

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Юрій БОГОМОЛ

“ ” _____ 2023 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів»
спеціальності 132 «Матеріалознавство»
на тему: «Виробництво ріжучого інструменту для обробки сірого чавуну»

Виконав: студент 4 курсу, групи ФН-91

Ващук Віталій Владиславович

Керівник:

доцент, к. т. н., доцент Троснікова І. Ю.

Консультант з розділу охорони праці:

професор, д. т. н. Левченко О. Г.

Консультант з організаційно-економічного розділу:

доцент, к. е. н. Нараєвський С. В.

Нормоконтроль:

доцент, к. т. н., доцент Бірюкович Л. О.

Рецензент:

завідувач каф. ЛВ, д.т.н., професор Ямшинський М. М.

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

Студент _____

Київ – 2023 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

[illegible]

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
«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Ващуку Віталію Владиславовичу

1. Тема проєкту «Виробництво ріжучого інструменту для обробки сірого чавуну», керівник проєкту Троснікова Ірина Юріївна, доцент, к. т. н., затверджені наказом по університету від «01» червня 2023 р. № 2122-с.

2. Термін подання студентом проєкту 21.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проєкту: аналіз сучасного стану виробництва ріжучого інструменту для обробки сірого чавуну; матеріал та технологічний процес виробництва має забезпечувати високі фізико-механічні властивості та техніко-економічні показники у порівнянні з вже існуючими; плановий обсяг виробництва 40 т/рік.

4. Зміст пояснювальної записки

Технологічний розділ:

- вибір і обґрунтування технологічного процесу;
- опис технологічного процесу;
- розрахунок і складання балансу матеріалів;
- вибір і розрахунок кількості обладнання.

Будівельний розділ:

- спроектувати план ділянки та розмістити обладнання в ній.

Спеціальний розділ:

- розрахувати прес-форму для формування БНП;

Розділ охорони праці:

- визначити шкідливі та небезпечні виробничі фактори;
- розробити заходи для попередження впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів;
- розробити заходи протипожежної безпеки та захисту навколишнього середовища.

Організаційно-економічний розділ:

- обґрунтувати необхідну чисельність робітників та управлінського персоналу, розмір фонду їх заробітної плати, визначити показники продуктивності праці;
- довести, що розроблений проєкт ефективний.

5. Перелік графічного матеріалу:

- актуальність проєкту; технологічна схема виробництва БНП;
- апаратурно-технологічна схема;
- прес-автомат;
- план ділянки по виготовленню БНП;
- техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорони праці	Левченко О. Г., професор		
Організаційно-економічний	Нараєвський С. В., доцент		

7. Дата видачі завдання 01.05.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Літературний та патентний пошук	01.05.23 - 08.05.23	
2	Технологічний розділ	09.05.23 - 16.05.23	
3	Будівельний розділ	17.05.23 - 18.05.23	
4	Спеціальний розділ	19.05.23 - 21.05.23	
5	Розділ охорони праці	22.05.23 - 27.05.23	
6	Організаційно-економічний розділ	28.05.23 - 31.05.23	
7	Виконання графічної частини проєкту	01.06.23 - 04.06.23	
8	Оформлення пояснювальної записки	05.06.23 - 11.06.23	

Студент

_____ Віталій ВАЩУК

Керівник проєкту

_____ Ірина ТРОСНІКОВА

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту**

на тему: «Виробництво ріжучого інструменту для обробки сірого чавуну»

Київ – 2023 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт складається із пояснювальної записки, що містить: стор. – 102, рис. – 12, табл. – 21, літ. – 36 і графічної частини із 3 креслень.

БАГАТОГРАННІ НЕПЕРЕТОЧУВАНІ ПЛАСТИНИ, ПОРОШОК, РІЗУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, СПІКАННЯ, ТВЕРДИЙ СПЛАВ

Мета дипломного проєкту: виробництво різучого інструменту з твердих сплавів для обробки сірого чавуну з плановим обсягом 40 т/рік.

У дипломному проєкті підібрано та обґрунтовано схему технологічного процесу виготовлення багатогранних непереточуваних пластин, проведено розрахунки кількості необхідних матеріалів для виготовлення БНП та проведено вибір технологічного обладнання з встановленням його необхідної кількості. Також розраховано площу виробничої ділянки та побудовано її план з розміщенням обладнання. У спеціальному розділі розраховано прес-форму. У розділі охорони праці зроблено аналіз умов праці, розглянуто та визначено параметри шкідливих та небезпечних факторів, розроблено заходи, спрямовані на усунення та попередження впливу небезпечних факторів. У організаційно-економічному розділі розраховано витрати електроенергії, чисельність персоналу і середня заробітна плата, необхідні для забезпечення технологічного процесу та обґрунтовано рентабельність розробленого проєкту з терміном окупності 1,3 роки.

Об'єктом дослідження є БНП з твердого сплаву ВК для обробки сірого чавуну.

Предмет дослідження: техніко-економічні параметри виготовлення багатогранних непереточуваних пластин.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.	Ващук В.						
Перевір.	Троснікова І. Ю.						
Конс.							
Н. Контр.	Бірюкович Л.О.						
Затверд.	Богомол Ю. І.						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						7	102
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91		

ABSTRACT

The graduation project for the educational-professional program consists of an explanatory note, which includes: 102 pages, 12 pictures, 21 tables, 36 references, and a graphical part with 3 drawings.

POLYHEDRAL NON-REGRINDABLE PLATES, POWDER, CUTTING TOOL, SINTERING, HARD ALLOY

The aim of the graduation project is to produce cutting tools made of hard alloys for processing gray cast iron with a planned volume of 40 tons per year.

The graduation project includes the selection and justification of a technological process scheme for manufacturing polyhedral non-regrindable plates, calculations of the required amount of materials for producing the non-regrindable plates, and the selection of the necessary technological equipment. Additionally, the production area is calculated and a layout with equipment placement is constructed. A special section includes the calculation of the press mold. The occupational safety section analyzes working conditions, examines and determines parameters of harmful and hazardous factors, and develops measures aimed at eliminating and preventing the impact of these hazardous factors. In the organizational-economic section, the costs of electricity, personnel size, average wages necessary to support the technological process are calculated, and the profitability of the developed project is justified with a payback period of 1.3 years.

The object of research is polyhedral non-regrindable plates made of VK hard alloy for processing gray cast iron.

