні та вивчення літературних даних потрібно розглянути декілька варіантів матеріалів і порівняти їх властивості, процес та метод одержання і оцінити з точки зору економічної доцільності. На основі цього аналізу потрібно обрати і обґрунтувати найбільш підходящий матеріал, який повинен повністю відповідати вимогам, які передбачений проектом.

Фільтри – це високопористі сплави. Металеві фільтри виготовляються з різних порошків та сплавів, стійких до корозії та окислення в агресивних середовищах. (бронза, латунь, нержавіюча сталь, ніхром, нікель, титан).

Пористість спечених фільтрів може бути досить високою та досягати 70%. Пресування, як правило, в таких випадках не застосовують; спіканню піддають порошок який вільно засипаний у форму.

Для збереження пор при спіканні та для збільшення їх кількості в порошок додають різні добавки, які випаровуються під впливом високої температури.

Металеві фільтри застосовують для очистки від твердих частинок пального, мастильних речовин, газу і повітря. Фільтри зручні в експлуатації, мають невеликі розміри. Для очищення їх достатньо промити, прожарити і продути повітрям у напрямку зворотному фільтрації [1].

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Сімонов Д.А.			ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Соловйова Т.О.					12	98
<i>Реценз.</i>						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-301		
<i>Н. Контр.</i>		Бірюкович Л.О.						
<i>Затверд.</i>		Богомол Ю. І.						

1.1.1.1 Спечені фільтри та їх види

Спечені фільтри з порошків використовуються для різноманітних цілей, включаючи фільтрацію рідин, газів та частинок.

Спечені металеві фільтри:

- нержавіюча сталь: використовується для високотемпературних та корозійно-стійких застосувань.
- бронза: має хорошу корозійну стійкість і використовується у середовищах з низькими температурами.
- титан: використовується в агресивних середовищах завдяки високій стійкості до корозії.
- нікель: забезпечує високу стійкість до корозії та високу механічну міцність.

Спечені керамічні фільтри використовуються в умовах високих температур та агресивних хімічних середовищ. Забезпечують тонку фільтрацію і високу механічну міцність.

Керамічні матеріали, такі як оксид алюмінію (Al_2O_3), також широко використовуються у спечених фільтрах. Оксид алюмінію має високу корозійну стійкість та стійкість до окислення, що дозволяє використовувати його у важких умовах. Він також відзначається високою твердістю та механічною міцністю, що забезпечує довговічність фільтрів, виготовлених з цього матеріалу.

Серед усіх цих матеріалів нержавіюча сталь 316L є оптимальним вибором для багатьох застосувань завдяки своїй комбінації високої корозійної стійкості, механічної міцності та біосумісності. Ці властивості роблять її особливо корисною у біомедичних застосуваннях, де надійність, довговічність та безпечність для здоров'я є критично важливими [2].

Спечені полімерні фільтри:

- поліетилен: використовується для фільтрації хімічних речовин та у медичній галузі;
- поліпропілен: має високу хімічну стійкість і використовується для

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

фільтрації рідин та газів;

– PTFE (тефлон): використовується у високотемпературних та агресивних хімічних середовищах.

Спечені вугільні фільтри використовуються для адсорбції органічних речовин та видалення запахів.

Спечені скляні фільтри використовуються для високотемпературної фільтрації та у агресивних хімічних середовищах. Ці фільтри можуть мати різні структури пор і пористість, що дозволяє їм забезпечувати різний ступінь фільтрації в залежності від конкретних вимог.

Нержавіюча сталь використовується в різних галузях промисловості для створення високотехнологічних виробів, механізмів і обладнання з унікальними експлуатаційними характеристиками. Цей матеріал відомий своєю міцністю і високою корозійною стійкістю. У порівнянні з більш грубими типами сталі, які характеризуються більшими зернами і іноді неправильною структурою, нержавіюча сталь більш технологічно розвинена і має більш широкий спектр виробничих застосувань.

Фільтри для очистки агресивних рідин є дуже важливим аспектом у промислі та виробництві. Серед матеріалів для виготовлення фільтрів антикорозійна сталь є самим переважним варіантом. Про це свідчить її висока стійкість до корозії та стійкість до хімічних впливів. Антикорозійна сталь має високі антикорозійні показники, що зробило її кращим матеріалом для роботи в агресивних середовищах. Сталь не піддається кородуванню та окисленню при контакті з різними хімічними елементами. Внаслідок цих властивостей фільтри з антикорозійної сталі гарантують довгий срок служби та якісне очищення рідин.

Окрім того, антикорозійна сталь вільно очищається і дезінфікується, що гарантує високий показник гігієни під час фільтрування рідин [2].

Антикорозійна сталь має велику міцність, це зробило її гарним вибором для виготовлення деталей та конструкцій, що піддаються важким механічним навантаженням. Одна з ключових властивостей нержавіючої сталі – це її здатність

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

витримувати корозію і окислення під впливом води та різних хімічних середовищ. Це робить її ідеальним матеріалом для застосування в умовах, де відбувається контакт з вологою або агресивними рідинами. Здатність витримувати високі температури без зазначення значного зміцнення або деформації. Завдяки своїм властивостям, нержавіюча сталь зазвичай довго зберігає свою якість і вигляд, що зменшує необхідність у постійному обслуговуванні.

Нержавіючу сталь можна поділити на кілька основних видів залежно від їх хімічного складу та властивостей.

Аустенітна нержавіюча сталь. Цей тип сталі має високий рівень хрому (близько 18%) та нікелю (близько 8%), що робить її дуже стійкою до корозії. Вона також має високу міцність та добре піддається обробці. Аустенітна нержавіюча сталь часто використовується у виробництві посуду, медичних приладів та хірургічних інструментів.

Феритна нержавіюча сталь. Цей тип має високий вміст хрому, але низький вміст нікелю. Вона має дуже добру корозійну стійкість, особливо в агресивних середовищах. Феритна сталь часто використовується у виробництві трубопроводів, автомобільних деталей та інших виробів, які піддаються впливу вологи та хімічних речовин.

Мартенситна нержавіюча сталь. Цей тип має високий вміст вуглецю та хрому, але низький вміст нікелю. Вона володіє високою міцністю та твердістю, але меншою корозійною стійкістю порівняно з аустенітною та феритною сталями. Мартенситна сталь часто використовується у виробництві ножів, інструментів та промислових пристроїв.

Дуплексна нержавіюча сталь. Цей тип містить комбінацію аустенітної та феритної сталі. Вона володіє високою міцністю та корозійною стійкістю, що робить її ідеальним вибором для виробництва морських конструкцій, хімічних заводів та інших областей, де необхідна велика стійкість до корозії [3].

Для виготовлення фільтрів для очистки агресивних рідин, найбільш підійде аустенітна нержавіюча сталь. Тому, що аустенітна нержавіюча сталь має високий

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

рівень нікелю та хрому, що робить її дуже стійкою до корозії. Це важливо для фільтрів, які будуть експлуатуватися в агресивних середовищах з високим рівнем хімічної активності. Вона має хорошу міцність, що дозволяє створювати стійкі і довговічні фільтри, які можуть витримувати великі механічні навантаження під час експлуатації. Фільтри з аустенітної нержавіючої сталі зазвичай довго зберігають свою якість та ефективність без значного зносу або пошкоджень, що зменшує необхідність у постійному обслуговуванні.

Хімічний склад аустенітної нержавіючої сталі зазвичай включає такі складові:

- хром (Cr) від 16% до 26%, є основним елементом, який надає сталі корозійну стійкість, утворюючи пасивний шар оксиду хрому на поверхні, який захищає від подальшої корозії;
- нікель (Ni) від 6% до 22%, сприяє корозійній стійкості і забезпечує стабільність аустенітної фази в структурі сталі;
- молібден (Mo) до 6% додається для підвищення корозійної стійкості, особливо у середовищах з високим рівнем хлоридів;
- марганець (Mn) до 2%, додається для покращення обробної здатності і механічних властивостей;
- карбон (C), зазвичай менше 0,08%, сприяє утворенню аустенітної структури, але також зменшує схильність до обробки;
- азот (N) до 0,1% може бути присутнім у невеликих кількостях для покращення міцності і стійкості до корозії.

Мікроструктура аустенітної нержавіючої сталі складається головним чином з аустенітної фази, яка є стійкою до корозії і забезпечує механічну міцність. Аустенітна фаза має гранецентровану кубічну кристалічну ґратку [4].

					ФН-з01.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.1.1.2 Сталь AISI 304

Сталь AISI 304 – один з найбільш затребуваних нержавіючих сплавів в світі. Популярність матеріалу обумовлюється оптимальним хімічним складом (табл. 1.1), доступною вартістю і високими експлуатаційними якостями. Щільність AISI 304 складає 7,74 г/см³. Межа плинності AISI 304 складає 310 МПа, межа міцності від 515 МПа до 600 МПа, твердість 170 НВ, що вважається достатньо високим показником посеред матеріалів з схожим хімічним складом [5].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі AISI 304 [5]

Елемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu	Fe
Вміст, мас.%	≤0,8	≤0,8	≤0,2	9-11	≤0,02	≤0,035	17-19	≤0,5	≤0,3	~69

Велика механічна міцність, стійкість до корозії, перепадів температури та дії хімічно-активних сполук, а також інші властивості AISI 304 дають змогу використовувати сплав в різноманітних галузях промислу і побуту. Нержавіюча сталь відмінно зварюється, легко підлягає витяжці та формуванню, також гарно обробляється механічними інструментами.

Матеріал завдяки своєму складу та властивостям не втрачає технічних та експлуатаційних якостей в широкому робочому діапазоні (від -190 до +600 °С), це дає змогу використовувати його за будь-яких погодних умов, а також в агресивних і високотемпературних середовищах.

Головне застосування сплаву - виготовлення труб і димарів, великих ємностей для перевезення харчових продуктів та хімічних речовин. Також вона застосовується при виробництві обладнання для багатьох галузей промислу, а також виробів, коли їх експлуатація передбачає високі навантаження і велику вологість середовища.

1.1.1.3 Сталь AISI 309

Сталь AISI 309 являє собою хромонікелеву сталь, яка має високу стійкість до агресивних середовищ і високих температур. Головні особливості AISI 309, що роблять її кращою для використання у очисних системах задля агресивних середовищ та рідин:

- опір до корозії завдяки хрому;
- термічна стійкість для фільтрації гарячих рідин або рідин під високим тиском;
- механічна міцність, що дозволяє використовувати її в умовах високих тисків та обтяжень без ризику пошкодження;
- корозійна стійкість при високих температурах.

Загалом, сталь AISI 309 є відмінним вибором для виготовлення фільтрів, які повинні працювати в агресивних умовах, забезпечуючи високу ефективність очищення та довговічність системи.

Технічні параметри AISI 309:

- щільність 7,9 г / см³;
- допустиме напруження деформації на розрив – 550 МПа;
- границя текучості – 230 МПа;
- твердість за Брінеллем – 217 од.

У хімічному складі сплаву (табл. 1.2) має перевагу хром (в межах 19-21%) та нікель (11-13%), це надає сталі стійкість до корозії і досить велику жароміцність [6].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі AISI 309 [6]

Елемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Fe
Вміст, мас.%	≤0,2	1,5- 2,5	≤2,0	11- 13	≤0,015	≤0,045	19- 21	≤0,11	Решта

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ

Арк.

18

Частина інших компонентів (азот, сірка, фосфор, вуглець) складає менше 1%, це не впливає на властивості матеріалу та його експлуатаційно-технічні характеристики. Вона добре зварюється, та досить просто піддається до гарячому та холодному формуванню. Такі якості надають сплаву універсальних рішень для виробництва виробів різноманітної форми і варіантів. Деталі зі сплаву легко можуть перебувати в агресивному та високотемпературному середовищі, зберігаючи свої властивості міцності та інші технічні показники.

1.1.1.4 Сталь AISI 316

Антикорозійна сталь AISI 316 є одним з небагатьох сплавів в порівнянні з іншими в схожих цінових категоріях з високою стійкістю до різноманітних агресивних впливів зовнішнього середовища. Цей матеріал широко використовується в багатьох галузях промисловості, також з цієї сталі виготовляють прикраси. Основою цього сплаву є сталь AISI 304, яка була вдосконалена додаванням близько 2,5% молібдену (табл. 1.3). Ці зміни забезпечили матеріалу максимальну стійкість до корозії та підвищену стійкість до впливу кислот, лугів та інших агресивних середовищ [6].

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталі AISI 316 [6]

Елемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Fe
Вміст, мас.%	≤0,03	≤0,6	≤0,8	14- 16	≤0,015	≤0,02	15- 17	2,5-3	64

Інші компоненти присутні у дуже малих кількостях, та ніяк не впливають на властивості матеріалу та його головні параметри. Головну роль відіграє високий вміст хрому і нікелю. Хром дає захист від вологи та хімічно активних компонентів, а нікель забезпечує додаткову жароміцність та твердість. Молібден посилює властивості обох компонентів.

Межа плинності AISI 316 становить 220 МПа. Проте цей показник падає з

підвищенням температури. припустима напруга AISI 316 під час дослідів на розрив становить 520 МПа та вище. Це великий показник серед нержавіючих сталей з схожим складом. Щільність AISI 316 – 7,88 г/см³. Твердість по Брінеллю (НВ) дорівнює 217 одиниць.

Високі експлуатаційно-технічні якості сплаву знайшли широке застосування в різних галузях промисловості:

- харчова промисловість – трубопроводи з високими вимогами до санітарно-гігієнічних норм;
- хімічна промисловість – тара для зберігання різних агресивних хімічних речовин;
- суднобудівництво – елементи конструкцій, які тривалий час контактують з водою (морською);
- машинобудування.

Матеріал гарно зварюється та піддається буквально всім типам обробки, це дуже розширює область використання та також дозволяє виготовити деталь навіть самого високого рівню складності.

1.1.1.5 Сталь AISI 316L

Аустенітна антикорозійна сталь AISI 316L – модифікована корозійностійка сталь з низьким складом кремнію та вищим складом молібдену (табл. 1.4). Малий вміст вуглецю робить сталь повноцінно аустенітним. В умовах відпалювання на міцний розчин та гартування у воді склад фериту варіюється нижче 0,5% [1].

Таблиця 1.4 – Хімічний склад сталі AISI 316 [1]

Елемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	N	Fe
Вміст, мас.%	≤ 0,03	≤ 1	≤ 2	12,5- 15	≤ 0,015	≤ 0,045	17- 19	2,5-3	≤ 0,1	64

AISI 316L являє собою значно високоякісніший варіант антикорозійної сталі AISI 316. Вона частіше розглядається в ролі медичного класу нержавіючої сталі завдяки відмінній стійкості до різних видів корозії, та також відмінній поверхні після обробки. У таблиці 1.5 наведено фізико-механічні властивості нержавіючої сталі марки AISI 316L [1].

Таблиця 1.5 – Фізико-механічні властивості нержавіюча сталь марки AISI 316L [2]

Властивість	Значення
Щільність, г/см ³	8,0
Питома теплоємність, Дж/кг·К	500
Теплопровідність, Вт/м·К	15
Питомий електроопір, мкОм·м	0,75
Магнітні властивості	Немагнітна
Межа міцності на розрив, МПа	500-700
Межа текучості, МПа	200
Відносне видовження А5, %	40/30
Твердість, НВ	215
Модуль пружності, МПа	200

Сталь 316L корозійностійка в агресивних рідинах та середовищах, та стійка до зовнішніх впливів. Зміну фізичних властивостей під час нагрівання наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Фізичні властивості нержавіючої сталі AISI 316L під час нагрівання [2].

Температура, °С	20	100	200	400	500
Модуль пружності, ГПа	200	194	186	172	165
Коефіцієнт лінійного розширення, 10 ⁻⁶ /°С	16	16	16,5	17,5	18

AISI 316L добре зварюється у всіх зварювальних процесах. Максимальна температура між етапами складає 150 °С. Також відпадає необхідність термічної обробки після зварювання, і навіть більші ділянки здатні вистояти міжкристалічну корозію після процесу зварювання завдяки низькому вмісту вуглецю.

Основні частини як правило попередньо піддають нагріванню до температури в межах від 1150 °С до 1180 °С, процес кування знаходиться в межах між 1180 °С і 950 °С. Після процесу кований елемент має бути одразу охолоджений повітрям або водою, для уникнення різних непотрібних фаз, тому що вони можуть негативно вплинути на корозійну стійкість та механічні властивості.