The subject of research is the technical-economic parameters of manufacturing polyhedral non-regrindable plates.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ABSTRACT		
Розроб.	Ващук В.						
Перевір.	Троснікова І. Ю.						
Конс.							
Н. Контр.	Бірюкович Л. О.						
Затверд.	Богомол Ю. І.						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						8	102
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91		

ЗМІСТ

ВСТУП	11
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	13
1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу	13
1.1.1 Вибір матеріалу	13
1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу	14
1.2 Опис технологічного процесу.....	18
1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції і технічних умов на неї	18
1.2.2 Вибір основних видів сировини і технічні умови на неї	19
1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів	32
1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання.....	43
1.4.1 Обладнання для дозування.....	44
1.4.2 Обладнання для змішування та розмелювання	47
1.4.3 Обладнання для сушки	44
1.4.4 Обладнання для пресування	48
1.4.5 Обладнання для спікання	51
1.4.6 Обладнання для механічної обробки	54
2 БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	57
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	61
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	66
4.1 Правові та організаційні основи охорони праці на підприємстві.....	66
4.2 Аналіз параметрів приміщення	66
4.3 Аналіз освітленості приміщення	67
4.4 Аналіз шкідливих факторів що виникають при роботі технологічного обладнання	68

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Ващук В.			ЗМІСТ			Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Троснікова І. Ю.								9	102
Конс.								КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91			
Н. Контр.		Бірюкович Л.О.									
Затверд.		Богомол Ю. І.									

4.5 Електробезпека.....	69
4.6 Пожежна безпека.....	70
4.7 Застосування індивідуального захисту.....	72
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	73
5.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників та їх заробітної плати	73
5.2 Визначення фондів заробітної плати	76
5.3 Розрахунок капітальних вкладень у виробничу діляницю	77
5.4 Визначення планової собівартості одиниці продукції	83
5.5 Розрахунок показників економічної ефективності проєктного рішення.....	89
ВИСНОВКИ.....	92
CONCLUSIONS	93
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	94
ДОДАТКИ.....	99

ВСТУП

Тверді металоцерамічні сплави широко використовуються для спеціальних інструментів, призначених для механічної обробки деталей з металів і композитів методом різання [1]. Головна функція такого інструменту полягає у відділенні шару матеріалу (допуску) від оброблюваної деталі або заготовки з утворенням стружки.

Високою твердістю, міцністю та зносостійкістю сплавів визначається ефективність та точність інструменту, його функціональність, продуктивність, стійкість (час безперервної роботи), а також надійність виробничого процесу загалом [2].

Металорізальний інструмент класифікується за конструктивними ознаками та виробничо-технологічними особливостями [3]. За конструкцією умовно розрізняють різальний інструмент двох типів: монолітний і зі змінними ріжучими елементами. Монолітний інструмент цілком виготовляється з твердого сплаву, швидкорізальної сталі (HSS – high-speed steel), або у комбінованому варіанті: з твердосплавними вставками в тіло з інструментальної сталі. Конструкція інструменту зі змінними елементами характеризується наявністю двох частин, що механічно з'єднуються: тіла і кінцевої ріжучої пластини з твердосплавного матеріалу [4].

По виробничо-технологічним особливостям металорізальний інструмент відрізняється кількістю робочих ріжучих поверхонь (кромки, граней), виготовлення яких, поруч із іншими матеріалами, широко застосовуються тверді сплави різних марок [5]. Найпоширенішим і найвідомішим металорізальним інструментом з однією ріжучою кромкою на твердосплавній напайці або пластині є токарний класичний різець. До інструментів з двома та більш ріжучими гранями відносять усі типи фрез, сверл тощо.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Ващук В.				ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Троснікова І. Ю.						11	102
Конс.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91		
Н. Контр.	Бірюкович Л. О.							
Затверд.	Богомол Ю. І.							

З твердих сплавів виготовляють різальний інструмент різної конструкції та функціональності, призначений для механічної обробки металу та композиційних матеріалів [1]. Сплави виробляють методом порошкової металургії, який полягає у формуванні, пресуванні та спіканні металевих порошків або композицій із металевих порошків з неметалевими [6]. При виробництві металокерамічних пластин для ріжучого інструменту використовується порошкова суміш із мікрочастинок карбідів твердих керамік та сполучного металу.

Тверді сплави є практично незамінними при виробництві ріжучого інструменту [6]. Їх використання забезпечує кращі показники у порівнянні з іншими матеріалами-аналогами. Однак, їхня висока вартість може бути одним з недоліків [6], але це не заважає їх популярності у виробництві ріжучих інструментів завдяки їхнім перевагам у твердості, міцності та зносостійкості.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу

1.1.1 Вибір матеріалу

Тверді сплави є основним інструментальним матеріалом, що забезпечує високопродуктивну обробку матеріалів різанням.

Загальна кількість ріжучого інструменту з твердого сплаву не перевищує 25 %, але через високу швидкість різання (у 2,5 – 3 рази вище в порівнянні з швидкорізальним інструментом) вони знімають до 65 % всієї стружки (з усього об'єму стружки, що знімається інструментами всіх інструментальних матеріалів). Стандартні тверді сплави складаються з тугоплавких сполук (карбідів вольфраму, титану та танталу) та сполучної фази (кобальт) і поділяються на три групи [7]:

- однокарбідні (вольфрамові, група ВК, (WC+Co));
- двокарбідні (вольфрамотитанові, група ТК, (WC+TiC+Co));
- трикарбідні (вольфрамотитанотанталові, група ТТК, (WC+TiC+TaC+Co)).

Для обробки сірого чавуну необхідний інструмент, який перевершує його за міцністю, твердістю та рядом інших параметрів. Для цього розробили та виготовляють такий матеріал, як твердий сплав ВК6, який використовується для обробки матеріалів різанням.

До складу цього матеріалу входять такі компоненти:

- карбід вольфраму;
- кобальт.

Розшифровка аббревіатури ВК6 говорить про те, що він складається з карбиду вольфраму та кобальту. Основу сплаву становить WC карбід вольфраму, а кобальт, який забезпечує зв'язок цих двох компонентів, не

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ		
Розроб.	Ващук В.						
Перевір.	Троснікова І. Ю.						
Конс.							
Н. Контр.	Бірюкович Л. О.						
Затверд.	Богомол Ю. І.						
					Літ.	Арк.	Аркуші
						13	102
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91		

перевищує 6%. По суті це композит. Властивості, які має цей твердий сплав, визначені саме цими карбідами.

Карбіди, являють собою керамічний матеріал, який забезпечує ріжучому інструменту твердість та стійкість до теплових деформацій [10].

Сплав ВК6 має такі характеристики: межа міцності 1800 Н/мм²; твердість HRC становить не менше 88.

Висока твердість цього матеріалу дозволяє обробляти сталі різних марок, у тому числі високолеговані, але разом з тим, він не витримує ударні навантаження.

1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу

Виготовлення твердих сплавів за технологією порошкової металургії виконують у наступній послідовності [7]:

1. Для отримання карбідів та чистого кобальту використовують технології їх відновлення з оксидів.

2. Для виробництва розмір часток не повинен перевищити 1-2 мкм. І можна отримати тільки на кульових млинах з подальшим просіюванням.