Ця сталь має чудову стійкість до корозії у різних типах морських вод та агресивних рідин, особливо які мають високий вміст хлоридів та солей. Завдяки низькому вмісту вуглецю, присутня стійкість до міжкристалітної корозії після процесу зварювання. Високий коефіцієнт додавання молібдену робить AISI 316L значно стійкішою до корозії в агресивних середовищах.

Сталь AISI 316L має широкий спектр застосувань у багатьох галузях завдяки своїм властивостям стійкості до корозії, механічної міцності та термічної стійкості. Ось деякі з основних сфер використання:

– морська промисловість: часто використовується для виробництва обладнання для суднобудування та морських платформ, так як вона має високу стійкість до корозії у морській воді та агресивних морських середовищах;

– хімічна промисловість: у сфері хімічного виробництва, де робота з агресивними хімічними речовинами відбувається під високим тиском та в екстремальних умовах, сталь AISI 316L є популярним матеріалом для трубопроводів, реакторів, апаратів та іншого обладнання;

– медична і фармацевтична промисловість: у медичних і фармацевтичних пристроях, де необхідна висока стійкість до корозії та взаємодія з хімічними речовинами, AISI 316L використовується для виготовлення хірургічних

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

інструментів, стерильного обладнання та інших медичних пристроїв;

– харчова промисловість: у виробництві харчових продуктів, де необхідна висока гігієна та стійкість до корозії в умовах вологості та кислотно-лужних середовищ, AISI 316L використовується для виробництва трубопроводів, резервуарів, танків та іншого обладнання;

– енергетична промисловість: у виробництві енергії, зокрема у ядерній, вітровій та сонячній енергетиці, AISI 316L може використовуватися для виробництва обладнання, яке повинне працювати в екстремальних умовах та мати високу стійкість до корозії.

Звичайно, сталь AISI 316L також широко використовується для виготовлення фільтрів для очищення агресивних рідин. У багатьох випадках, коли потрібно очистити рідини від шкідливих речовин або частинок, які можуть бути присутні в агресивних середовищах, сталь AISI 316L є відмінним вибором через свою високу стійкість до корозії та хімічної стабільності.

Фільтри, виготовлені з AISI 316L, можуть використовуватися в різних галузях, таких як хімічна промисловість, фармацевтика, харчова промисловість, а також у виробництві напоїв та інших виробів, де необхідна висока стійкість до корозії та надійна фільтрація.

Вибір сталі для виготовлення фільтрів для очищення агресивних рідин залежить від конкретних умов експлуатації та вимог до фільтраційної системи. Однак, в цьому випадку, сталь AISI 316 або AISI 316L може бути кращим вибором порівняно з AISI 304 або AISI 309.

AISI 316 і AISI 316L є марганцево-молібденовими сталями з додаванням молібдену, який надає їм високу стійкість до корозії в хлоридних середовищах, таких як морська вода або хімічні розчини. Також вони мають кращу стійкість до підвищених температур порівняно з AISI 304. AISI 316L, має ще більшу стійкість до корозії внаслідок зниженого вмісту вуглецю, що робить його ідеальним для застосувань, де важлива хімічна стійкість.

Отже, якщо агресивні рідини містять хлориди або інші хімічно активні

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

компоненти, то сталь AISI 316 або AISI 316L може бути кращим вибором для фільтрів, оскільки вони забезпечать високу стійкість до корозії та хімічної деградації в цих умовах.

Нержавіюча сталь 316L має нижчий вміст вуглецю, ніж 316, що робить її більш стійкою до чутливості та корозії. Це робить його кращим вибором для використання в сферах застосування, де потрібен високий рівень корозійної стійкості, наприклад, у харчовій промисловості та виробництві напоїв або в медичній промисловості.

Спечені фільтри, виготовлені як з нержавіючої сталі 316L, так і з нержавіючої сталі 316, можна очищати та використовувати повторно. Однак важливо дотримуватися рекомендованих виробником процедур очищення та поводження, щоб гарантувати, що фільтри не пошкодяться або не пошкодяться під час очищення.

Вартість спечених фільтрів із нержавіючої сталі 316L або 316 може змінюватися залежно від таких факторів, як розмір, форма та кількість. Загалом, спечені фільтри з нержавіючої сталі 316L, як правило, дорожчі, ніж спечені фільтри 316, через їх високу стійкість до корозії та чистоту. Однак вартість може бути виправданою в тих випадках, коли потрібні високі рівні стійкості до корозії.

Розмір пор спеченого фільтра може змінюватися залежно від застосування, але типові розміри пор коливаються від кількох мікрон до кількох сотень мікрон.

Спечені фільтри можуть бути дорогими порівняно з іншими типами фільтрів, і вони можуть не підходити для застосувань, де потрібна дуже тонка фільтрація. У деяких випадках поверхня нержавіючої сталі може бути схильною до забруднень, що може впливати на ефективність фільтрації. Але спечені фільтри, як правило, можна очищати та повторно використовувати кілька разів, що може зробити їх економічно ефективнішими в довгостроковій перспективі.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

1.1.1.6 Вимоги до фільтра згідно з завданням проекту

Згідно з завданням проекту було обрано, як зразок біомедичний фільтр виготовлений з нержавіючої сталі марки 316L який показано на рисунку 1.1, призначений для використання у медичній галузі.



Рисунок 1.1 – Фільтр з пористої нержавіючої сталі 316L для біомедичного обладнання

Мікроструктура сталі після спікання має забезпечувати високу міцність і стабільність, а також довговічність і стійкість до механічних пошкоджень. Мікропори повинні забезпечувати високий рівень фільтрації, утримуючи навіть найдрібніші частинки та забруднення. Розмір пор фільтру повинен ефективно фільтрувати бактеріальні та вірусні забруднення. Даний фільтр має пористість 0,5 мкм, що показано на рисунку 1.2.

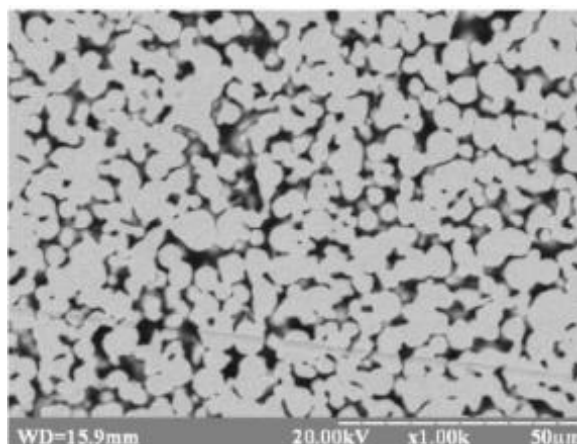


Рисунок 1.2 – Мікроструктура спеченого фільтру з сталі AISI 316L

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Сталь 316L є біосумісним матеріалом, що означає, що вона не викликає негативних реакцій при контакті з біологічними тканинами.

1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу

Щоб отримати такі порошкові матеріали можливо використовувати різноманітні методи порошкової металургії, самим перспективним є формування з прикладенням тиску після чого слідує операція спікання. Також існує метод спікання порошків, які вільно насипані у форму. Загальна технологічна схема процесу надання форми завдяки прикладенню тиску та подальшим спіканням можна побачити на рисунку 1.3 [7].

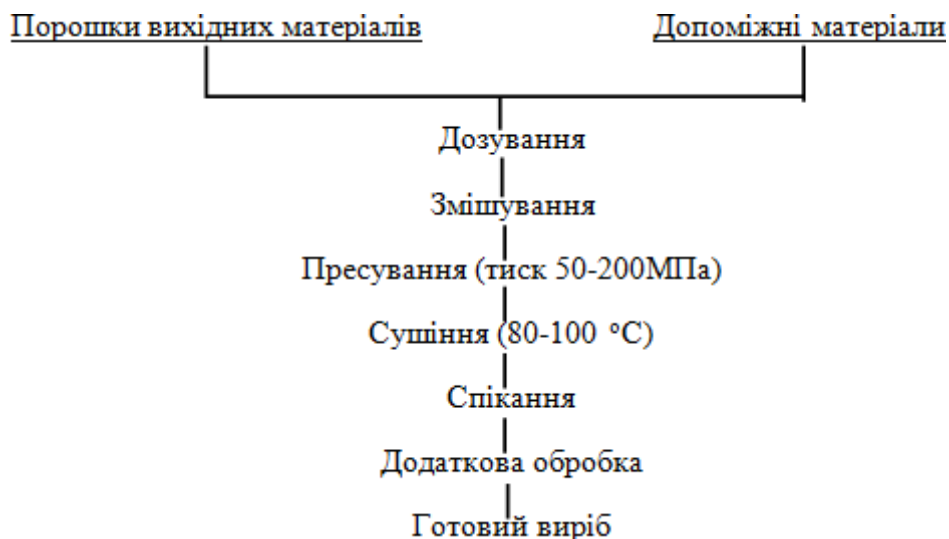


Рисунок 1.3 – Загальна технологічна схема отримання порошкових виробів

Перший етап - дозування потрібної кількості порошку суміші. Другий етап – являє собою процес де всі компоненти змішуються до рівномірного розподілу по всій площі. Третій етап – пресування заготовок при усередненому тиску (50–200 МПа). Четвертий етап – Сушіння порошку у спеціальних печах, для видалення лишньої вологи. На п'ятому етапі спікаються заготовки за високих температур. Для того щоб запобігти закриттю пор застосовуються спеціальні наповнювачі, які розкладаються та випаровуються під дією високих температур, через це спікання проводиться в 2 етапи. Перша стадія спікання проходить при

значно нижчих температурах, тому що під час цього етапу наповнювач розкладається.

Цей метод в основному використовують щоб виготовити фільтри з розміром пор менше чим 5-8 мкм для очистки дизельного пального.

На рисунку 1.4 представлено технологічну схему для виготовлення високопористих виробів без пресування [7].

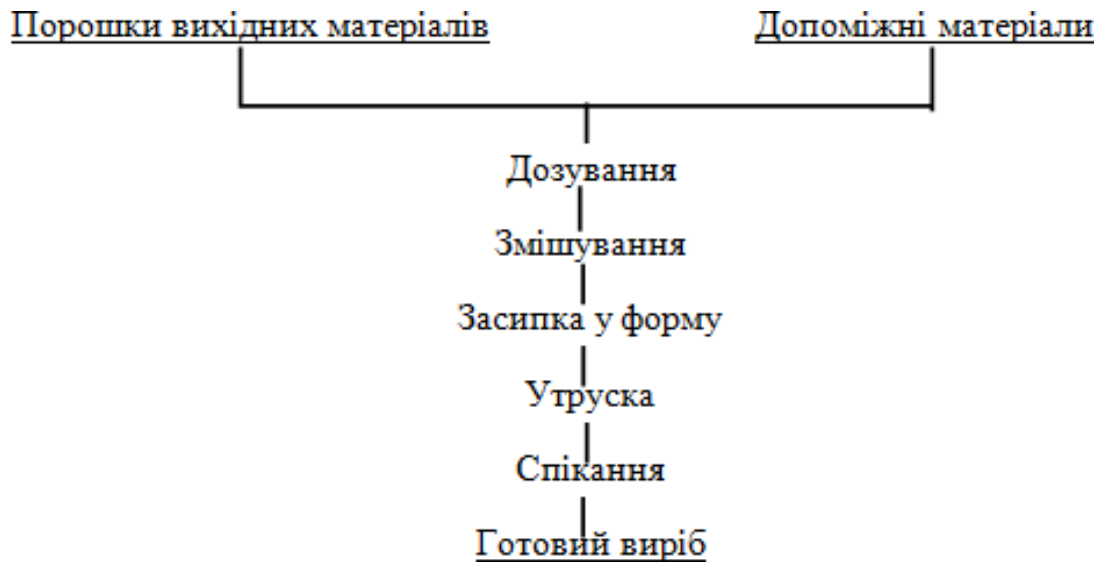


Рисунок 1.4 – Технологічна схема виготовлення пористих виробів методом спікання вільно насипаного порошку

Перший етап – дозування потрібної кількості порошку або суміші, після чого його змішують. Після цього порошок завантажують у форми та піддають спіканню. Цей метод є доцільним, якщо вимоги до якості фільтрування низькі і потрібно переганяти через фільтр значно великі об'єми рідини.

Метод віброуючого та віброімпульсного формування порошкових деталей, який забезпечить здобуття пористих пресформ з однаковим розподілом пор по об'єму і малим інтервалом розмірів пор, що дуже важливо для досягнення якісної фільтрації [8].

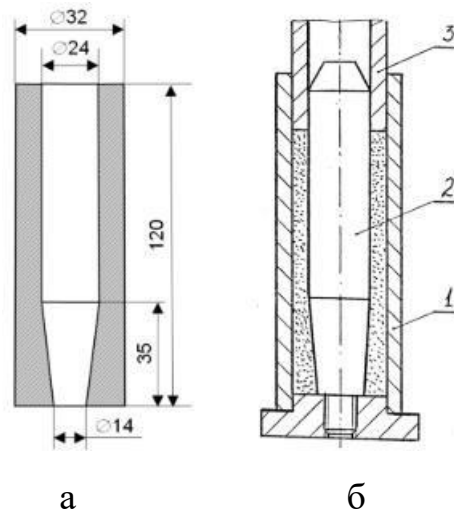
Так як під час віброімпульсного формування частинки порошку не деформуються,

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

а тільки густо укладаються одна до одної, то це повинно гарантувати більш однаковий розподіл пор по всій площі та малий інтервал розмірів пор, це дуже важливо для високоякісної фільтрації.

Як вихідну сировину брали порошок корозійностійкої сталі AISI 316L фракції – 0,2 + 0,1 мм. Для фіксації параметрів рухів вібраційної станини використовували датчик, який являє собою первинний індукційний перетворювач переміщень трансформаторного типу. Аналіз проводили під час постійної частоти коливань станини вібростенда $15 \pm 1 \text{ c}^{-1}$ при амплітуді 0,8-0,9 мм з піковою формою імпульсу [9].

Як зразок модельної заготовки для аналізу ефективності процесу вібрувальньо-імпульсної формовки використали фільтр з тонкими стінками для фільтрування віскози (рис. 1.5, а). Щоб забезпечити інтенсифікацію ущільнення і запобігання розпушення верхнього шару порошку під час процесу вібрації на верхній пуансон 3 (рис. 1.5, б) закріпили інерційну масу, що забезпечила навантаження в статичному режимі від 0 до $4,1 \text{ кг/см}^2$ на порошок. Ущільненню була піддана наважка (250 г) шихти порошку 316L у зв'язці -5 %-ого розчину полівініл ацетатної емульсії.



а – фільтр для фільтрування віскози; б – схема пресформи

1 – матриця; 2 – осьовий стрижень; 3 – верхній пуансон

Рисунок 1.5 – Спечений фільтр та схема пресформи для його віброімпульсного формування [9]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

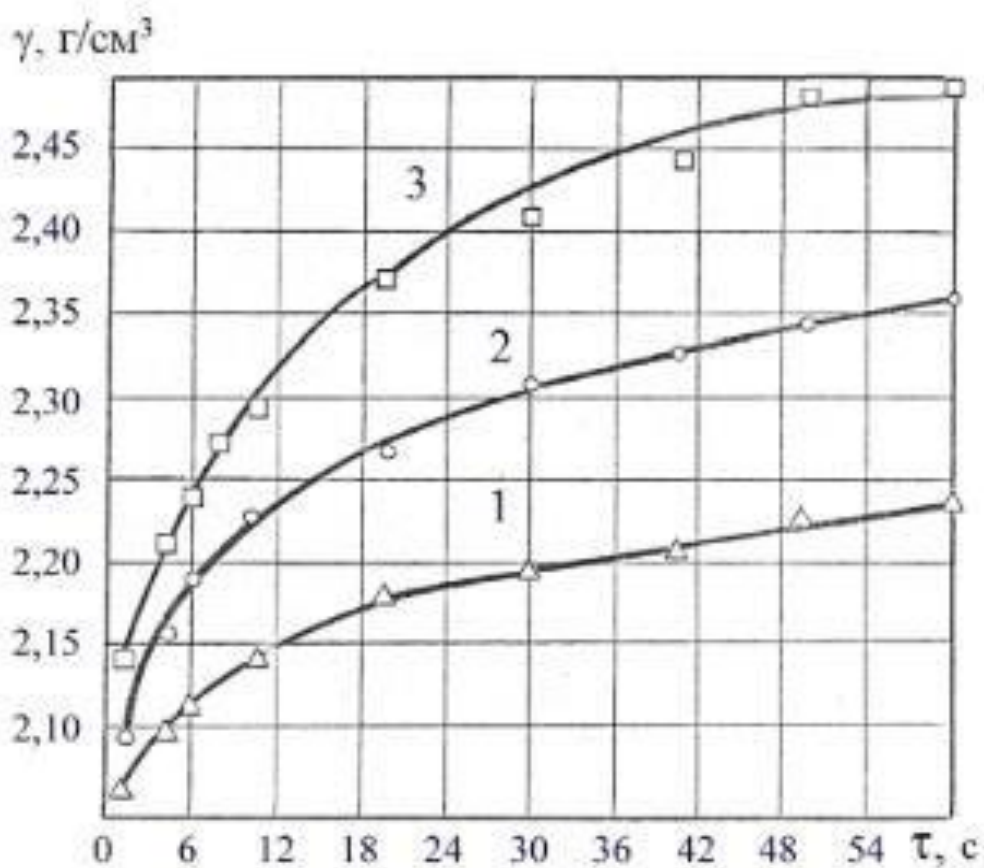
ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ

Арк.