3. Перемішування компонентів у пропорціях, які відповідають хімічному складу сплаву.

4. Холодне пресування, для цього отриману суміш вносять клей, який забезпечує формування майбутнього виробу і збереження її до остаточної форми.

5. Передостання операція – це спікання. Цей процес відбувається за температури 1400 °С. Під час нагрівання після досягнення температури 800 – 850 °С клей вигоряє.

За максимальної температури кобальт переходить у рідкий стан і змочує частинки порошків карбідів.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У міру остигання кобальт починає кристалізуватися і відбувається з'єднання частинок.

6. Остання операція – це механічна обробка заготовок. Для цього застосовують інструмент із алмазним напиленням. Для покращення ріжучих властивостей виробу на них можуть наносити спеціальні покриття.

Найбільш вживаною технологією виробництва твердих сплавів та виробів з них є технологія, представлена нижче (рис. 1.1).

Також існує технологічна схема виробництва виробів з твердого сплаву, де перед остаточним спіканням із пластифікованих заготовок відганяють парафін за режимом, наведеним на рисунку 1.2.

На основі проведеного в роботі літературного аналізу можемо зробити висновок, що виробництво твердих сплавів трудомістке та високозатратне, але не зважаючи на дані недоліки, отриманий в результаті матеріал служить довго і поверхні, які оброблюються, отримуються більш чистими ніж при використанні швидкорізальної сталі.

Також використання твердих сплавів дає можливість використовувати високопродуктивні методи обробки, тим самим заощаджувати час обробки заготовки.

В якості твердого матеріалу пластин для обробки сірого чавуну було обрано вітчизняний твердий матеріал типу ВК марки ВК6.

Даний матеріал добре себе зарекомендував не тільки на вітчизняному просторі, але й на зарубіжному, де виготовляють аналоги даного матеріалу.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