28

Аналіз кінетики вібраційного ущільнення показали (рис. 1.6), що більш активно порошок ущільнювався в перші 10-15 с. вібрування. Потім швидкість усаджування матеріалу та збільшення щільності сильно зменшується, протягом 90 с. вібрування щільність збільшується досить мало. Разом з збільшенням маси інерційних навантажень зростає також щільність пресовки, разом з ними збільшується інтенсивність приросту щільності протягом початкових 35 – 40 с. вібрування.

Якщо розглянути пізні стадії обробки то можна спостерігати що інтенсивність зростання щільності майже не залежать від маси інерційного пригрузу [10].



1 – без пригрузу; 2 – 2,5 кг/см² ; 3 – 4,0 кг/см²

Рисунок 1.6 – Залежність середньої щільності пресовки від тривалості віброущільнення. Величина статичного навантаження [10]

Результати досліджень показують, що при збільшенні вертикальних розмірів виробу його середній показник щільності зменшується. Цей взаємозв'язок обумовлений тим, що хоч використання вібрування при ущільненні порошків в великій мірі змушує рухливість часток зростати, проте коливання в порошковому середовищі, яке поширюється від джерела вібрації, зменшуються. Також, вібрування значно зменшує, але тертя порошку по стінках пресувальної форми цілком не усувається, і через те цей фактор в великій мірі впливає на рівномірність розміщення часток по висоті брикету до напрямку тиску пресування й розповсюдження вібрації. Тому, разом з зростанням висоти брикету збільшують і втрати енергії які спрямовані на подолання сили тертя. Ці два фактори спричиняють зниження інтенсивності дії вібрування на частини порошку разом з збільшенням висоти брикету, в результаті зменшується середня щільність заготовки [10].

1.1.3 Висновки та постановка завдання проектування

Згідно з поставленим завданням проекту – виробництво фільтрів для очищення агресивних рідин, де плановий обсяг виготовленої продукції 500 тис. шт/рік. Процес виготовлення повинен забезпечити вищі техніко-економічні показники якщо порівнювати з тими, які існують на цей день – проникність 200 – 300 L, тонкість фільтрації. 0,5 мкм.

Будемо обирати технологічну схему зображену на рисунку 1 . 3 . Основним матеріалом є антикорозійна сталь AISI 316L допоміжний матеріал – пластифікатор ПЕГ у співвідношенні 5%. На першому етапі відбувається дозування потрібної кількості порошку, наступним етапом є змішування порошку та засипання у прес форми. Пресування буде проводитись під тиском 50-100 МПа, з подальшою сушкою виробів при температурі 80- 100 °С. Спікання заготовок буде проводитись за температурою 1200-1300 °С з часом спікання 1-2 год. Наступним етапом проводиться механічна обробка виробів, а саме нарізання різьби на токарних верстатах. Останнім етапом у виготовленні фільтрів буде

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

контроль якості.

1.2 Опис технологічного процесу

1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції та технічних умов на неї

При проектуванні конструкції фільтрів слід враховувати зручність їх монтажу та демонтажу під час заміни. Також фільтри мають відповідати наступним вимогам: надійна герметизація у рамках систем вентиляції; неможливість зравлення повітря між корпусом фільтра та його установчими рамками. Вид фільтру, який виготовлятиметься на ділянці наведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Технічні умови на готову продукцію

Найменування	Характеристика	Державний стандарт або технічні умови
Картридж фільтра для біомедичного обладнання	Розмір пор 0,2-0,5 мкм, Розмір виробу: 11,95 мм x 7,96 мм x 28 мм (Д x Ш x В). Внутрішній діаметр – 7.95 мм, зовнішній діаметр – 11.95 мм .	ISO 4003:1977, ISO 4022:2018

1.2.2 Обґрунтування вибору основних видів сировини і технічні умови на неї

Порошок має бути вільним від органічних та неорганічних забруднень. Газова атомізація є оптимальним методом для отримання порошку нержавіючої сталі 316L завдяки своїй здатності виробляти високоякісний порошок з контрольованою формою і розміром частинок, високою чистотою та ефективністю процесу (табл. 1.8).

Поверхнево активні речовини або біндери додаються під час змішування, але вони не повинні містити домішок, що можуть викликати небажані реакції під час спікання.

Вибір пластифікатора залежить від конкретних вимог до процесу виробництва та характеристик кінцевого продукту. Основні фактори, що впливають на вибір пластифікатора:

- текучість суміші: пластифікатор має забезпечувати легке ущільнення порошкової суміші у форму;
- механічна міцність: пластифікатор повинен сприяти утворенню міцних зв'язків між частинками порошку;
- стабільність при спіканні: пластифікатор повинен легко видалятися під час спікання, не залишаючи шкідливих залишків, які можуть вплинути на властивості кінцевого продукту.

При виготовленні спечених фільтрів з нержавіючої сталі 316L часто використовується поліетиленгліколь (PEG) як пластифікатор через його ефективність у покращенні текучості порошкової суміші та забезпеченні потрібних механічних властивостей "зелених" частин.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 – Технічні умови на сировину та напівфабрикати

Найменування	Характеристика	Державний стандарт або технічні умови
Порошок сталі 316L	Густина – 7.9 г/см ³ Розмір – 15 – 25 мкм	ISO 3923-1 ISO 4499-2
Пластифікатор поліетиленгліколь (PEG)	Молекулярна маса – 4000. Густина – 1,093 г/см ³ за температури 60°C.	ISO 10993-5

1.2.3 Опис технологічних операцій

1.2.3.1 Змішування порошків

Потрібно завантажити порошок 316L і ПЕГ у співвідношенні, яке визначено рецептурою. Зазвичай, кількість ПЕГ становить від 0,5% до 5% від маси порошку. V-блендери, барабанні змішувачі, планетарні міксери або інші механічні змішувачі підходять для цього процесу. Змішування потрібно проводити поетапно, збільшуючи швидкість обертів барабану. Процес змішування зазвичай триває від 30 хвилин до 2 годин. Тривалість залежить від об'єму суміші та типу змішувача.

Необхідно періодично перевіряти однорідність суміші, беручи зразки з різних місць змішувача. Якщо є необхідність, продовжувати змішування.

1.2.3.2 Пресування

Пресування фільтрів з порошку сталі 316L – це процес формування структури фільтра шляхом стиснення порошку під тиском. Основні етапи цього процесу включають наступне:

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- наповнення прес-вузла: підготовлений порошок завантажується в прес-вузол, де він буде стискається;
- пресування: під тиском та температурою порошок стискається в формі фільтра;
- спікання: після пресування форма піддається спіканню в спеціальних печах при високих температурах;
- охолодження і видалення залишків: після спікання фільтр охолоджується, а потім видаляються залишки матеріалу.

Метод пресування механічним пресом полягає в тому, що порошок сталі 316L наповнюється в форму, що відповідає формі майбутнього виробу. Після цього механічний прес, який працює за принципом механічного стиснення, застосовується для запресовки порошку в цю форму. Прес може мати різні конструкції, але зазвичай він складається з двох протилежних пресуючих пластин, які рухаються одна до одної. Під впливом великого тиску, що створюється пресом, порошок стискається та формується у виріб бажаної форми. Після цього виріб може піддаватися спіканню для забезпечення міцності та стійкості його структури.

Основною перевагою методу пресування механічним пресом є його простота і відносна ефективність у виготовленні великої кількості деталей. Також він дозволяє виготовляти вироби з високою точністю та контролем за розмірами. Однак цей метод має обмеження щодо складності форми виробу і може вимагати попередньої підготовки порошку для досягнення оптимальних результатів.

1.2.3.3 Сушка

Сушіння – це важлива стадія в виготовленні фільтрів з порошку сталі 316L. Після формування виробу з порошку та, можливо, його спікання, виріб містить певну кількість вологи, яку необхідно видалити. Для цього використовуються спеціальні методи сушіння, такі як повітряне сушіння, вакуумне сушіння або

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

сушіння за допомогою сушарок чи печей. Під час сушіння волога випаровується з матеріалу, що забезпечує його міцність та стабільність структури. Після завершення сушіння проводиться контроль якості, щоб переконатися, що виріб відповідає всім вимогам щодо розмірів, форми та міцності.

1.2.3.4 Спікання

Спікання – це процес, який використовується для об'єднання частинок порошку сталі 316L в єдину тверду структуру шляхом високотемпературного нагрівання без розплавлення. Під час спікання порошок піддається впливу високих температур, які зазвичай перевищують температуру реакції, але залишаються нижчими за температуру плавлення сталі 316L (1370 °C).

Цей процес сприяє підвищенню міцності та стійкості виробу, забезпечуючи його необхідні фізичні властивості для подальшого використання. Важливо точно контролювати температуру та час спікання, оскільки недостатня температура або тривалість процесу можуть призвести до недостатнього зв'язку між частинками, тоді як надмірне нагрівання може спричинити деформацію або пошкодження виробу.

1.2.4 Технічний контроль і контроль якості продукції.

Після завершення процесу виготовлення фільтрів з порошку сталі 316L проводиться контроль якості готової продукції. Цей контроль може включати в себе різноманітні методи та техніки, спрямовані на забезпечення відповідності виробу встановленим стандартам якості та вимогам замовника.

Первинний **гідродинамічний опір** визначають за нормованої продуктивності фільтру. До того ж потрібно встановити гідродинамічні характеристики фільтру, цим являється графік взаємозв'язку гідродинамічного опору чистого фільтру до продуктивності фільтру при показниках, які дорівнюють 50; 75; 100 і 125% номінальної продуктивності. Початковий гідродинамічний опір

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

фільтру визначається як опір, який створює фільтр для потоку рідини або газу через нього при початкових умовах експлуатації, тобто коли фільтр ще не засмічений. Він залежить від декількох факторів, включаючи матеріал фільтра, розмір пор, товщину фільтра, в'язкість рідини або газу, та швидкість потоку.

Методи випробувань фільтрів використовуються для оцінки їх ефективності, гідродинамічного опору, механічної міцності та інших характеристик (табл. 1.9).

Таблиця 1.9 – Методи оцінки ефективності фільтрів

Характеристика	Види		Опис
Ефективність фільтру	Метод затримання частинок	Оптична мікроскопія	Використовується для підрахунку кількості частинок до і після фільтрації
		Лазерна дифракція	Використовується для вимірювання розміру частинок і визначення їх концентрації
	Метод з використанням аерозолю		Аерозоль певного розміру пропускається через фільтр, і кількість частинок, що пройшли через фільтр, вимірюється за допомогою лазерного або іншого детектора
	Метод фільтрації бактерій та вірусів		фільтр пропускає розчин, що містить бактерії або віруси, і на виході проводиться підрахунок колоній на живильному середовищі

Продовження таблиці 1.9

Тестування перепаду тиску	Метод Дарсі	Вимірювання перепаду тиску на різних швидкостях потоку для визначення початкового та кінцевого гідродинамічного опору
	В'язкість рідини	Використання рідин з різною в'язкістю для визначення впливу в'язкості на перепад тиску
Механічна міцність	Тест на розрив під тиском	Визначення максимальної сили, яку фільтр може витримати перед розривом
	Тест на розрив при деформації	Вимірювання деформації фільтра при прикладенні навантаження до розриву
Зносостійкість	Циклічне навантаження	Повторювані цикли тиску для оцінки довговічності фільтра
	Абразивне випробування	Оцінка стійкості фільтра до зносу під дією абразивних частинок
Хімічна стійкість	Тест на стійкість до кислот і лугів	Вимірювання змін у властивостях фільтра після впливу агресивних хімічних речовин
	Тест на стійкість до органічних розчинників	Оцінка впливу органічних речовин на фільтр
Термостійкість	Тест на високу температуру	Вимірювання змін у властивостях фільтра після впливу високих температур
	Тест на циклічне нагрівання та охолодження	Оцінка стійкості фільтра до термічних циклів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ

Арк.

37

1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів

Потрібно порахувати кількість матеріалу який буде витрачено кожного дня виробництва й на всі операції з технологічної схеми. Щоб визначити кількість робочих днів виробництва, потрібно врахувати неробочі дні, свята, плановий ремонт устаткування та вихідні дні (табл. 1.10).

Таблиця 1.10 – Розрахунок кількості днів виробництва

№	Характеристика	Кількість днів
1	Загальна кількість днів	365
2	Вихідні дні	104
3	Загально національні свята	9
4	Час на планово-попереджувальний ремонт	12
5	Неробочі дні підприємства	125
6	Істинні робочі дні	240

Таким чином дізнавшись кількість днів, можна обрахувати масу матеріалу яку необхідно затратити на кожний день виробництва за формулою 1:

$$A = \frac{G}{n}, \quad (1)$$

де G – річний випуск продукції, кг;

n – кількість робочих днів на рік.

Річний план на виготовлення продукції складає 500 тис шт. Матеріал з якого будемо виготовляти фільтри являє собою порошок сталі 316 L (табл. 1.8). Об'єм фільтру становить приблизно 1,845 см³. Густина суміші становить 7,85 г/см³.

Отже, маса одного фільтру з урахуванням пористості (45%) становить приблизно 14,48 г. Річний випуск продукції становить 7,24 т.

$$A = \frac{7240}{240} = 30.17 \text{ кг.}$$

Також потрібно врахувати втрати які виникають при виготовленні фільтрів, тобто сировину потрібно брати з запасом.

Кількість матеріалу що надходить на першу операцію, обраховуємо з урахуванням втрат за формулою 2.

$$A_0 = \frac{A}{\varphi}, \quad (2)$$

де φ – вихід по всьому процесу.

Обрана технологічна схема включає сім операцій (рис.1.7). Вилучення прямого поопераційного витягу на кожній операції визначаємо за формулою 3.

$$\eta = 100 - (a + b), \quad (3)$$

де a – зворотні втрати;

b – незворотні втрати.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Незворотні витрати, %	Операція	Зворотні витрати, %
0,1	Дозування порошку	0
0,3	Змішування	0
0,6	Пресування	0
0,1	Сушка	0,3
1	Спікання	0,2
0,5	Механічна обробка	0
0,1	Контроль якості	0
	виробу	
	Готовий виріб	0

Рисунок 1.7 – Витрати на кожній операції

Визначимо загальний поопераційний витяг на додаткових операціях за формулою 3:

$$\eta_1 = 100 - (0 + 0,1) = 99,9\%;$$

$$\eta_2 = 100 - (0,3) = 99,7\%;$$

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

$$\eta_4 = 100 - (0,1 + 0,2) = 99,7\%;$$

$$\eta_5 = 100 - (0,30 + 1) = 99\%;$$

$$\eta_6 = 100 - (0,5 + 0) = 99,5\%;$$

$$\eta_7 = 100 - (0 + 0,1) = 99,9\%.$$

Визначаємо загальний витяг на кожній операції відносно вихідного матеріалу за формулою 4.

$$\varphi = \left(\frac{\eta_1}{100} \cdot \frac{\eta_2}{100} \cdot \frac{\eta_n}{100} \right) 100 = \frac{\eta_1 \eta_2 \dots \eta_n}{100^{n-1}} = , \quad (4)$$

$$\varphi_1 = \eta_1 = 99,9\% ,$$

$$\begin{aligned}\varphi_2 &= \varphi_1 \cdot \eta_2 = 99,6 \%, \\ \varphi_3 &= \varphi_2 \cdot \eta_3 = 98,704 \%, \\ \varphi_4 &= \varphi_3 \cdot \eta_4 = 98,408 \%, \\ \varphi_5 &= \varphi_4 \cdot \eta_5 = 97,424 \%, \\ \varphi_6 &= \varphi_5 \cdot \eta_6 = 96,937 \%, \\ \varphi_7 &= \varphi_6 \cdot \eta_7 = 96,839 \%.\end{aligned}$$

Визначаємо кількість сировини, яка має надійти на початок процесу за формулою 2.

$$A_0 = 30,17 / (96,839 \cdot 100) = 31.15 \text{ кг.}$$

Згідно формули 6 проводимо наші розрахунки:

$$\alpha_n(\beta_n) = (\alpha_n(\beta_n) * \varphi_{n-1}) / 100, \quad (6)$$

Зворотні втрати	Незворотні втрати
$\alpha_1 = a_1 = 0\%$;	$\beta_1 = b_1 = 0,1\%$;
$\alpha_2 = 0\%$;	$\beta_2 = 0,3 \cdot 99,9 / 100 = 0,299 \%$;
$\alpha_3 = 0,3 \cdot 99,6 / 100 = 0,298 \%$;	$\beta_3 = 0,6 \cdot 99,6 / 100 = 0,597 \%$;
$\alpha_4 = 0,2 \cdot 98,704 / 100 = 0,197 \%$;	$\beta_4 = 0,1 \cdot 98,704 / 100 = 0,099 \%$;
$\alpha_5 = 0\%$;	$\beta_5 = 1 \cdot 98,408 / 100 = 0,984 \%$;
$\alpha_6 = 0\%$;	$\beta_6 = 0,5 \cdot 97,424 / 100 = 0,487 \%$;
$\alpha_7 = 0\%$.	$\beta_7 = 0,1 \cdot 96,937 / 100 = 0,097\%$.

Абсолютні витрати рахуємо за формулою 7:

$$q_n^a(q_n^b) = \frac{A_0 \alpha_n(\beta_n)}{100}. \quad (7)$$

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Зворотні втрати

$q_1^a = 0;$

$q_2^a = 0;$

$q_3^a = 0;$

$q_4^a = 0;$

$q_5^a = 0;$

$q_6^a = 0;$

$q_7^a = 0.$

Незворотні втрати

$q_1^b = 31,15 \cdot 0,1 / 100 = 0,031;$

$q_2^b = 31,15 \cdot 0,299 / 100 = 0,093;$

$q_3^b = 31,15 \cdot 0,597 / 100 = 0,186;$

$q_4^b = 31,15 \cdot 0,099 / 100 = 0,031;$

$q_5^b = 31,15 \cdot 0,984 / 100 = 0,307;$

$q_6^b = 31,15 \cdot 0,487 / 100 = 0,152;$

$q_7^b = 31,15 \cdot 0,097 / 100 = 0,03.$

Обрахуємо масу зворотних витрат, та масу яка повинна надходити на початок процесу (В):

$$B = A_0 - \sum q,$$

$$B = 31,15 - 0,15 = 31 \text{ кг.}$$

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

На першу операцію:

- надходить: 31 кг;
- виходить: 30,969 кг.

На другу операцію:

- надходить: 30,969 кг;
- виходить: 30,875 кг.

На третю операцію:

- надходить: 30,875 кг;
- виходить: 30,689 кг.

На четверту операцію:

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

– надходить: 30,689 кг;

– виходить: 30,659 кг.

На п'яту операцію:

– надходить: 30,659 кг;

– виходить: 30,352 кг.

На шосту операцію:

– надходить: 30,352 кг;

– виходить: 30,200 кг.

На сьому операцію:

– надходить: 30,200 кг;

– виходить: 30,170 кг.

Отримані результати зведені до таблиці 1.11.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 1.11 – Поопераційний матеріальний баланс

Назва операції	Поопераційні витрати, %			Пряме 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	З попередньої оп.	Зворотні витрати	Всього	
Дозування	0	0,1	0	99,9	99,9	0	0,1	0	0,031	31,000	0,000	31,000	30,969
Змішування	0	0,3	0,3	99,7	99,6	0	0,299	0	0,093	30,969	0,000	30,969	30,875
Пресування	0,3	0,6	0,9	99,1	98,704	0,298	0,597	0,093	0,186	30,875	0,093	30,875	30,689
Сушка	0,2	0,1	0,3	99,7	98,408	0,197	0,099	0,062	0,031	30,689	0,062	30,689	30,659
Спікання	0	1	1	99	97,424	0	0,984	0	0,307	30,659	0,000	30,659	30,352
Механічна обробка	0	0,5	0,5	99,5	96,937	0	0,487	0	0,152	30,352	0,000	30,352	30,200
Контроль якості продукції	0	0,1	0,1	99,9	96,839	0	0,097	0	0,030	30,200	0,000	30,200	30,170

ФН-301.9103.4203.003.0073

1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання

При розрахунку кількості кожного виду обладнання необхідно виходити з матеріального балансу після проведення технологічного процесу.

Кількість обладнання визначаємо за формулою:

$$n_{\text{роз}} = \frac{G_m}{\rho \cdot \tau}, \quad (8)$$

де G_m – маса матеріалу, який необхідно переробити на операції за добу, кг;

ρ – продуктивність агрегату, кг/год;

τ – кількість робочих годин на добу.

Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_3 = \frac{n_{\text{роз}}}{n_{\text{ф}}}, \quad (9)$$

де $n_{\text{ф}}$ – фактична кількість складного обладнання.

1.4.1 Обладнання для дозування

Щоб отримати виробів згідно заданим розмірам та характеристикам, з правильним розміром пор компоненти дозуються з точністю до 0,01%. Цю операцію прийнято виконувати за допомоги електричного дозатора фірми “Prolibitz- 5” .

Характеристики:

- потужність 1,9 кВт;
- габаритні розміри 2,1 x 0,85 x 1,5 м;
- вага 240 кг;
- вартість 2000 грн.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Продуктивність дозатора рахуємо за формулою:

$$\rho = V \cdot \gamma_{\text{нас}} / \tau,$$

де V – об'єм загрузочного бункера, м^3 ;

$\gamma_{\text{нас}}$ – насипна щільність твердосплавної суміші;

τ – час вивільнення бункера дозатора, год.

$$V = 0,5 \text{ м}^3 ; \gamma_{\text{нас}} = 2.59 \text{ г/см}^3.$$

$$\rho = 500000 \cdot (2,59 \cdot 0,25) / 1 = 323,75 \text{ кг/год},$$

Для наших потреб вистачить одного дозатора.

1.4.2 Обладнання для змішування

Ця операція включає в себе змішування основного компоненту 316L та пластифікатора, тому прийнято використовувати шнековий змішувач. Для наших потреб беремо модель WAMGROUP WBH, вартістю 5000 грн.

Його характеристики:

- робочий об'єм – 15 л;
- габаритні розміри – 0,8 x 0,6 x 0,8 м;
- потужність – 2 кВт.

Насипна щільність порошку 316L 2590 кг/м^3 . Час змішування 1 год. Робоча зміна 8 год. Необхідна кількість суміші (порошок 316L + 5% пластифікатора): 31.17 кг.

Маса порошку яку можна вмістити в змішувачі (без пластифікатора):

$$m = 0.015 \text{ м}^3 \cdot 2590 \text{ кг/м}^3 = 38,85 \text{ кг}.$$

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Оскільки пластифікатор складає 5% від загальної маси суміші, його маса буде:

$$m_p = 38,85 \cdot 0,05 = 1,9425 \text{ кг.}$$

Загальна маса суміші:

$$38,85 + 1,9425 = 40,7925 \text{ кг.}$$

Тепер необхідно визначити, скільки суміші можна зробити за одну зміну.

Час змішування одного циклу: 1 година;

Робоча зміна: 8 годин;

Кількість циклів за зміну – 8;

Загальна маса суміші за зміну:

$$\text{Маса суміші за зміну} = 40,7925 \cdot 8 = 326,34 \text{ кг.}$$

Оскільки один змішувач за зміну може змішати 326,34 кг суміші, а нам потрібно лише 31,17 кг суміші, одного змішувача буде більш ніж достатньо для виконання цієї задачі.

Необхідна кількість змішувачів – 1.

1.4.3 Обладнання для пресування

Ця операція включає ущільнення порошків і набуття потрібних розмірів заготовки. Передбачається пресування заготовок діаметром 11,95 мм, висотою 28 мм і масою 14,48 г. При цьому тиск пресування приймаємо в межах 60 МПа.

Визначаємо зусилля преса за формулою:

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

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

де $S_{\text{пр}}$ – площа пресування, см^2 (11.2 см^2);

$P_{\text{пр}}$ – тиск пресування, МПа (беремо 600 МПа).

$$P_{\text{пр}} = 11,2 \cdot 0,6 \cdot 1,25 = 84 \text{ кН}.$$

Вибираємо механічний пресс КД 2322.

Його характеристики:

- зусилля пресування – 160 кН;
- габаритні розміри – 1,1 x 0,97 x 1,872 м;
- потужність – 1,7 кВт;
- вартість – 25 тис. грн.;
- кількість ходів – 20 ход./хв.

Потрібну кількість пресів визначаємо за формулою:

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

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

$K_{\text{пр}}$ – кількість ходів (пресувань) за хвилину.

Також враховуємо час на дозування, випре совку та зміну прес-форми, 2 хвилини. У нашому випадку $G_{\text{заг}} = 2084$ шт.

$$N_{\text{пр}} = \frac{2084 \cdot 2}{20 \cdot 60 \cdot 8} = 0,434.$$

Приймаємо 1 прес з коефіцієнтом завантаження 0,434.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

1.4.4 Обладнання для сушки виробів

Процес передбачає видалення вологи. Для дотримання високих температур процесу обираємо сушильну установку з нагрівом інфрачервоними променями Nabertherm TR 60 - TR 1050, яка має характеристики:

- потужність – 2,5 кВт;
- робоча температура – 180 °С;
- розміри робочої зони 80 x 63 x 20 см;
- затрати електроенергії – 135 кВт·год/т;
- вартість – 8 тис. грн.

Визначимо загальну кількість фільтрів яку можна завантажити на піддон.

Щоб врахувати простір між фільтрами, ми будемо розглядати упаковку у вигляді сітки з квадратними або трикутними комірками.

1. Упаковка з квадратними комірками (прямокутна решітка):

У цьому випадку ми будемо розміщувати фільтри у вигляді прямокутної решітки.

Кількість фільтрів по довжині = $800 \text{ мм} / 11.95 \text{ мм} = 66.94 = 66$,

Кількість фільтрів по ширині = $630 \text{ мм} / 11.95 \text{ мм} = 52.72 = 52$,

Загальна кількість фільтрів = $66 \cdot 52 = 3432$.

Нам вистачить однієї сушильної шафи.

1.4.5 Обладнання для спікання

Для забезпечення технологічного процесу спікання фільтрів з сталі 316L треба використовувати вакуумні печі і з робочою температурою не нижче 1300 °С.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Для наших цілей візьмемо піч Carbolite Gero HTRH 100-600/17:

- потужність – 65 кВт;
- робоча температура – 1400°C;
- габаритні розміри 3,3 x 3 x 3,5 м;
- розміри робочої зони 1,2 x 1 x 0,6 м;
- вартість – 400 тис. грн.

В піч вкладається 12 піддонів з розміром 500 x 300 x 180 мм (в 3 шари по 4 піддони у кожному). Щоб фільтри стояли на піддоні, не торкаючись один одного, потрібно врахувати відстань між фільтрами. Припустимо, що ми додаємо мінімальну відстань між центрами фільтрів, яка дорівнює діаметру фільтра, плюс невеликий проміжок для того, щоб вони не торкалися.

Відстань між фільтрами (для простоти обчислень, нехай буде така ж, як і діаметр фільтра): 11,95 мм

Загальна відстань між центрами фільтрів:

$$\text{Загальна відстань} = \text{діаметр фільтра} + \text{відстань між фільтрами} = 11,95 \text{ мм} + 11,95 \text{ мм} = 23,9 \text{ мм.}$$

Розрахунок кількості фільтрів на піддоні з урахуванням відстані між ними:

$$\text{Кількість фільтрів по довжині} = 500 \text{ мм} / 23,9 \text{ мм} = 20,92 = 20,$$

$$\text{Кількість фільтрів по ширині} = 300 \text{ мм} / 23,9 \text{ мм} = 12,55 = 12.$$

Загальна кількість фільтрів на одному піддоні:

$$\text{Кількість фільтрів на піддоні} = 20 \times 12 = 240,$$

$$\text{Загальна кількість фільтрів у печі} = 240 \times 12 = 2880.$$

Отже, в піч з 12 піддонами розміром 500 мм x 300 мм, розміщеними в 3 шари

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

по 4 піддони у кожному, можна помістити приблизно 2880 фільтрів діаметром 11,95 мм, якщо вони будуть стояти, не торкаючись один одного.

Таким чином для наших потреб вистачає однієї печі для спікання.

1.4.6 Обладнання для механічної обробки

На цій операції проходить нарізання різьби на деталі. Вибираємо токарний станок з такими характеристиками:

- розміри верстата 720 x 390 x 490 м;
- напруга електродвигуна – 220 В;
- потужність – 0,6 кВт;
- робочі розміри 180 мм в діаметрі і 300 мм в довжині;
- вартість 50 000 грн.

Обираємо токарно гвинтовий верстат FDB MASCHINEN TURNER 180X300 VARIO.

На обробку однієї деталі потрібно 25 сек. За робочу зміну можна обробити 1152 деталі. Для наших потреб потрібно 2 верстати.

1.4.7 Обладнання для контролю якості виробів

Для контролю якості продукції виготовлених фільтрів, а саме фільтруючої здатності фільтрів вибираємо спеціальне обладнання Porometer 3G zсар для контролю пористості і яке дозволяє перевіряти 2 зразки з усієї партії. Вважаємо, що одна партія містить 25 виробів.

Апарат здійснює перевірку фільтруючих властивостей зразків з обраної партії. Обладнання має такі характеристики:

- габаритні розміри 0,6 x 0,5 x 0,85 м;
- встановлена електрична потужність – 0,5 кВт;
- продуктивність – 25 дослідів/год

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

– вартість – 0,5 тис грн.

Визначаємо кількість деталей, що піддаються перевірці протягом доби:

$$N=(N_d/25)\cdot 2=(2084/25)\cdot 2=166,7 \text{ шт.}$$

де N – кількість деталей, що піддаються перевірці протягом доби;

N_d – кількість деталей, що виготовляються протягом доби.

Розраховуємо необхідну кількість обладнання:

$$N_{об} = N/(P\cdot T_p) = 166,7/(25\cdot 8) = 0,83.$$

де T_p – час роботи однієї установки на добу;

P – продуктивність установки.

Приймаємо для контролю якості 1 установку.

1.41 План розміщення обладнання

При розробці планів розміщення обладнання по об'єктах і будівлях використовувалися такі основні правила:

– логічна організація робочих зон: план цеху повинен передбачати логічну організацію робочих зон, забезпечуючи оптимальний потік матеріалів та робочої сили. Це може включати групування схожих за функціональністю областей, таких як зони приймання сировини, обробки та зберігання готової продукції;

– ергономіка та безпека: планування цеху повинно враховувати ергономічні принципи, щоб забезпечити комфортні умови праці для персоналу. Крім того, слід уникати перешкод та забезпечити безпечні умови для роботи;

– максимізація використання простору: ділянка повинна бути спроектована таким чином, щоб максимально використовувати наявний простір,

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

забезпечуючи оптимальну організацію машин та обладнання;

– забезпечення ефективного потоку матеріалів та інформації: планування цеху повинно сприяти ефективному потоку матеріалів та інформації від початкової обробки до готової продукції, забезпечуючи мінімальні затримки та оптимізуючи виробничі процеси;

– можливість масштабування та модернізації: план цеху повинен передбачати можливість масштабування та модернізації в майбутньому, щоб відповідати зростаючим потребам виробництва та впроваджувати нові технології та методи;

– ефективне розташування машин та обладнання: обладнання повинно бути розташоване таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність роботи, зменшуючи відстані переміщення та мінімізуючи час на обробку.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

2 БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Ділянка під будівництво діляниці з виготовлення металевих фільтрів зі сталі AISI 316L розташована із східної сторони міста Коростень. Сам цех розміщений також на сході міста. Будівництво об'єкту буде здійснюватись місцевими робочими кадрами. Рельєф ділянки – рівнинний. Ґрунти – переважно супіски.