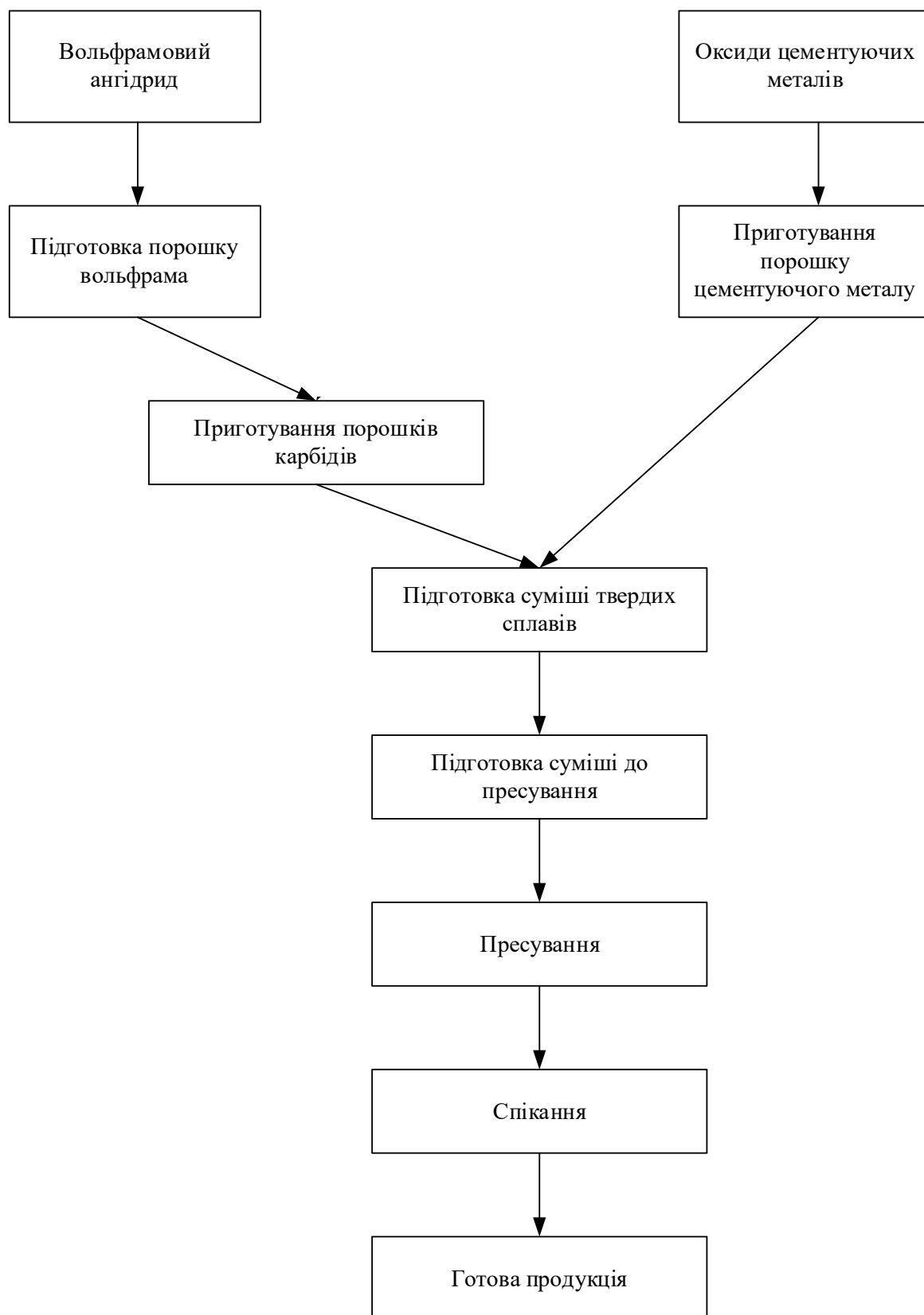


Рисунок 1.1 – Принципова схема виробництва твердих сплавів

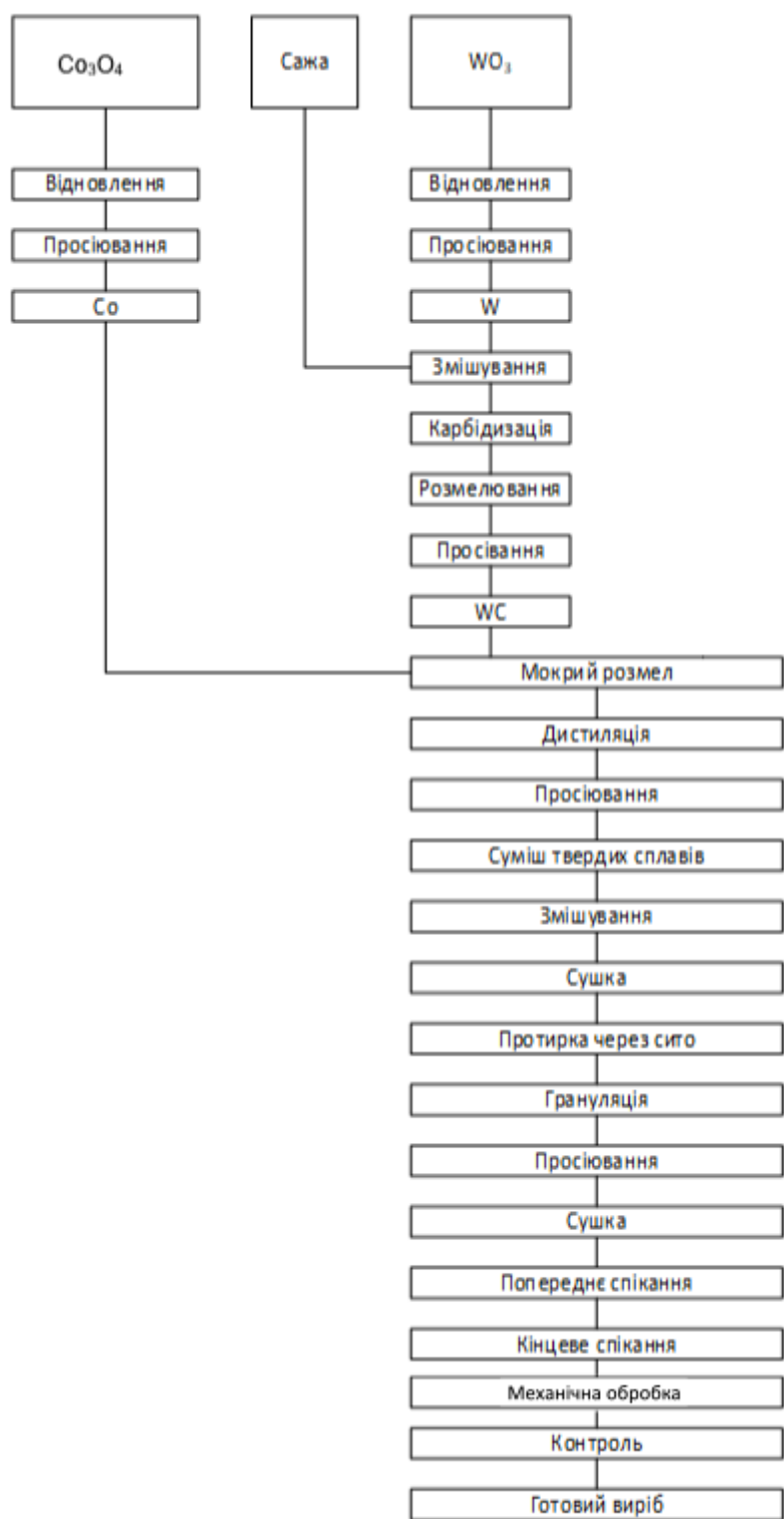


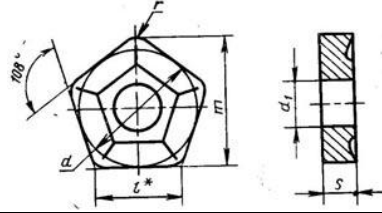
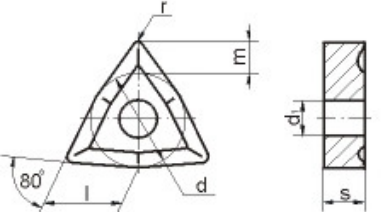
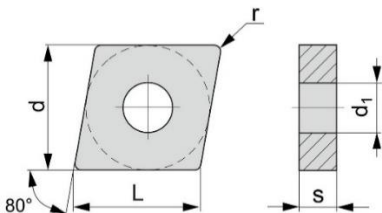
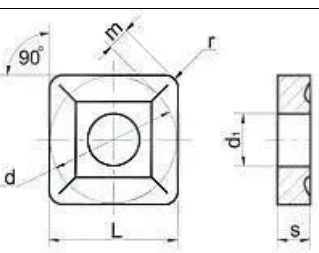
Рисунок 1.2 – Технологічна схема виробництва виробів із вольфрамівмісних твердих сплавів марки ВК

1.2 Опис технологічного процесу

1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції і технічних умов на неї

Провівши аналіз попиту споживачів на твердосплавну продукцію для обробки сірого чавуну, зробимо висновок, що найбільш популярними є твердосплавні змінні пластини для токарних різців та торцевих фрез. Тому, приймаємо рішення на нашому виробництві виготовляти пластини, які користуються найбільшим попитом такі як 5-гранні, 3-гранні, ромбовидні та квадратні, характеристики яких наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні умови на готову продукцію

Найменування	Характеристика	Державний стандарт або технічні умови
Пластина твердосплавна змінна - 10114-110408		ГОСТ 19065-80 [8]
Пластина т/з 3-гр. 01114-220408		ГОСТ 19046-80 [9]
Пластина CNMM - 190612 ромбічна дВН=8мм (05124) зі стружколомом		ГОСТ 19059-80 [10]
Пластина т/с 4-гр. 03114-150412		ГОСТ 19052-80 [11]

1.2.2 Вибір основних видів сировини і технічні умови на неї

Одержання порошків вольфраму. Вихідною сировиною отримання порошків вольфраму служить вольфрамовий ангідрид, який відновлюють воднем чи вуглецем. Процес відновлення протікає через стадії утворення проміжних оксидів за схемою [7], [20]:



Відновлення здійснюють у 6- або 12-ти муфельних електричних печах у струмі гостро осушеного водню одностадійним відновленням у контейнерах з нікелю або нержавіючої сталі, що рухаються назустріч потоку водню. Для отримання дрібно- та середньозернистого порошку вольфраму підтримують такі умови відновлення:

Маса завантаження WO_3 в контейнер, кг 2,1-2,2;

Температура відновлення, °С за зонами:

I. 740 ±20;

II. 850±20;

III. 880±20.

Періодичність просування контейнерів на довжину контейнера, хв: 10-12;

Інтенсивність подачі водню до пічки, м³/год: 3,7-4,5.

Для отримання крупнозернистого порошку вольфраму необхідно забезпечити умови одночасного знаходження у високотемпературній зоні печі нижчих і вищих оксидів вольфраму, що призведе до утворення летких сполук, їх сублімації та подальшої конденсації на каталітично активніших частинках WO_2 і W з подальшим їх відновленням. Такі умови створюються при швидкому підйомі температури відновлення до 1125-1225 °С, малу швидкість подачі водню і велику висоту шару засипки вольфрамового ангідриду. Процес відновлення здійснюється в одно-або двомуфельних електричних штовхальних печах з

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алундовим муфелем та молібденовим нагрівачем при температурі 1225°C [20], [21].