Температурний режим забудови характеризується:

- район клімату - II В;
- температура січня середня $t = -6,8$ °С;
- температура липня середня $t = 19,5$ °С;
- кількість опадів за рік 538 мм;
- швидкісний натиск вітру - 32 кг/м²;
- вага снігового покриву - 61 кг/м²;
- глибина промерзання ґрунту - 0,8 м;
- вітрове навантаження $W_0 = 410$ кПа;
- снігове навантаження $S_0 = 1430$ кПа.

Впливи вітру характеризують середні його швидкостями стосовно напрямків і повторюваністю (в %) по румбах. На території робочої діляниці присутні склади які потрібні щоб зберігати сировину та готову продукцію. Поруч з діляницею є дорога, яка виходить на магістраль що прямує до Києва. Завдяки цьому у заводу є транспортні зв'язки зі всіма частинами України. Також існують під'їзні шляхи до цеху, це дає змогу доставляти сировину і також відвантажувати готові вироби. Через певні процеси виробництва виділяється багато шкідливого пилю з металевих порошоків, цех працює при умовах підвищених температур.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Сімонов Д.А.			БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Соловйова Т.О.					54	98
<i>Реценз.</i>						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-301		
<i>Н. Контр.</i>		Бірюкович Л.О.						
<i>Затверд.</i>		Богомол Ю. І.						

Будівля, яка спроектована, розміщена на ділянці вздовж паралельно північному напрямку. Існує два в'їзди та кругова дорога. Вздовж проїжджої частини існують пішохідні переходи та доріжки. Об'єм продукції яку буде виготовляти цех передбачує розміри будівлі 30 х 12 м, висота до низу конструкцій 6 м. Крок колон за прийнятими стандартами 6 м. Торець будівлі оснащений фахверковими колонами через 6 м. Ворота встановлюються за розмірами 4,0 х 3,0 м, а також двері 1 м х 2,1 м. У випадку евакуації будуть використовуватись ворота, рівномірно встановлені по площі цеху. Будівля має II клас відповідальності ступені вогнестійкості ІІа. Проєкт будівлі каркасної системи (конструктивна схема – з поперечним розташуванням ригелів).

По вертикалі до несучих конструкцій є колони. Горизонтальними несучими елементами є суцільні залізобетонні балки і покриття з ребристих плит. Під час проєктування каркасу будівлі було обрано залізобетонні конструкції. Цех з виготовлення фільтрів – це рамна система, яка є одноповерховою. Вздовж напрямку ця система укріплена в'язями, а в протилежному напрямку розрахована, як рама.

Основні несучі елементи каркасу будівлі – це колони та балки, які є двохскатними. Зовнішні стіни корпусу зроблені з керамзитобетонних панелей які збираються серії 1.472.-5. Вип 1., товщина яких становить 200 мм та вагою в 1000 кг/м³. Горизонтальні та вертикальні шви між плитами заливаються цементопіщаним розчином маркою М50 і потім герметизується мастікою УМС-50 після чого фарбується фарбою ФВФ за 3 рази. Внутрішня огорожа виконана з залізобетонних панелей які збираються, по серії 1.4.41-22 вип.2 мають товщину 80 мм і важать 2500 кг/м³, також використовується звичайна глиняна цегла (ДЕСТ 530-80) марки 75 на розчині м 50 з питомою вагою 1200 кг/м³. План ділянки наведений на рисунку 2.1.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

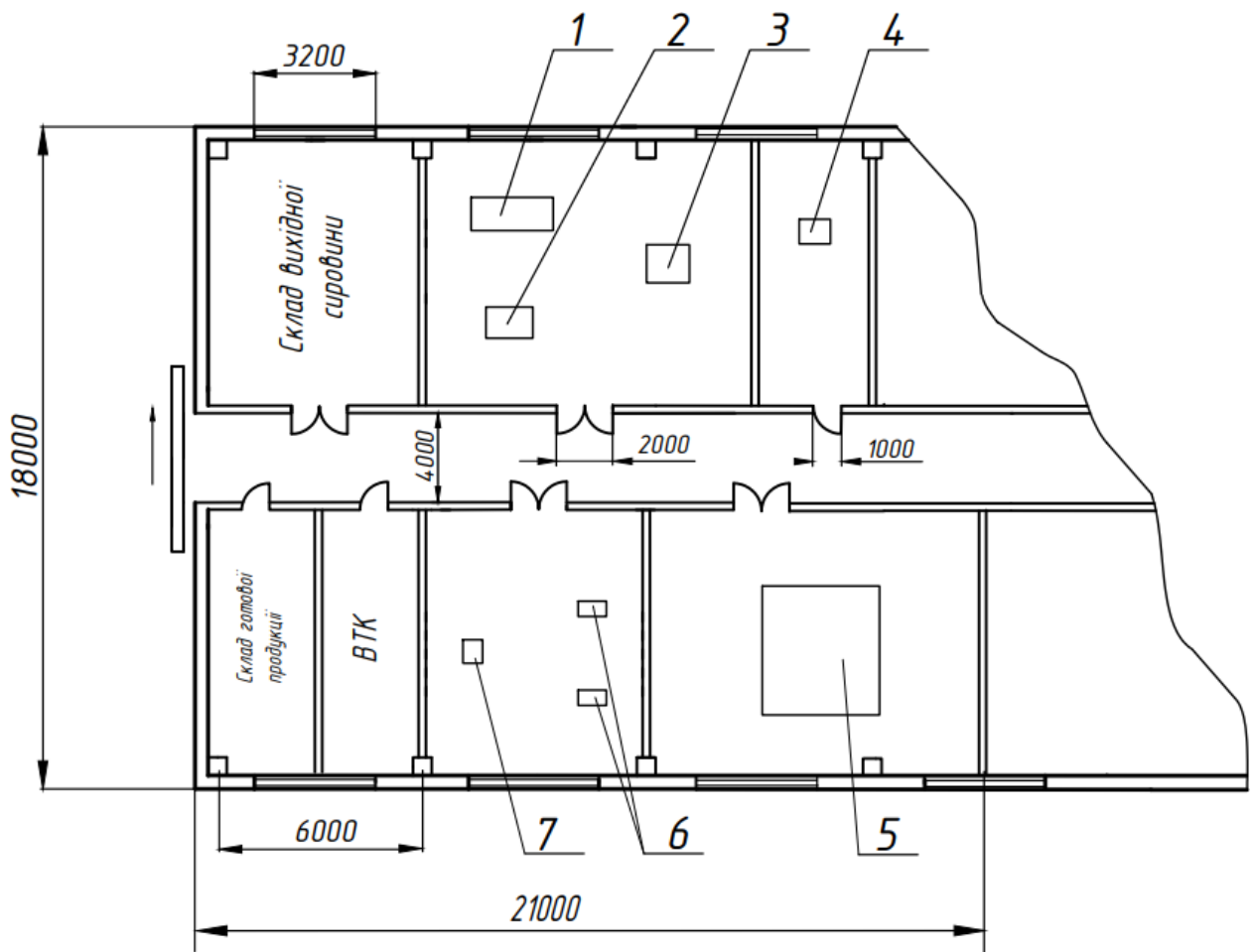


Рисунок 4.1 – План робочої ділянки

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок нагрівачів печі для спікання

Під час вибору нагрівача важливим показником є робоча температура печі. Вакуумна піч, що застосовується в даному дипломному проєкті для процесу спікання робоча температура якої становить 1400 °С. При цій температурі кращим буде вибір нагрівачів які є карборундові. Обираючи необхідне число нагрівачів потрібно також подумати над схемою їх з'єднання. Такі печі зазвичай вмикаються в мережу 220, 380 або в окремих випадках 500 В. По правилам техніки безпеки підключення до мережі 550 В дозволяється в крайніх випадках (для дуже великих печей). Зазвичай використовують напругу 220 та 380 В.

Коли напруга 380 В потрібно вмикати нагрівачі за схемою "зірка", тому що при такому випадку знижена фазова напруга ($V_{\phi} = 380 / \sqrt{3} = 220 \text{ В}$) це веде за собою нижчу небезпеку протікання струму минуючи ізоляційний шар (шамот, асбоцемент).

Правильна температура роботи карборундових нагрівачів становить 1350- 1500 °С. Питомий опір нагрівачів при такій температурі складає $\rho = 800 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Переріз та довжина мають забезпечити виділення потрібної потужності у печі та довгий термін її служби.

Опір стержня визначаємо за формулою:

$$R_{\text{ст}} = \frac{\rho \cdot L}{S}, \text{ Ом}$$

де $L = 400 \text{ мм}$;

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Сімонов Д.А.			СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Соловйова Т.О.					57	98
<i>Реценз.</i>						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-301		
<i>Н. Контр.</i>		Бірюкович Л.О.						
<i>Затверд.</i>		Богомол Ю. І.						

$d = 25$ мм, стандартні розміри нагрівачів, що випускає Подільський завод.

Площа поперечного перерізу складає:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} = 490,6 \text{ мм}^2,$$

Звідси:

$$R_{\text{ст}} = \frac{800 \cdot 0,4}{490,6} = 0,6 \text{ Ом}.$$

Потужність стержня розрахуємо за формулою:

$$P_{\text{ст}} = \frac{U_{\phi}^2}{R_{\text{ст}} \cdot 10}, \text{ кВт.}$$

де U_{ϕ} - напруга мережі, В.

Для з'єднання "зірка"

$$U_{\phi} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ В},$$
$$P_{\text{ст}} = \frac{220^2}{0,6 \cdot 10^3} = 0,37 \text{ кВт.}$$

Потужність фази складає:

$$P_{\phi} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{3},$$
$$P_{\phi} = 50/3 = 13 \text{ кВт}.$$

Звідси кількість нагрівачів буде:

$$N = \frac{P_{\phi}}{P_{\text{ст}}} = \frac{16}{0,37} = 42.$$

Тобто потрібно 42 нагрівача.

Порахуємо поверхневу щільність теплового потоку:

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$g = \frac{P_{ст} \cdot 10}{S_n}$$

S_n – питома поверхня стержня, $см^2$

$$S_n = \pi \cdot d \cdot l \cdot 10 = \pi \cdot 2,5 \cdot 40 \cdot 10 = 3140 \text{ см}^2$$

Тоді :

$$g = \frac{0,37 \cdot 10}{3140} = 11,7 \text{ Вт/см}^2.$$

Обрані нагрівачі марки КЕН БС – є глобаровими, мають вигляд стержнів рівномірного перерізу з кінцями які загострені з металу, кінцізроблені з матеріалу, в якого менший питомий опір ($\rho=3 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}\cdot\text{м}$).

Стержні зажимаються поміж двома виводами та є глобаровими з уменшеним питомим опором та кінцями з металу. Ця конструкція дозволяє не перегріватись їм як основна частина, тому відпадає необхідність охолодження їх водою.

Опір нагрівача міняється під час розігрівання, щоб запобігти вихід з ладу до температури 850°C треба на зменшеній напрузі. Під час експлуатації нагрівачів, у них збільшується опір, через те треба збільшувати напругу щоб підтримувати потужність. Для цього нагрівачі регулюють трансформатором з межами (0,3-2) $U_{ном}$.

3.2 Тепловий розрахунок

Загальна енергія циклу становить:

$$Q_{ц} = Q_{кор} + Q_{доп} + g_{вт} \cdot Z_{ц},$$

де $Q_{кор}$ – корисна енергія, ккал;

$Q_{доп}$ – енергія, яка іде на нагрів допоміжних деталей (піддонів і т.п.), ккал;

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$g_{вт}$ – енергія, яка витрачається при нагріві, охолодженні, простої, витримці, ккал;

$Z_{ц}$ – час циклу, год.

Корисна енергія визначається:

$$Q_{кор} = g_{вир} * C_{вир}(t''_{вир} - t'_{вир}),$$

де $g_{вир}$ – маса виробів, кг;

$C_{вир}$ – теплоємність виробів, ккал/кг · °С;

$t''_{вир}$ і $t'_{вир}$ – температура виробів до та після нагріву, °С.

$$C_{вир} = 0,23 \cdot 0,035 \cdot 10^{-3} \cdot t_{сер},$$

$$Q_{кор} = 120 \cdot 0,3 \cdot (1400 - 850) = 19800 \text{ ккал},$$

$$Q_{доп} = G_{доп} * C_{доп}(t''_{доп} - t'_{доп}),$$

де $G_{доп}$ – маса допоміжних деталей, кг;

$C_{доп}$ – теплоємність допоміжних деталей, ккал/кг*°С.

$$Q_{доп} = 36 \cdot 0,3 \cdot (1400 - 850) = 5940 \text{ ккал},$$

$$g_{вт} * Z_{ц} = g_{вт \text{ нагр}} * Z_{нагр} + g_{вт \text{ вит}} * Z_{вит} + g_{вт \text{ охол}} * Z_{охол} + g_{вт \text{ прост}} * Z_{прост},$$

$$Z_{ц} = Z_{нагр} + Z_{вит} + Z_{охол} + Z_{загр} + Z_{вигр},$$

$$Z_{ц} = 3 + 8 + 4 + 0,5 + 0,5 = 16 \text{ год.}$$

Втрати енергії складають 15% від дійсної температури:

$$g_{вт \ 1000} = 1,15 \cdot 1000 = 1150 \text{ ккал},$$

$$g_{вт \ 1400} = 1,15 \cdot 1400 = 1610 \text{ ккал},$$

$$g_{вт \ 850} = 1,15 \cdot 850 = 977,5 \text{ ккал},$$

$$g_{вт \ \text{нагр}} = 977,5 + 1610/2 = 1293,8 \text{ ккал},$$

$$g_{вт \ \text{охол}} = 1610 + 977,5/2 = 1293,8 \text{ ккал},$$

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$Q_{вт.ц} = 1293,83 + 1293,84 + 1150 * 0,2 = 9286,6 \text{ ккал.}$$

$$Q_{ц} = 19800 + 9286,6 = 29086,6 \text{ ккал.}$$

Втрати енергії на нагрів 1 кг виробів:

$$A = Q_{ц} / P \cdot Z_{ц},$$

де P – потужність печі, кг/год.

$$A = 29086,6 / (18 \cdot 16) = 121,2 \text{ ккал/год.}$$

Тепловий К.К.Д. печі:

$$\eta_n = \frac{19800}{19800 + 5940 + 9286,6} \cdot 100\% = 56,5\%$$

Теплова кількість, яку потрібно ввести в піч за період нагрівання має бути достатнім, щоб нагріти садку та жароміцні деталі, і компенсувати теплові втрати печі за час охолодження в ній деталей та її простоїв.

$$Q_{нагр} = Q_{кор} + Q_{доп} + g_{вт нагр} \cdot Z_{нагр} + g_{вт охол} \cdot Z_{охол} + g_{вт прост} \cdot Z_{прост},$$

$$Q_{нагр} = 19800 + 5940 + 1293,8 \cdot 3 + 1293,8 \cdot 4 + 11,05 \cdot 0,2 = 35026,6 \text{ ккал.}$$

Потужність печі визначається за формулою:

$$P = (1,1 - 1,5) \frac{Q_{нагр}}{Z_{нагр} \cdot 860}.$$

(1,1-1,5) - коефіцієнт запасу потужності

$$P = 1,4 \frac{35026,6}{2 \cdot 860} = 28,5 \text{ кВт}$$

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Мета розділу – це врахування небезпечних та шкідливих факторів на виробництві, через які існує небезпека життя і безпечного функціонування, пошкодження організму, тобто робота в таких умовах, в яких є ризик захворювань та травм в процесі виготовлення спечених фільтрів, та також створення заходів, мета яких усунення небезпечних факторів та створення безпеки.

4.1 Характеристика підприємства та умови експлуатації

Технологічний процес виробництва спечених фільтрів для очищення агресивних рідин проходить за допомоги електродозатора фірми «Prolibitz-5», барабанно-шнекового змішувача, устаткування для контролю якості фільтрів, механічного преса, сушильної шафи, вакуумної печі, токарного верстата. План робочої дільниці та розміщення обладнання зображено на рисунку 4.1, та специфікація технологічного обладнання наведено в таблиці 4.1.