Відновлення вольфрамового ангідриду вуглецем здійснюють електричних печах опору з графітовими нагрівачами при температурі 1400-2000 °С. Відновлення WO_3 вуглецем за високих температур не призводить до істотного укрупнення частинок порошку вольфраму, оскільки в цьому випадку водяна пара відсутня і леткі сполуки оксидів вольфраму з водою не утворюються. Крім того, за наявності в шихті сажі, що розділяє частинки оксидів вольфраму та вольфраму, утруднена їх збірна рекристалізація. Зростанню зерен вольфраму також можуть перешкоджати тонкі плівки карбідів (WC і W_{2C}), що легко утворюються на поверхні частинок вольфраму навіть при невеликому надлишку вуглецю в шихті. Для отримання крупнозернистих порошків вольфраму при відновленні сірим вуглецем температуру підвищують до 1800-2100°C, а кількість сажі в шихту вводять так, щоб воно точно відповідало кількості вуглецю, розрахованого за реакцією. У умовах дрібні частинки порошку спікаються, і необхідний розмір частинок порошків досягається ступенем подрібнення кінцевого продукту.

Після відновлення порошок вольфраму просіюють на вібраційному ситі з розміром осередків 0,18–0,25 мм, комплектують його в партії масою по 400–800 кг і направляють на приготування шихт для карбідизації.

Одержання порошку кобальту [20], [21]. Як сировину для отримання порошку кобальту застосовують оксид кобальту марок КО-1 і КО-2, який відновлюють воднем до металевого кобальту в одно-або двомуфельних штовхальних електричних печах при температурі 530–550 °С та швидкості руху контейнерів 25–35 мм/хв. . Засипання порошку оксиду кобальту в контейнер вільне. Витрата водню – 10–14 м³/год [20], [21].

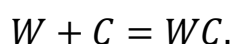
Згідно з технічними умовами, вміст кисню в порошку кобальту не повинен перевищувати 0,7%, а насипна щільність – не більше 0,75 г/см³, вміст кобальту в порошку не менше 99,4% для марки ПК-1 і не менше 97, 5 % – для марки ПК-2.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порошок кобальту протирають через сито з сіткою № 01–05 та комплектують у партії.

Одержання порошку карбіду вольфраму [20], [21]. У виробництві вольфрамовмісних твердих сплавів використовують монокарбид вольфраму, який отримують, в основному, методом синтезу з елементів. При синтезі важливо забезпечити стехіометричне вміст вуглецю в карбіді вольфраму, що дорівнює 6,12%. Зміна вмісту вуглецю в порівнянні зі стехіометричним призводить до зниження міцності порошкових сплавів [20], [21].

Для отримання карбіду вольфраму сухий порошкоподібний вольфрам змішують з сажею, кількість якої розраховують за реакцією



Отриману суміш брикетують або засипають з утрамбуванням у графітові контейнери, які поміщають у робочий простір графітотрубчастої штовхальної електричної печі опору або робочий простір шахтної індукційної печі із захисним середовищем. Як захисне середовище зазвичай використовують водень, який безперервно пропускають через піч. Температуру печі змінюють залежно від зернистості вихідного порошку вольфраму. Для найбільш дрібнозернистих порошків вольфраму, отриманих відновленням вольфрамового ангідриду при 740–900 °С застосовують температуру карбідизації 1360–1430 °С. Для крупнозернистих порошків вольфраму, отриманих відновленням при 1200 °С, температуру карбідизації підвищують до 1450–2000 °С. Як правило, чим дрібніший вихідний порошок вольфраму, тим дрібнішим одержуваний порошок карбіду. При зміні температури карбідизації в межах 100–300 °С велика зерна карбіду вольфраму істотно не змінюється.

Після карбідизації виходить порошок карбіду вольфраму, що злегка спікся, який піддають розмелювання в кульових млинах.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після розмелювання порошок карбиду вольфраму просівають через вібраційне сито з сіткою розміром осередків 0,18–0,15 мм. Згідно з технічними умовами карбід вольфраму повинен містити не більше 0,1% вільного вуглецю. Отриманий таким чином порошок карбиду вольфраму WC використовують для приготування сумішей, сплавів марки ВК.

Характеристики вихідної сировини та технічні умови на неї наводяться у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні умови на сировину та напівфабрикати

Найменування	Характеристика	Державний стандарт або технічні умови
Со (кобальт)	$\rho = 8,9 \text{ г/см}^3$, $\rho_{\text{нас}} = 0,84 \text{ г/см}^3$	ГОСТ 18671–73 [12]
Сажа	$\rho = 1,76\text{--}1,9 \text{ г/см}^3$, $\rho_{\text{нас}} = 30\text{--}70 \text{ кг/м}^3$	ГОСТ 7885–86 [13]
WO ₃ (оксид вольфраму)	$\rho = 7,2\text{--}7,4 \text{ г/см}^3$, Тпл. = 1470 °С	ГОСТ 14339.5–91 [14]

1.2.3 Опис технологічних операцій

Технологічний процес включає в себе такі основні операції: приготування та підготовка сумішей для пресування, пресування, сушка, попереднє спікання, основне спікання, механічна обробка, контроль якості (рис. 1.2).

Приготування сумішей для пресування виробів. Приготування сумішей порошків карбідів та інших тугоплавких безкисневих сполук з цементуючим металом є однією з основних операцій у виробництві вольфрамовмісних твердих сплавів. Від умов виконання цієї операції значною мірою залежать властивості кінцевого продукту готового сплаву.

В даний час основним способом приготування сумішей, що широко застосовується в промисловості, є змішування з одночасним розмоленням металевих порошків кобальту, нікелю, заліза, сплавів цих металів, молібдену,

вольфраму, хрому та ін., і порошків тугоплавких сполук – WC протягом тривалого часу в кульових, вібраційних, стрижневих млинах або атриторах в рідкому середовищі. Як середовище розмелювання зазвичай застосовують органічні рідини, наприклад етанол або метанол, ацетон, у деяких випадках – воду. Отриману суміш висушують у сушильних шафах, дистиляторах або установках для сушіння розпиленням.