Самим небезпечним фактором в цеху є пил з порошків 316L. Вивільнення пилу у повітря появляється під час транспортування порошкових матеріалів, під час процесу змішування, сушки, пресування та механічної обробки готових виробів. Також процес виготовлення фільтрів супроводжується постійною вібрацією та шумом. Постійний вплив вібрації призводить до професійного захворювання — вібраційної хвороби. Також постійний шум може призвести до часткової або повної втрати слуху.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Сімонов Д.А.				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Соловйова Т.О.					62	98
<i>Реценз.</i>					ОХОРОНА ПРАЦІ	КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-301		
<i>Н. Контр.</i>		Бірюкович Л.О.						
<i>Затверд.</i>		Богомол Ю. І.						

Дільниця використовує обладнання, що живиться від мережі під напругою 380 В, це може призвести до ураження електричним струмом, у випадку пошкодження обладнання. Загальна площа виробництва дорівнює 360 м², довжина – 30 м, ширина 18 м, висота – 6 м. Число працівників, що працюють становить 14 осіб. Тому відповідно до вимог ДСанПІН 3.32-007-98, об'єм і площа приміщення на одного працівника та місця розташування технологічного обладнання є оптимальним (табл. 4.1) [12].

Таблиця 4.1 – Реальні та нормативні характеристики приміщення і розміщення технологічного обладнання

№	Параметр приміщення	Реальне значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працюючого	25,7 м ²	4,5 м ²
2	Об'єм на 1 працюючого	154,2 м ³	15 м ³
3	Мінімальна ширина проходу	2 м	1,5 м

Таблиця 4.2 – Специфікація технологічного обладнання

№	Найменування	Розміри Д/Ш/В, м	Основні характеристики	Кількість	Позиція на рисунку
1	дозатор	2,1×0,85×1,5	Напруга 1,9 кВт Вага 240 кг	1	1
2	змішувач	1,2×0,8×1,2	Напруга 2,8 кВт	1	2
3	Механічний прес	1,66×3,8×4,3	Напруга 30,8 кВт Кіл.ходів 1,25 хід/хв..	1	3
4	Сушильна шафа	80×63×20	Напруга 2,5 кВт	1	4
5	Піч	3,3×2,5×3,5 Роб.зона : 1,2×0,9×0,6	Напруга 65 кВт Роб.темп. 1400 °С	1	5
6	Токарний верстат	0,72×0,39×0,49	Напруга 0,6 кВт	2	6
7	Обладнання для контролю якості виробів	0,8×0,95×2,2	Напруга 1кВт	1	7

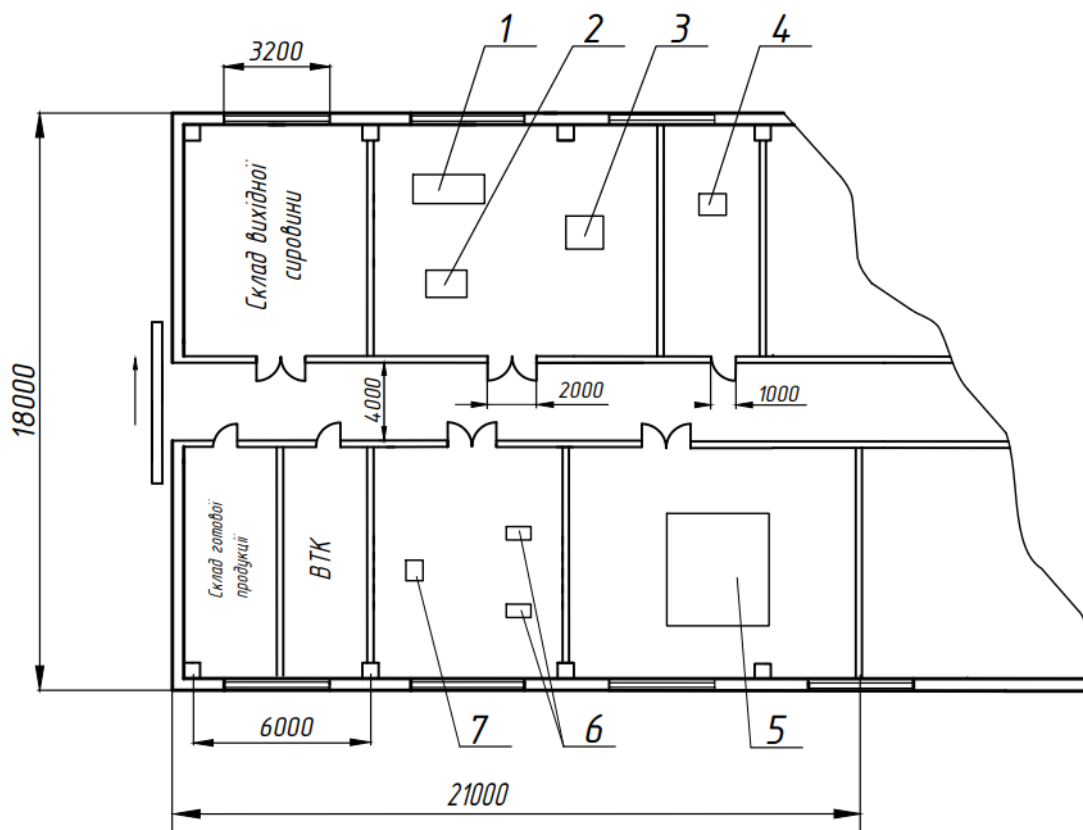


Рисунок 4.1 – План робочої ділянки

4.2 Оцінка ключових факторів та шкідливих виробничих факторів і розроблення заходів нормалізації умов праці при виконанні технологічного процесу. Оцінка мікроклімату та повітря у робочому середовищі.

Оскільки тяжкість роботи відповідає категорії Пб, іншими словами середньої важкості, та також на виробництві присутня сушильна шафа, тому мікроклімат в цеху слід підтримувати за цими параметрами[13]:

- температура – 16-18 °С в холодний період року;
- 19-21 °С – в теплий період року;
- вологість – 40-60%.

Швидкість руху повітря не більше 0,2 м/с, що відповідає вимогам [13].

Показники мікроклімату значно впливають на стан здоров'я і працездатність особи та на рівень травматизму. Постійний вплив високої температури повітря іноді призводить до гіпертамії, якщо вплив низької температури - до гіпотермії. Тому погіршується самопочуття і

працездатність людини , і це приводить до захворювань.

Самим небезпечним фактором в цеху є пил з порошоків 316L. Вивільнення пилу у повітря появляється під час транспортування порошкових матеріалів, під час процесу змішування, сушки, пресування та механічної обробки готових виробів. Постійне вдихання часток порошку призводить до професійних захворювань, як приклад пневмонію.

Кількість пилу в робочій зоні при роботі з дисперсними порошками металу вказаний в таблиці 16, це відповідає вимогам.

Таблиця 4.3 – Вміст пилу в робочій зоні при використанні дисперсних порошоків

Технологічна операція	Концентрація пилу, мг/м ³
Завантаження порошку в змішувач	180,8
Пресування заготовок	69,5
Сушіння	28,9

Якщо виникає запилення робочої зони, то негайно вмикається система проточно-витяжної вентиляції, ще присутня в цеху місцева витяжна вентиляція, вона відіграє роль видалення запиленого повітря й шкідливих виділень устаткування [13].

4.3 Освітленість

Згідно до ДБН В.2.5.28-2006 [14]. «Природне та штучне освітлення», на підприємстві немає важкої зорової роботи, тому необхідність спеціального освітлювального обладнання відсутня. Для повноцінного освітлення робочої зони достатньо природного і штучного освітлення [14].

4.4 Засоби індивідуального захисту

На підприємстві, де виготовляють спечені фільтри з порошку сталі 316L, системи індивідуального захисту (ЗІЗ) відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки працівників. Виробництво таких фільтрів пов'язане з різноманітними ризиками, тому важливо використовувати відповідні ЗІЗ для захисту від шкідливих впливів [15].

Захист органів дихання. Під час роботи з металевими порошками утворюється багато дрібних частинок, які можуть потрапляти в дихальні шляхи. Використання респіраторів або масок з фільтрами (рис. 4.2) допомагає запобігти вдиханню шкідливих частинок.



Рисунок 4.2 – Захисний респіратор зі змінними фільтрами марки ЗМ 6200

Захист очей та обличчя: захисні окуляри. Для захисту очей від металевих частинок, що можуть вилітати під час процесів обробки, зокрема пресування та спікання (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – Захисні окуляри марки Uvex i-5

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Щитки для обличчя: Додатковий захист обличчя від механічних впливів та можливих бризок розплавленого металу під час високотемпературних процесів (рис. 4.4) [16].



Рисунок 4.4 – Захисний щиток для обличчя марки Werc

Захист рук. Рукавички: використання термостійких та стійких до порізів рукавичок для захисту рук під час роботи з гарячими матеріалами та обладнанням (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – Термостійкі рукавиці для захисту рук марки sponsa serwa group

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Захист шкіри та тіла. Захисний одяг: Вогнестійкий та термостійкий одяг для захисту від високих температур і розплавлених матеріалів (рис. 4.6) [17].



Рисунок 4.6 – Захисний спецодяг марки sizam укрпрофзахист

Захист від шуму. Беруші або навушники: Використовуються для захисту від високого рівня шуму, який може виникати під час роботи обладнання для спікання та обробки металів (рис. 4.7).



Рисунок 4.7 – Протишумові навушники марки Haiser 118755

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Захист ніг. Безпечне взуття: Взуття з металевими носками та термостійкою підошвою для захисту ніг від важких предметів та високих температур (рис. 4.8).



Рисунок 4.8 – Захисні черевики з металевією пластиною марки BTMAN

Інші заходи безпеки. Навчання та інструктажі: Регулярні навчання щодо правильної експлуатації ЗІЗ та поведінки у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Регулярні медичні огляди: Профілактичні медичні огляди для виявлення можливих впливів шкідливих факторів на здоров'я працівників.

Забезпечення комплексного підходу до вибору та використання ЗІЗ на підприємстві, є необхідною умовою для збереження здоров'я та безпеки працівників [18].

4.5 Шум та вібрація

Під час роботи змішувача і пресів шум в цеху вище ніж допустимі норми, це може привести до часткової чи повної втрати слуху, погіршення пам'яті, запаморочення, збільшення втомлюваності і т. д., тому можливе погіршення продуктивності на робочому місці.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Щоб понизити рівень шуму використовуєть спеціальні кожухи, які виготовляють з сталі, дюралюмінію товщиною від 1 до 3 мм, також має місце фанера, на внутрішній стороні змонтовані звукопоглинальні матеріалізавтовшки 30 - 50 мм., які цілком закривають самі великі шумні агрегати.Ще застосовують засоби персонального захисту, антишумові навушники та беруші.

Також процес виготовлення фільтрів супроводжується постійною вібрацією та шумом. Постійний вплив вібрації призводить до професійного захворювання — вібраційної хвороби. Також постійний шум може призвести до часткової або повної втрати слуху.

Щоб знизити вплив вібрації на робочого та все обладнання застосовуємо способи віброгасіння. На обладнання яке виділяє вібрацію монтується динамічне навантаження, та саме обладнання встановлюємо на відокремлений віброізольований фундамет. Обладнання відділене від опорних конструкцій латексними прокладками, пружинами та іншими віброізоляторами.

4.6 Інфрачервоне випромінювання

Коренем інфрачервоної випромінюваності на підприємстві є сушильна установка. За встановлених температурних умов її роботи спектр має інфрачервоні лучі, довжина хвилі яких становить 1,8–3,5 мкм. Працівник обмежує свій час перебування в зоні інфрачервоного випромінювання для персонального захисту, час обмежується 15 хвилинам та теплоізоляції, також робочий забезпечений спецодягом Захистний одяг, зроблений з бавовняної тканини із вогнестійким покриттям, спільно з окулярами, обладнаними світлофільтрами, створюють умови праці на ділянці.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.7 Електробезпека

Згідно з вимогами щодо улаштування електроустановок, в цеху використовується обладнання, яке живиться від мережі з напругою 380 В, таке як змішувач, сушильна шафа, прес та токарні верстати. Відповідно до правил безпеки, приміщення цеху класифікується як приміщення III класу ступеня небезпеки, що означає особливу небезпеку ураження електричним струмом [19].

Враховуючи викладене, установки в цеху забезпечені захисним заземленням, що є обов'язковим за вимогами Правил улаштування електроустановок. Застосоване захисне вимкнення дозволяє автоматично відключати обладнання у разі небезпеки ураження струмом, якщо відбувається замикання фази на корпус чи в мережі виникає вища напруга. Додатково, кваліфікована особа періодично перевіряє стан ізоляції та електрообладнання на наявність пошкоджень або погіршення опору, а також стан захисного заземлення. Захист від ураження струмом підтримується за допомогою використання знаків безпеки, інструкцій та плакатів. Крім того, кожне обладнання та кожухи електроапаратури позначені написом "Висока напруга". Весь персонал пройшов інструктаж з техніки безпеки, що сприяє попередженню ураження електричним струмом на підприємстві [19].

4.8 Пожежна безпека

Відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 [19] «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою». Враховуючи використання тонко-дисперсних порошків металів і легковогнінних допоміжних матеріалів, виробництво класифікується за пожежною безпекою як категорія Б.

Джерелами загорання можуть бути: короткі замикання, що супроводжуються великим виділенням тепла; перевантаження проводів пристроїв, що призводить до сильного нагрівання струмоведучих проводів та

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

загоряння ізоляції; легкозаймисті рідини; пошкоджені електричні дроти; зношення та корозія обладнання; порушення правил використання матеріалів та обладнання.

Щоб запобігти займанню легкозаймистих речовин, таких як мастила, встановлені правила їхнього зберігання та використання. Ці матеріали зберігаються у металевій тарі, яка щільно закривається. [16].

Для ліквідації пожежі передбачено такі засоби пожежогасіння:

- автоматична система пожежогасіння;
 - у приміщенні розташований щит з протипожежним інвентарем згідно ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», а саме вогнегасники - 5 шт., ящик з піском - 2 шт., протипожежне покривало - 2 шт., багор або лом та гак - 3 шт., лопати - 4 шт., сокири - 3 шт;
 - пересувний вогнегасник ВВП-100;
 - пожежний кран;
- У кожному приміщенні є план евакуації (рис 4.9).

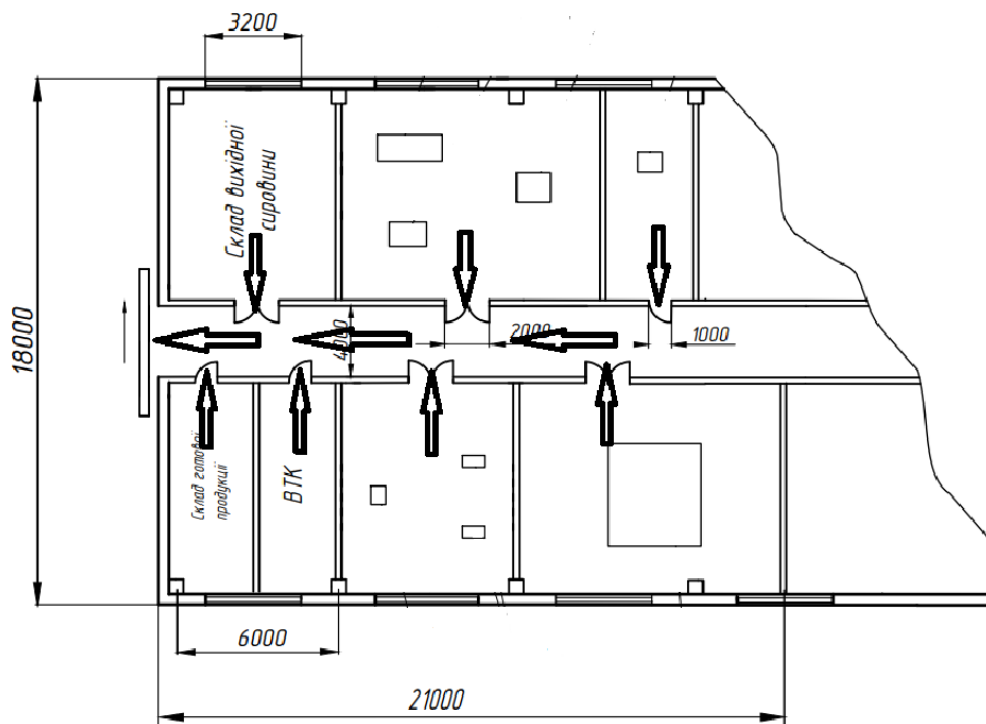


Рисунок 4.9 – План евакуації з приміщень робочої ділянки

де m_0 – кількість обслуговуваних об'єктів;

Пзм – кількість робочих змін протягом доби;

Кп – коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;

Ноб – норма обслуговування (кількість одиниць обладнання, що обслуговує один працівник).

В таблиці 5.1 розраховано та приведено баланс робочого часу усередньооблікового працівника.

Таблиця 5.1 – Баланс робочого часу середньооблікового працівника

Показники	Планові значення
Кількість календарних днів	365
Вихідні та святкові дні	125
Час на планово-попереджувальний ремонт, днів	12
Номинальний фонд робочого часу, днів	240
Невиходи на роботу, днів	30
з них:	
- відпустка	24
- захворювання	4
- дозволені законом	1
- з дозволу адміністрації	1
- прогули	0
- цілодобові простої	0
- страйки	0
Явочний робочий час, днів	200
Середня тривалість робочого дня, год	7,9
Внутрішньозмінні втрати робочого часу та простої, год	0,3
Робочі години	7,6
Плановий фонд робочого часу за рік, год	1520

Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову розраховується за формулою:

$$K_{п} = 100 / (100 - k),$$

$$K_{п} = 100 / (100 - 12.5) = 1,14.$$

де k – плановий процент невиходів на роботу (за даними табл. 5.1)

$$k = \frac{30}{240} \cdot 100 = 125.$$

Таблиця 5.2 – Чисельність основних і допоміжних робітників цеху

Професія, спеціальність	Кваліфікаційні й розряд	Явочна чисельність по змінах			Загалом на добу	Коефіцієнт переведенн явочної чисельності в облікову	Облікова чисельніст ь
		1- а	2- а				
Основні робітники							
Оператор змішувача, сушильної шафи, контроль якості продукції	3	1	1		2	1,14	3
Спікальник	6	1	2	2	6	1,14	7
Пресувальник	5	4	2	2	6	1,14	7
Токар	4	2	4		8	1,14	10
Разом		9	9	4	22		27
Допоміжні робітники							
Наладчик	6	1		-	1	1,14	2
Черговий слюсар- електрик	5	1		-	1	1,14	2
Транспортувальник- вантажник	2	1		-	1	1,14	2
Разом		3		-	3		6
Усього робітників		11	9	4	25		33

5.2 Визначення фонду заробітної плати

Витрати на заробітну плату є основним елементом собівартості продукції.

Вона складається з:

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

Основна заробітна плата – це оплата за виконану роботу згідно з встановленими нормами праці (норми часу, продуктивності, обслуговування,

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

посадових зобов'язань).

Додаткова заробітна плата – це оплата за роботу крім встановлених норм, за досягнення в роботі, за певні умови праці, за креативність розуму. Вона включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

До інших мотиваційних та компенсаційних оплат належать оплати за висновками праці за рік, премії стосовно спеціальних систем та положення, компенсаційні фінансові і матеріальні оплати, які не визначені актами законодавства та ін.

Практична організація оплати праці залежить від абсолютного державного рівня і договірних домовленостей, а також від індивідуальної оплати праці всіх окремих категорій працівників підприємства (робітників, службовців, фахівців, керівників).

Основними організаційно-правовими способами демонстрації диференціації заробітної плати працівників підприємств різних форм господарської діяльності є тарифна і кадрова системи, які мають елементи: Керівництво по тарифам і кваліфікації. Керівництво по кваліфікації керівників, фахівців і посад співробітників. Тарифна сітка і тарифи. Офіційний тарифний план або Єдина тарифна сітка.

Типовий тарифний графік для працівників різних підприємств і організацій України наведені 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		0,088	0,116	0,146	0,181	0,269	0,092	0,108
- відносне		8,8	10,7	12,1	13,4	17,6	5,1	5,7

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Його абсолютне значення визначається відповідно до мінімальної заробітної плати, встановленої державою, тобто менше мінімальної заробітної плати, а мінімальна заробітна плата менше стандартної кількості відпрацьованих годин. Таким чином, якщо погодинна ставка компанії першої категорії встановлена в розмірі 28,31 грн, то 2. Курс категорії 30,8 грн, 3. 34,1 грн і т.д.

У таблиці 5.4 наведено приклад розрахунку фонду заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу, а в таблиці 5.5 показані основні та допоміжні працівники.

Таблиця 5.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
Керівники			
Начальник цеху	1	11000	132000
Майстер	2	8500	204000
Разом	2		336000
Спеціалісти			
Провідний Інженер-технолог	1	7500	102000
Разом	1		102000
Службовці та молодший обслуговуючий персонал			
Обліковець	1	5000	60000
Комірник	1	4500	54000
Прибиральник	1	4000	48000
Разом	3		162000
Усього по цеху	6		600000

Відповідно до тарифного плану розраховуються кошти на заробітну плату основних і підсобних працівників.

Розрахунки показані в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок фонду заробітної плати основних і допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, тис. грн. (3×6)	Розрахунок додаткової заробітної плати, тис. грн					Загальний фонд заробітної плати, тис. грн. (7+12)
				Одного робітника	Усіх		Надбавки та доплати				Разом (8+9+10+11)	
							Премії (15% від основної заробітної плати)	За роботу в особливих умовах (5%)	Оплата відпусток (10%)	Інші доплати та надбавки (5%)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основні (технологічні) робітники												
Оператор змішувача, сушильної шафи, контролю якості продукції	3	34,1	3	1520	4506	153,654	23,05	7,68	19,529	9,764	67,35	263,64
Пресувальник	5	43,34	6	1520	6080	395,26	59,289	19,76	39,52	19,76	138,33	533,59
Спикальний	6	50,96	6	1520	1520	464,75	69,71	23,24	46,78	23,24	162,97	627,7
Токар	4	38,72	8	1520	3040	470,83	70,62	23,54	47,08	23,54	164,78	635,61
Разом						1484,49					653,7	2060,54
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Наладчик	6	50,96	3	1520	4788	244	36,6	12,2	24,4	12,2	85,4	329,4
Черговий слюсар-електрик	5	43,34	3	1520	4788	207,5	31,1	10,4	20,8	10,4	72,7	280,2
Вантажник	2	30,8	3	1520	4788	147,5	22,13	7,4	14,8	7,4	51,7	199,2
Разом						599					209,8	808,8
Усього по цеху (виробничій дільниці)						2083,49						2869,34

ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ

Змін. Арк. Неодкум. Підпис Дата

5.3 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці розраховується як відношення річного виробництва всіх працівників цеху до бухгалтерського персоналу.

Отже, продуктивність праці (П) - це річна кількість продукції, виробленої на одного працівника цеху.

$$M = \frac{G}{\Sigma_{\text{ч}}},$$
$$П = 7240/17 = 425 \text{ кг/особу.}$$

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

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

5.4 Розрахунок капітальний вкладень

Капітальні вкладення у виробничі фонди проектного цеху включають капітальні вкладення в основні засоби (Придбання обладнання, інструментів, інструментів, інвентарю, будівельно-монтажні роботи) і капітальні вкладення в основні засоби (витрати на створення матеріально-технічної бази, витратні матеріали, запасні частини для регулярного ремонту обладнання і т.д.), що знаходяться в обігу.) Складатися.). Ми приймаємо установку і введення в експлуатацію в розмірі 10% від вартості і ціни транспортного обладнання. Розрахунок капітальних витрат на обладнання наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок капітальних витрат на обладнання

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, одиниць	Вартість за одиницю, тис.грн	Загальна вартість, тис.грн	Витрати на транспортування та монтаж, тис.грн	Всього, тис.грн
Основне технологічне устаткування					
Дозатор «Prolibitz-5»	1	2	2	0,2	2,2

Продовження таблиці 5.6

Шнековий змішувач WAMGROUP WBH	1	5	5	3	8
Обладнання для контролю якості виробів Porometer 3G zcar	1	0,5	0,5	0,25	0,75
Прес кд 2322	1	25	25	5	30
Сушильна установка Nabertherm TR 60 - TR 1050	1	8	8	2	10
Піч Carbolite Gero HTRH 100- 600/17	1	400	400	40	440
Токарний верстат FDB MASCHINEN TURNER 180X300 VARIO	2	50	100	4	104
Разом основне технологічне устаткування					594,95
Допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					
Електроштаблер ЕШ-188М	3	20	60	6	66
2. Інвентар	-	-	50	5	55
Ваги марки РП-150 Ц 13	2	8	16	1,6	17,6
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					138,6
Загалом по дільниці (виробничій дільниці)					733,55

Капітальні вкладення в Промислові будівлі і споруди визначаються на основі середнього стандарту обсягу ділянки і вартості будівельних конструкцій і промислової розводки.

Ми визначаємо капітальні вкладення в будівництво підприємства. Завдовжки -39 м, ширина -18 м, висота -6 м. Капітальні вкладення в будівельно-монтажні роботи визначаються виходячи з площі та обсягу ділянки, а також стандартної вартості будівельно-санітарних робіт на 1 м будівлі. Також необхідно враховувати вартість будівництва фундаменту і обладнання ділянки. Розрахунки капітальних вкладень (враховуючи середні ринкові ціни на елементи будівельно-монтажних робіт) на будівництво цеху приведені в таблиці 5.7.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Таблиця 5.7 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво цеху

Елементи капітальних вкладень	Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м ³	Вартість	
			Одиниці, грн	Загальна, тис.грн
1. <i>Виробничі приміщення</i>	м ³	1440	600	864
1.1 Водопостачання			4,0	5,76
1.2 Каналізація			3,5	5,04
1.3 Електропроводка			6	8,64
1.4 Вентиляція			6,0	8,64
Всього			892,08	
2. <i>Побутові приміщення</i>	м ³	720	500	360
Водопостачання			5	3,6
Каналізація			12	8,64
Електропроводка			7,0	5,04
Вентиляція			9,0	6,48
Всього			383,76	
3. Зовнішній благоустрій				10
4. Невраховані витрати				90
Загальна вартість будівлі			1375,84	

Розрахуємо коефіцієнт оборотного капіталу. Самим великим є доступний запас матеріалів.

Середній поточний запас (Z_M) визначаємо за формулою:

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

де M_D – середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн;

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

Середня витрата матеріалів за 1 день визначається як вартість необхідної кількості основних і допоміжних матеріалів, сировини і запасних

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

частин на рік, інвентар, робочий одяг і т.д., ділиться на 240 (де 240 - розрахункова кількість днів у році).

$$Z_m = 2109390 \cdot 30 / 240 \cdot 2 = 131837 \text{ грн.}$$

Вартість всіх інших елементів загального стандарту оборотного капіталу (транспортування, підготовка і підготовка матеріальних запасів; незавершені роботи; витрати на майбутні періоди; Готова продукція інвентарю і т.д.) приймається на рівні 4094,94 тис.грн, що становить 50% від розрахункового нормативу поточного запасу. Загальна сума капітальних вкладень при формуванні оборотного капіталу дорівнює сумі витрат за всіма вказаними елементами.

Тому, загальний річний стандарт оборотного капіталу (N_{zag}) по об'єкту, що проектується, складе:

$$N_{zag} = 1,5 \cdot Z_m,$$

де Z_m – норматив поточних запасів;

$$N_{zag} = 1,5 \cdot 131837 = 197755 \text{ грн.}$$

Після цього розраховуємо загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 5.8).

Таблиця 5.8 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Сума	
	тис. грн.	%
1. Будівлі: Виробничі	892,08	34,46
1.2. Побутові	383,76	14,82
2. Устаткування Основне технологічне	733,55	28,33
2.2. Допоміжне та підйомно-транспортне	138,6	5,35
3. Норматив оборотних коштів	441	17,03
Всього капіталовкладень у виробничі фонди	2589	100%

5.5 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Щоб визначити економічну доцільність прогнозованого виробництва певних видів продукції, розраховуються витрати компанії, які представляють собою грошове уявлення її витрат на виробництво і продаж цих продуктів. Процес розрахунку вартості певного виду продукції називається розрахунком. У промисловості номенклатура таких статей найчастіше використовується для розрахунку 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;
- інші виробничі витрати;
- адміністративні витрати;
- витрати на підготовку та освоєння нового виробництва;
- -позавиробничі витрати на збут продукції.

Сума перших 9 статей - це собівартість продукції, а всі 12 статей-це загальна вартість виробленого продукту.

Для кожного обчислювального об'єкта підбирається одиниця розрахунку - одиниця кількісного виміру. Розрахункова одиниця продукції передбачуваного заводу-виробництва продукції порошкової металургії, спечених виробів і композитних матеріалів - 1 тонна, 1 кг, 1 виріб.

На етапі проектування виконується плановий Розрахунок виробничих витрат, що дозволяє виконати техніко-економічне обґрунтування розробленого проекту цеху або виробничого майданчика.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

5.6 Розрахунок витрат на сировину і матеріали

Вартість сировини розраховується як сума норми споживання різних видів сировини (відповідно до матеріального балансу в таблиці 24) і ціни за одиницю відповідних видів сировини. Готовий розрахунок проводиться за формою (табл. 6.4).

Значення коефіцієнта, що враховує жовтневі додаткові транспортні та закупівельні витрати, рекомендується брати на рівні 1.1.

Таблиця 6.4 – Розрахунок вартості сировини основних і допоміжних матеріалів на річну виробничу програм

Найменування видів сировини і матеріалів	Одиниця виміру	Витрати на річну програму	Оптова ціна за одиницю, грн.	Коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати	Сума за річну потребу, тис.грн.
Сировина та основні матеріали					
Порошок AISI 316L	кг	7240,8	60	1,1	477,892
ПЕГ	кг	100	7	1,1	0,77
Всього вартість сировини та матеріалів					448,662

5.7 Витрати на паливо та енергію

Цей пункт розрахунку включає вартість річної вартості технічних енергоносіїв, таких як електрика, природний газ, пара, стиснене повітря та гаряча вода. Енергоносій. Сума витрат розраховується на основі критеріїв витрачання певних джерел енергії, а також поточних тарифів і цін.

При відсутності нормативів енергоспоживання використовується метод розрахунку, який визначається витратою таких ресурсів, встановленою потужністю струмового колектора, планованим часом роботи відповідного обладнання і коефіцієнтом втрат потужності.

Вартість витрат на електроенергію для освітлення та обладнання становить

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

2,62 грн за кВтг. Дані про споживання енергії наведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Відомість витрат енергоносіїв (електроенергії, води)

Споживачі енергоносіїв	Вид енергоносія	Одиниця виміру	Річні витрати	Ціна електроенергії за 1 кВтг год	Вартість на рік, тис. грн
Операції у відповідності до технологічного процесу (технологічне та допоміжне устаткування)	електроенергія	кВтг год	1244,014	2,62	3259,316
Освітлення виробничих та побутових приміщень	електроенергія	кВтг год	13,029	2,62	34,135
Господарчо-санітарні потреби	технічна вода	тис. м ³	7	900	6,3
Всього					3299,752

5.8 Основна та додаткова заробітна плата

Пункт "Базова заробітна плата технічних працівників" включає витрати на робочу силу за тарифними ставками, розцінками на запчастини та офіційну заробітну плату працівників, які виконують технічні роботи безпосередньо для виробництва продукції.

Стаття "Надбавки технічним працівникам" містить надбавки, пов'язані з виконанням виробничих обов'язків і функцій. жовтень 2011 р стаття "Надбавки технічним працівникам" містить надбавки, пов'язані з виконанням виробничих обов'язків і функцій. Виплата допомоги та компенсацій, передбачених чинним законодавством. Встановлюється на рівні 5-20% від базової зарплати.

Професійний і кваліфікаційний склад технічних працівників залежить від

									Арк.
									85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ				

даних підприємства, на якому студент проходив практику до закінчення навчання, або від кількості працівників, зазначених у стандартах обслуговування технічного обладнання (як воно буде розміщено на робочому місці).

Вони вважаються виробничим персоналом. жовтня Жовтня для визначення бухгалтерського персоналу, регулярного і додаткового відпустки для 10-річних дітей, лікарняного, додаткової кількості персоналу для компенсації скороченого робочого дня і т.д. з урахуванням цього кількість розміщень збільшується в 1,14 рази. Втрата робочого часу.