У процесі змішування відбувається подрібнення частинок порошків. Найбільше змінюється зернистість складових твердого сплаву в перший період розмелювання. Так, при розмелі карбіду вольфраму протягом 1 доби, основну масу (близько 85%) складають зерна розміром до 0,5 мкм. Поруч із ними міститься ~ 1 % зерен розміром 3–4 мкм. У наступні 4 доби зернистість карбіду вольфраму поступово зменшується і на 5–у добу вміст зерен розміром до 0,5 мкм становить уже 95%, а вміст зерен розміром до 1 мкм – до 5%. У процесі розмелювання також подрібнюються частинки кобальту. Розмір зерен кобальту після мокрого розмелювання суміші протягом 48 год зменшується з 1–2 до 0,1 мкм і більше. Подрібнення кобальту, інших порошків металів і сплавів, що застосовуються як сполучне, сприяє рівномірному їх розподілу серед частинок твердою тугоплавкою складовою. Найбільш важливим при змішуванні є одержання однорідної суміші у межах мікрооб'ємів. Однорідність суміші, що здається, досягається протягом досить короткого інтервалу часу — за 2–4 год. Проте структура виробів, спресованих і спечених з таких сумішей, буде неоднорідною, а фізико–механічні властивості не досягнуть необхідного рівня. Це зумовлено тим, що сполучний метал (кобальт, нікель та ін) за такий інтервал часу змішування може бути розподілено порівняно рівномірно в об'ємі суміші порошків, але дуже нерівномірно серед зерен твердої складової сплавів. Тому в кожному конкретному випадку режим розмелювання тієї чи іншої марки суміші встановлюють експериментально з одночасною оцінкою властивостей сплаву, отриманого з цієї суміші. Найбільш поширений з цією метою метод відбору «рідкої» проби, що складається у відборі проби безпосередньо з млина, його

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

висушуванні та замішуванні на пластифікаторі. З цієї суміші готують вироби та визначають їх фізико–механічні властивості та структуру. За результатами аналізу судять про придатність того чи іншого режиму розмелювання для приготування суміші.

Ефективність розмелювання також підвищується зі збільшенням співвідношення кулі: суміш, що зазвичай становить 2,5–3,5, для спеціальних цілей (особливо інтенсивний розмелювання, а також розмелювання сумішей безвольфрамкових твердих сплавів) воно дорівнює 5–6.

Тривалість розмелювання встановлюють експериментально залежно від вимог, що висуваються до розміру зерен твердої складової суміші. Зазвичай тривалість розмелювання коливається не більше 2–3 діб. При необхідності отримання дрібнозернистих сплавів тривалість розмелювання збільшують до 4–5 діб.

На якість розмелювання твердосплавних сумішей істотно впливають розміри тіл, що мелють (куль). В даний час у виробництві твердих сплавів при виготовленні сумішей застосовують кулі різних діаметрів. У зарубіжній практиці використовують кулі діаметром 15–30 мм. За даними вітчизняних підприємств, доцільно застосовувати кулі меншого діаметра. Ефективність розмелювання оцінюють не тільки ступенем подрібнення компонентів, зокрема карбідів, але і ступенем однорідності суміші, що досягається, і одержуваного з неї сплаву, яка визначається характером розподілу пористості в ньому, а також кількістю і розміром щодо великих включень сполучного металу в сплавах. Порівняння кількості та розміру щодо великих включень кобальту в сплавах WC—Co, отриманих із сумішей, що піддаються розмелу кулями різного діаметру, показує, що при однаковій тривалості розмелювання кількість цих включень більше у зразків сплаву, отриманого із суміші, розмеленої великими кулями; при застосуванні дрібних куль включення розміром 2 мкм і більше відсутні після 48 год помелу; при використанні куль діаметром 10 мм такі скупчення є ще після 96 год помелу. Тому у виробництві вигідніше застосовувати дрібніші кулі,

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінімальний діаметр яких визначається практичними умовами роботи. Зазвичай як тіл, що мелють, застосовують твердосплавні кулі діаметром 8–10 мм і циліндри діаметром 10 і довжиною 25 мм, які зазнають рівномірного зносу в процесі помелу. Зношуючись, кулі та циліндри зменшуються у розмірі та в міру досягнення мінімального діаметра, що допускається технічними вимогами, витягуються з млина та замінюються новими.

З метою інтенсифікації процесу застосовують прогресивні та перспективні методи розмелювання, що дозволяють різко скоротити тривалість подрібнення та змішування порошкоподібних компонентів: вібророзмол, ультразвукове дроблення, розмелювання у планетарних млинах, атриторах.

Підготовка суміші перед пресуванням [20]. Порошки з твердою тугоплавкою складовою, що застосовуються у виробництві твердих сплавів, характеризуються дуже малою пластичністю. Тому, перед пресуванням виробів у суміш тугоплавких сполук, що містять цементуючий метал (сполучна), вводять пластифікуючі речовини, які, з одного боку, покращують пресування суміші, виступаючи в ролі мастила, що зменшує тертя між частинками, а також між пресуванням і стінками прес-форми, а з іншого – надають заготовкам деяку додаткову міцність за рахунок склеювальної здатності пластифікатора.

Застосовувані у виробництві твердих сплавів пластифікатори повинні задовольняти наступним вимогам: добре змочувати частинки твердосплавної суміші, легко розчинятися в органічному розчиннику, легко видалятися із заготівлі при сушінні або низькотемпературному спіканні (600–750 °С), не залишаючи домішок, надавати хімічної дії на компоненти суміші та токсичної дії на навколишнє середовище. Відомо кілька речовин (і розчинників для них), що застосовуються як пластифікатори при пресуванні сумішей у виробництві твердих порошкових сплавів: розчин синтетичного каучуку в бензині, розчин парафіну в бензині, розчин гліцерину в етанолі, розчин поліетиленгліколю в етанолі, розчин камфори в бензині розчин полівінілового спирту або декстрину, парафін з добавкою поверхнево-активних речовин.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для застосування як пластифікатор розчину каучуку, дрібно нарізані шматочки синтетичного каучуку розчиняють у бензині. Розчинення має бути повним. Приготовлений розчин каучуку фільтрують з метою запобігання потраплянню в суміш дрібних шматочків, що не розчинилися, і визначають його концентрацію. При замішуванні вручну концентрація синтетичного каучуку в бензині становить 4—5 %, а кількість розчину, що вводиться в суміш, — 200—250 см³/кг суміші, при механічному замішуванні — відповідно 7,0—8,5 % і 120—150 см³/кг суміші. Останнє визначається допустимою в'язкістю розчину. Для замішування твердосплавних сумішей на пластифікаторі зазвичай застосовують одно- і двоярусні шнекові змішувачі. Спочатку в змішувач завантажують порошок суміші, а потім розчин пластифікатора, і все ретельно перемішують шнеками, що обертаються.

Сушать суміш у сушильних шафах або шнекових змішувачах при температурі 70—90 °С. Висушену суміш просівають через сито з сіткою № 025 і поміщають у бачки з кришками, що щільно закриваються, для запобігання їх забруднення. Підготовлена таким чином суміш може надходити безпосередньо на пресування виробів у роз'ємних ручних прес-формах на гідравлічних пресах. У разі пресування виробів на пресах-автоматах замішані на пластифікаторі суміші не володіють необхідною плинністю. Підвищують плинність сумішей шляхом грануляції. Існує кілька способів грануляції сумішей: обкатування в конусних або сигароподібних змішувачах; грануляція на похилих ситах; сушіння розпиленням пульпи після мокрого помелу сумішей в етанолі з добавкою 2,5—3,0 % поліетиленгліколю.