Розрахунок фонду оплати праці основних і підсобних працівників наведено в організаційному розділі (Таблиця 5.5). Загальний фонд базової та надбавки до заробітної плати технічних працівників жовтня становить 2060540 грн.

Єдиний соціальний внесок

Ця стаття містить обов'язкові відрахування на державне соціальне забезпечення. З 1/1/2016 року частка ЄСВ становить 22%. Від базової та Жовтневої суми доплати. Основою для розрахунку ЄСВ є загальний фонд заробітної плати цеху.

Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Стаття" витрати на технічне обслуговування та експлуатацію обладнання " є вичерпною і охоплює повну реконструкцію виробничого обладнання, амортизацію при підйомі транспортного засобу. Всі види витрат на ремонт і технічне обслуговування.

Потрібно поррахувати всі капітальні витрати.

Основа вартості цієї статті визначається кожним підприємством як відсоток від "базової заробітної плати технічних працівників" або балансової вартості всього технічного, допоміжного та підйомного обладнання.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При відсутності даних по аналогічних підприємствах Даний критерій прийнятний на рівні 0,3% від розрахункових капітальних витрат на такі основні засоби (таблиця 6.1):

$$733,55 * 0,3 = 220,065 \text{ тис. грн.}$$

Загальновиробничі та загальногосподарські витрати

Ця стаття про розрахунки планування включає:

- Амортизація основних засобів і нематеріальних активів для загальнопромислових цілей;
- Витрати на управління виробництвом на проєктованих виробничих об'єктах (франшизи для персоналу цеху або управління на місцях, витрати на відрядження, плата за управління цехом або місцем проведення громадських заходів).;
- Витрати на технічне обслуговування, експлуатацію та ремонт основних засобів загальнопромислового призначення;;
- вартість вдосконалення технології та організації виробництва;;
- Вартість освітлення, опалення, водопостачання на промислових підприємствах;
- Охорона праці, безпека та охорона навколишнього середовища і т.д. витрати.

Загальні виробничі та загальні економічні витрати встановлені в розмірі 180% від вартості статті " Базова заробітна плата технічних працівників: $1867,7 * 1,75 = 3268,5$ тис. грн.

5.9.1 Втрати внаслідок технічно неминучого браку та інші виробничі витрати

При розрахунку виробничих витрат "збитки через технічно неминучі дефекти" та "інші виробничі витрати" часто об'єднуються в одну статтю витрат.

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

"Загальні виробничі витрати". Критерії цих витрат встановлюються на основі даних компаній-аналогів, якщо ці дані не знаходяться на наступному рівні.:

"Збитки через неминучі технічні дефекти" та "інші виробничі витрати" становлять 10% від базової заробітної плати технічних працівників:

$$1867,7 * 0,1 = 186,8 \text{ тис. грн.}$$

Адміністративні витрати

Пункт розрахунку "Адміністративні витрати" включає витрати на утримання та управління бізнесом: винагороду співробітників управлінського персоналу підприємства та відрахування на громадські заходи;

Технічне обслуговування, ремонт і утримання основних фондів всього заводу; витрати на навчання і перепідготовку персоналу; оплата банківських послуг; страхування майна підприємства; витрати на охорону і протипожежний захист; податки та інші обов'язкові платежі і т. д.

Вартість цієї статті витрат визначається стандартами підприємств-аналогів, оскільки на різних підприємствах витрати на управління знаходяться в діапазоні 60% від базової заробітної плати технічних працівників: $1867,7 * 0,6 = 1120,6$ тис. грн.

Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва

Цей пункт включає в себе витрати:

- Для підготовки і розробки нових продуктів;
- Для розробки нових технологічних процесів;
- Впровадження у виробництво нових цехів, станцій і окремих агрегатів; ці стандарти витрат встановлюються на основі даних

На аналогових підприємствах і в тому випадку, якщо пункт "Базова заробітна плата технічних працівників" відсутній на рівні 40% його вартості:

$$1867,7 * 0,4 = 747,08 \text{ тис. грн}$$

					ФН-301.9103.4203.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

5.9 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);
- Витрати на гарантійний ремонт та гарантійне обслуговування;

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

5.10 Складання планової калькуляції собівартості продукції

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проєкту планова калькуляція собівартості продукції (табл. 5.8).

Таблиця 5.8 – Планова калькуляції собівартості річного обсягу виробництва продукції

Статті витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Планова ціна за одиницю, грн.	Витрати на річну програму, тис. грн.
1	2	3	4	5
1. Основні матеріали				
Порошок AISI 316L	кг	7240,8	60	477,892
1.3 Пластифікатор ПЕГ	кг	100	7	0,77
2. Паливо та енергія для технологічних цілей				
Електроенергія	кВт-год	18164,1	2,62	47,6
3. Основна заробітна плата технологічних робітників		1876,7		1484,49
4. Додаткова заробітна плата технологічних робітників		653,7		599
5. Єдиний соціальний внесок (22%)		554,7		458,37
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування		225,24		225,24
7. Загальновиробничі та загальногосподарські витрати		3268,5		3268,5

Продовження таблиці 5.8

8. Втрати внаслідок технічного неминучого браку	186,8	186,8
9. Адміністративні витрати	1120,6	1120,6
10. Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва	747,08	747,08
11. Позавиробничі витрати на збут продукції	1088,1	1088,1
12. Інші виробничі витрати	50	50
Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції		9754,44

Річна продуктивність цеху становить 7240,8 кг, маса виробу складає 14,48 г., то річна продуктивність відповідно 500000 шт./рік

Тому повна собівартість 1 кг продукції складає $9754440/7240,8=1347,15$ грн/кг, або $9754440/500000 = 19,50$ грн/шт.

Оцінка ефективності проєктних рішень

Порівняння здійснюються за цими показниками:

- Трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності живої праці);
- Капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- Період окупності капітальних витрат.

Трудомісткість продукту визначається як відношення кількості витраченої праці до загальної кількості виробленого продукту. Технічна складність виробничої одиниці розраховується як сума часу, витраченого на індивідуальне виконання технічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (Т) у нормо-годинах можна вирахувати за формулою:

$$T = \frac{Ч_{\text{тех}} \cdot \Phi^{\text{пл}}}{Q},$$

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

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.

$$T = 27 \cdot 1520 / 500000 = 0,082 \text{ нормо-годин/кг}$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції (K_G) визначається як величина загальних капітальних витрат ($K_{заг}$) у будівництво або реконструкція цеху з технічного переозброєння виробництва на плановий річний обсяг виробництва:

$$K_G = \frac{K_{заг}}{G},$$

$$K_Q = 5943100 / 500000 = 11,88 \text{ грн/кг.}$$

Річний грошовий потік розраховується як сума чистого прибутку і амортизаційних відрахувань, встановлених за рік експлуатації об'єкта, спроектованого студентом:

$$ГП_p = 0,82 \cdot (Ц - C_n) \cdot G + \sum A,$$

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

$Ц$ – ринкова ціна одиниці продукції, грн;

C_n – повна собівартість одиниці продукції, грн;

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

Загальна річна сума амортизації розраховується на основі вартості основних засобів і встановленої норми амортизації (табл. 6.7).

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Таблиця 6.7 – Розрахунок сум річних амортизаційних відрахувань

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

$$ГП_p = 0,82 \cdot (205 - 19,50) \cdot 7240,8 + 546180 = 1647578 \text{ грн.}$$

Найбільш поширеним показником економічної ефективності капітальних вкладень в нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового обладнання або технологій є еталонний період окупності капітальних вкладень ($\Pi_{ок}$):

$$\Pi_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p},$$

де $ГП_p$ – річна сума грошового потоку, грн;
 $\Pi_{ок}^н$ – нормативний період окупності, 3-7 років.

$$\Pi_{ок} = \frac{1647578}{768550,22} = 2,143 \text{ роки}$$

Робимо висновок, що розроблений проєкт є економічно доцільним.

Всі витрати на створення виробництва осередь кільцевої форми окупаються приблизно через 3 роки.

Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 5.9.

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.9 – Техніко-економічні показники спроектованого об'єкта

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
Річний плановий обсяг виробництва продукції (<i>G</i>)	кг	7240,8
Загальна площа цеху	м ²	360
Виробнича площа цеху	м ²	240
Капіталомісткість продукції (<i>K_G</i>)	грн	124,92
Загальна чисельність працівників	осіб	27
Загальний річний фонд заробітної плати	грн	2060540
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	7632
Річний виробіток на одного працівника	кг/особу	268,1
Технологічна трудомісткість продукції (<i>t</i>)	нормо-години/кг	0,082
Повна собівартість одиниці продукції	грн/кг	1347,15
Період окупності (Пок)	років	2,143

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було спроектовано дільницю по виробництву фільтрів для очищення агресивних рідин, продуктивністю 500000 шт/рік.

Обрано матеріал AISI 316L та технологічну схему для виготовлення, а також проведено матеріальний баланс та розрахунки по кількості обладнання.

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

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

Собівартість одиниці продукції становить 19,50 грн/шт. Період окупності виробництва 2,143 роки.

Звідси робимо висновок, що дане виробництво виявляється цілком рентабельним та прибутковим, оскільки нормативний період окупності становить 3-7 років.

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Сімонов Д.А.			ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Соловйова Т.О.					94	98
<i>Реценз.</i>						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-301		
<i>Н. Контр.</i>		Бірюкович Л.О.						
<i>Затверд.</i>		Богомол Ю. І.						

CONCLUSIONS

In the diploma project, a workshop for the production of filters for cleaning aggressive liquids was designed, with a capacity of 500,000 pcs/year.

The material AISI 316L and the technological scheme for manufacturing were selected, as well as the material balance and calculations of the number of equipment were carried out.

After conducting an analysis of the production, namely: microclimate, lighting, vibration, noise, electrical safety and fire safety. All of the above is within acceptable standards. It was decided that if the above rules are followed, the company does not violate the rules and measures on labor protection.

An organizational and economic analysis of the expediency of this diploma project was carried out and it was found that this research is expedient and profitable from an economic point of view.

The unit cost of production is UAH 19.50/pc. The production payback period is 2.143 years.

Hence, we conclude that this production is quite profitable and profitable, since the standard payback period is 3-7 years.

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	CONCLUSIONS					
Розроб.		Сімонов Д.А.						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевір.		СоловйоваТ.О.						95	98	
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-301		
Н. Контр.		Бірюкович Л.О.								
Затверд.		Богомол Ю. І.								

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Федорченко И.М. Порошковая металлургия, материалы, технология, свойства, области применения [Текст] / И.М Федорченко, И.Н. Францевич, И.Д. Радомысельский и др. – Київ. : «Наукова думка», 1985. – 625 с.

2. Классификация свойств пористых материалов [Текст] / П. А. Витязь, В. К. Шелег, В. М. Капцевич, В. В. Савич. – Порошковая металлургия. – 1986. – № 12. – С. 72–79.

3. Pore classification in the characterization of porous materials: A perspective [Electronic resource] / Borislav Zdravkov[et al.] // Open Chemistry. – 2007. – Vol. 5, no. 2. – P. 385–395. – Mode of access: <https://doi.org/10.2478/s11532-007-0017-9>. – Title from screen. – Date of access: 28.05.2024

4. Луцюк І. В. Значення оксидів магнію та заліза у фомуванні фазового складу керамзитового гравію [Текст] / І. В. Луцюк, І. В. Солоха. – Львів : Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2007. – С. 337–340. – Бібліографія: 5 назв.

5. Евтеев А. А. Особенности спекания керамики в системе оксид алюминия–диоксид циркония с добавками эвтектических составов [Текст] / А. А. Евтеев, Д. О. Лемешев Н. А. Макаров. – Техника и технология силикатов, 2013. – С. 2 – 7.

6. Шуба І. В. Керамічні наповнювачі на основі системи $Al_2O_3-SiO_2-ZrO_2$ для стоматологічних композиційних матеріалів [Текст] / І. В. Шуба . – Харків: Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» , 2009. – С. 26

7. Либенсон Г.А. Порошковая металлургия [Текст] / С.С. Кипарисов, Г.А. Либенсон. – Москва. : «Металлургия», 1980. – 496 с.

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сімонов Д.А.</i>			ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>СоловйоваТ.О.</i>					96	98
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-301</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бірюкович Л.О.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Богомол Ю. І.</i>						

8. Степанчук А.Н. Технология порошковой металлургии [Текст] / А.Н. Степанчук, И.И. Билык, П.А. Бойко. – К.: Выща шк., Головное изд-во, 1989. – 415 с.

9. Дослідження параметрів виробничого шуму і визначення ефективності звукоізоляції [Електронний ресурс] / А.Н. Герасименко. – Режим доступу: <https://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/Лаб-12-шум.pdf>. – Назва з екрану. – Дата доступу: 28.05.2024.

10. Особливості віброімпульсного формування трубчастих фільтрів з порошку титану / Г. А. Баглюк, В. В. Іващенко // Journal of Mechanical Engineering NTUU "Kyiv Polytechnic Institute". – 2016. – Vol. 62. – P. 162-164. – Mode of access: <https://doi.org/10.20535/2305-9001.2011.62.70412>. – Title from screen. – Date of access: 28.05.2024.

11. Причепя І. В. Економіка та організація виробництва [Текст] / Л. П. Руда, І. В. Причепя. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 186 с.

12. Пожежна безпека на підприємстві [Електронний ресурс] / А.В. Любко. – Режим доступу: <https://profiteh.ua/pozhezhna-bezpeka-na-pidpriemstvi-pravyla-ta-orhanizatsiia/>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 28.05.2024.

13. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Текст] : ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний з 1999-12-01]. – Київ : Міністерство охорони здоров'я, 1999. – 14 с.

14. Державні будівельні норми України .Природне та штучне освітлення. [Текст] : ДБН В.2.5.-28-2006. – [Чинний з 2006-05-15]. – Київ : Мінбуд України , 2006. – 76 с.

Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. [Текст] : ДБН В.2.5.-28-2006. – [Чинний з 2006-05-15]. – Київ : Мінбуд України , 2006. – 78 с.

15. Засоби індивідуального захисту [Електронний ресурс] / П.Н. Жовтенко.– Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/reports/dpju/24965/>. – Назва з екрану. – Дата

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звернення: 28.05.2024

16. Засоби індивідуального захисту на підприємстві [Електронний ресурс] / І.Н. Іващенко. – Режим доступу: <https://op.expertus.com.ua/recommendations/2032>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 28.05.2024

17. Спец одяг, захист тіла від небезпечних факторів на виробництві [Електронний ресурс] / Ю.В. Хомутович. – Режим доступу: https://specgr.com.ua/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwsaqzBhDdARIsAK2gqnexZK iIpNtriYARTkhTqDVQdoCFYAVZM2bf0gOhvF0H2ek3hRHQTeIaApP1EALw_wc B. – Назва з екрану. – Дата звернення: 28.05.2024

18. Робота на виробництві: що таке техніка безпеки та які бувають захисні засоби [Електронний ресурс] / Д.П. Камінський. – Режим доступу: https://mukachevo.net/news/robo-ta-na-vyrobnytstvi-shcho-take-tekhnika-bezpeky-ta-ia-ki-buvaiut-zakhysni-zasoby_6082069.html. – Назва з екрану. – Дата звернення: 28.05.2024

19. Про затвердження правил улаштування електроустановок [Електронний ресурс] / Л.І. Бурдяк. : Наказ міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017. № 476: станом на 28 трав. 2024 р. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0476732-17#Text>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 28.05.2024

					ФН-301.9103.4203.003.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

Фор.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ФН-301.9103.4203.003.02АС	Апаратурно - технологічна схема		
		1		Дозатор Prolibitz- 5	1	
		2		Змішувач WAMGROUP WBH	1	
		3		Механічний прес КД 2322	1	
		4		Сушильна шафа Nabertherm TR 60		
		5	ФН-301.9103.4203.003.03СА	Піч для спікання HTRH 100-600/17	1	
		6		Токарний верстат FDB MASCHINEN	2	
		7		Обладнання для контролю якості Porometer 3G zcap	1	

			ФН-301.9103.4203.003.02АС		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив	Сімонов Д.А.				АПАРАТУРНО – ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА
Перевірів	Соловйова Т.О.				
Реценз					
Н. контр.	Бірюкович Л.О.				
Затверд.	Богомол Ю.І.				
			Лім.		Аркуш
			99		Аркушів
			1		
КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-301					