У першому випадку замішану та просіяну суміш завантажують у конусний або сигароподібний змішувач і обкатують. При обертанні суміш скочується в гранули кулястої форми розміром 0,5—3,0 мм. Гранули розсіюють фракціями на вібраційному ситі з набором різних сіток. Для пресування відбирають фракцію гранул розміром 05—15 мм. Більшу фракцію гранул протирають через сито і додають до чергової партії суміші, що надходить на грануляцію. Дрібніші

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гранули, що є дуже твердими грудками суміші, направляють у відходи. Цей спосіб грануляції має ряд недоліків: значна кількість відходів, велика твердість та міцність гранул, для пресування яких необхідні високі тиски.

У другому випадку суміш під дією вібрації скочується в грудки (конгломерати) різної величини, які мають досить хорошу плинність для заповнення порожнини прес-форми. Конгломерати суміші дуже м'які і добре ущільнюються під час пресування. Цей спосіб грануляції виключає утворення відходів, оскільки частину суміші, яка не використовується як гранули заданої величини, приєднують до чергової партії, що надходить на грануляцію.

Даний спосіб грануляції має різновиди, при яких змішану суміш перед грануляцією або зволожують бензином, або попередньо брикетують, а потім знову розтирають і поділяють на фракції багатовікових вібраційних ситах.

Формування сумішей [20]. Порошкоподібні суміші карбіду вольфраму з кобальтом формуються в заготовку кількома способами: пресуванням в прес-формах, гідростатичним пресуванням, мундштучним пресуванням (екструзією) у сталеві роз'ємні форми, прокаткою, гарячим статичним пресуванням та газостатичним гарячим пресуванням.

Найбільш поширеним у виробництві твердих сплавів є спосіб пресування у прес-формах. Цим способом часто у поєднанні з подальшою механічною обробкою в даний час виробляють переважну кількість виробів із твердих сплавів. Лише для виготовлення деяких виробів складної форми та особливих розмірів використовують інші способи: мундштучне пресування (для виготовлення прутків, трубок, спіральних стрижнів та інших виробів щодо великої довжини та малого перерізу), гідростатичне пресування (для отримання великих заготовок), шлікерне лиття водних шлікерів (для отримання тонкостінних порожнистих виробів), гаряче лиття термопластичних шлікерів (для виготовлення виробів складної та дуже складної форми з рівномірним розподілом щільності за обсягом виробів),

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пресування у прес-формах [20]. Прийоми пресування твердосплавних сумішей, що складаються з твердих тугоплавких сполук і металевої зв'язки, принципово не відрізняються від широко відомих у порошковій металургії. Однак деякі особливості обумовлені малою пластичністю сумішей порошків та їх високою дисперсністю. Так, якщо більшість порошків металів у чистому вигляді можна спресувати до такого ступеня, що одержувані заготовки будуть мати міцність, достатню для проведення з ними наступних операцій (спікання), то заготовки з сумішей твердих сплавів через наявність в них непластичних частинок тугоплавких сполук (оксидів, карбідів, боридів) не мають достатньої міцності при тій мірі ущільнення, якої можна досягти без небезпеки викликати появу тріщин. Висока дисперсність сумішей також не дозволяє застосовувати високий тиск при пресуванні через виникнення тріщин. Цим і обумовлена необхідність введення в суміші твердих сплавів перед пресуванням речовин, що пластифікують. Тиск пресування заготовок із пластифікованих твердосплавних сумішей коливається в межах 50–150 МПа в залежності від якості та кількості введеного в суміш пластифікатора. При цьому пористість заготовок становить 50 %, а лінійна усадка при спіканні – 20 %. При застосуванні більш високих тисків важко уникнути розтріскування заготовок під час зняття тиску або вилучення заготовок із прес-форм. Цим і обумовлена необхідність введення в суміші твердих сплавів перед пресуванням речовин, що пластифікують. Тиск пресування заготовок із пластифікованих твердосплавних сумішей коливається в межах 50–150 МПа в залежності від якості та кількості введеного в суміш пластифікатора. При цьому пористість заготовок становить 50 %, а лінійна усадка при спіканні – 20 %. При застосуванні більш високих тисків важко уникнути розтріскування заготовок під час зняття тиску або вилучення заготовок із прес-форм. Цим і обумовлена необхідність введення в суміші твердих сплавів перед пресуванням речовин, що пластифікують. Тиск пресування заготовок із пластифікованих твердосплавних сумішей коливається в межах 50–150 МПа в залежності від якості та кількості введеного в суміш пластифікатора. При цьому

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пористість заготовок становить 50%, а лінійна усадка при спіканні – 20%. При застосуванні більш високих тисків важко уникнути розтріскування заготовок під час зняття тиску або вилучення заготовок із прес-форм.

Гідростатичне пресування [20]. Для отримання заготовок твёрдосплавних виробів складної форми, а також великогабаритних заготовок, призначених для виготовлення прокатних валків, поршнів та циліндрів насосів високого тиску та ін. застосовується гідростатичне пресування. Можливість значного ущільнення порошків твердих сплавів, що погано пресуються, пояснюється відсутністю при всебічному стисканні втрат на зовнішнє тертя, внаслідок чого вироби у всіх перерізах мають практично однакову щільність. Тиск залежить від властивостей сформованого матеріалу (розміру та форми частинок) і зазвичай становить 200–400 МПа [20].

Вирішальну роль під час розподілу щільності грає якість упаковки порошку в оболонці. Важливо, щоб щільність засипаного порошку була рівномірною. Для цього порошок піддають утрясці чи вібраційному ущільненню. Утряска необхідна також для збільшення густини наповнення з метою зменшення ступеня обтиснення порошку при пресуванні. Якщо ступінь обтиснення перевищує 2,5, нерівномірність густини може бути значною.

Спікання виробів із твердих сплавів [20]. Спікання – заключна технологічна операція, основною метою якої є ущільнення та зміцнення спресованих заготовок, перетворення їх у компактні вироби з необхідними фізико-механічними властивостями [20].

Процеси та механізми спікання в системі WC–Co, як найбільш вивченої, можна описати наступним чином:

- а) при температурі 200 – 400 ° С видаляється пластифікуюча речовина;
- б) за нормальної температури 400 – 700°С відновлюються оксиди кобальту, заліза, вольфраму, нікелю, молібдену;
- в) при температурі 800 – 1000 ° С зварюються окремі зерна карбідів у місцях їх контакту;

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

г) при температурі 1150 – 1300 °С утворюються тверді розчини на основі кобальту, процес спікання супроводжується досить активною усадкою. При такій і вищій температурі протікають процеси відповідно до псевдобінарного розрізу потрійної діаграми стану.

д) при досягненні температури плавлення евтектики, що складається з кобальту з розчиненими в ньому карбідом вольфраму та вуглецем, з'являється рідка фаза і починають діяти сили поверхневого натягу, що сприяють переміщенню зерен карбіду вольфраму в напрямку більш щільної упаковки. Процес протікає в інтервалі температур 1300 – 1400 °С та завершується майже повним ущільненням порошкового виробу;

е) з підвищенням температури спікання від 1400 до 1500 °С або збільшенням ізотермічної витримки ростуть зерна карбіду вольфраму, розвиваються контакти між ними та утворюється так званий карбідний скелет.

Ріст зерен карбіду здійснюється, переважно, перекристалізацією через рідку фазу, що викликається наявністю у вихідному порошку зерен карбіду різної величини, що мають різну поверхневу енергію. Причиною перекристалізації може бути як наявність кристалів, різних за величиною, а й кристалів, які мають різним ступенем досконалості кристалічної решітки. При цьому кристали карбіду вольфраму з найбільш нерівноважними ґратками розчиняються в першу чергу, утворений ними твердий розчин буде пересиченим по відношенню до кристалів з більш досконалими кристалічними ґратками.

Від ступеня однорідності вихідного порошку по крупності частинок залежить, який вид перекристалізації переважатиме: перекристалізація дрібних зерен або зерен з нерівноважними кристалічними ґратками.

Для перевірки відповідності пластин вимогам стандарту підприємство-виробник має проводити приймальний контроль:

Контроль за відповідністю вимогам п. 2.1 – за ГОСТ 20559 [21].

Контроль за відповідністю вимогам пп. 2.9.2, 2.9.3, 2.9.6 та 2.11 – суцільний [21].

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль за відповідністю вимогам пп. 2.3 – 2.8, 2.9.4, 2.10 – вибірковий за ГОСТ 18242 [22].

Пластини для контролю пред'являються партіями. Партія повинна складатися з пластин однієї форми та розміру, марки твердого сплаву, виготовлених за одним технологічним процесом за певний проміжок часу та одночасно пред'явлених до приймання за одним документом.

Метод відбору пластин у вибірку – випадковий за ГОСТ 18321 [23]. Дефекти пластин поділяються на критичні, значні та малозначні. До критичних належать дефекти, пов'язані з порушенням вимог, зазначених у пп. 2.9.2, 2.9.3, 2.9.6 та 2.11 ГОСТ 19086–80 [24]. Критичні дефекти не допускаються. До значних належать дефекти, пов'язані з порушенням вимог, зазначених у пп. 2.5 на розміри d, m, s, r та 2.10. 19086–80. Контролюються пластини на відповідність вимогам пп. 2.5 на розміри d, m, s, r та 2.10 здійснюється за кожним параметром окремо [24].

Механічна обробка заготовок [20]. Для отримання різних твердосплавних виробів складної форми, що мають порівняно великі розміри, широко застосовують механічну обробку спресованих заготовок. Необхідність проведення механічної обробки переважно попередньо спечених (при відносно низьких температурах 800–1000 °С) заготовок обумовлена недостатньою міцністю пресувань. Однак заздалегідь спечені залишаються при цьому вельми пористими заготовки так само, як і неспечені, внаслідок їх високої крихкості, важко піддаються таким видам обробки, як точіння, фрезерування, свердління, що призводить до окрихчування, утворення нерівної поверхні і навіть до їх руйнування.

Вироби складної форми отримують також механічною обробкою пластифікованих заготовок, які можна виготовляти з твердих сплавів. У цьому випадку традиційними методами пресують циліндричні або прямокутні заготовки, використовуючи в якості зв'язки розчин каучуку в бензині. Після сушіння у вакуумі (60–70 Па) при температурі 130–150 °С протягом 4–8 год заготовки піддають попередньому спіканню при 650–750 °С в середовищі водню

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протягом 1–2 годин при цьому утворюються відкриті пори. Після цього заготовки завантажують у ванну з розплавленим парафіном та за режимом, просочують їх парафіном. В результаті отримують заготовки, що містять до 50 об.% парафіну, який підвищує пластичність заготовок та знижує їх окрихчування в процесі механічної обробки. Такі заготовки можна піддавати різним видам механічної обробки гострим сталевим чи твердосплавним інструментом. Для отримання виробів з мінімальним припуском на шліфування після спікання при обробці пластифікованих заготовок потрібно враховувати усадку сплаву при спіканні, що залежить від пористості спресованих заготовок та їх густини після попереднього спікання за режимом, наведеним на рисунку 1.2.

1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів

Матеріальний баланс є основним вихідним параметром для розрахунку необхідної кількості вихідних матеріалів, кількості технологічного обладнання та визначення техніко-економічних показників виробництва, що проєктується.

Для складання матеріального балансу технологічного процесу визначальним є продуктивність дільниці 40 т/рік.

Для визначення добової потужності дільниці розраховуємо фонд часу роботи обладнання.

Для цього визначаємо календарне число днів на рік, необхідних для планово-попереджувального ремонту обладнання (табл. 1.3).

За даними таблиці 1.3 (чисельник – день місяця; знаменник – кількість годин на проведення ремонту) визначають середній час простою обладнання, який не повинен перевищувати 4 – 6 % за двозмінної та 10 % за трьохзмінної роботи. Час на зміну технологічного режиму складає 1,6 % загального часу роботи обладнання.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Графік планово-попереджувального ремонту обладнання

Обладнання	1 квартал			2 квартал			3 квартал			4 квартал			всього
	Місяці												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Змішувач						$\frac{20}{4} O$		$\frac{20}{8} C$					12
Гранулятор				$\frac{20}{4} O$				$\frac{20}{8} C$					12
Екструдер		$\frac{20}{4} O$				$\frac{20}{4} O$				$\frac{6-11}{22} K$			30
Піч спікання	$\frac{20}{4} O$					$\frac{20}{4} O$				$\frac{6-11}{22} K$			30
Шліфувальний станок						$\frac{20}{4} O$		$\frac{20}{8} C$					12
усього													96

O – огляд ; K – капітальний ремонт; C – середній ремонт

За однозмінної роботи ремонтників кількість днів на планово-попереджувальний ремонт визначається як:

$$\frac{96}{8} = 12 \text{ днів.}$$

Для визначення дійсного фонду часу роботи обладнання необхідно від календарного числа днів року (365 днів) відняти число днів, необхідних на планово-попереджувальний ремонт і неробочі дні дільниці.

У масовому виробництві, особливо для відділення отримання порошків і спікання, економічно вигідною є робота без вихідних днів та зупинок на загальнонаціональні свята. Тому для таких відділень кількість робочих днів на рік визначається як різниця між календарним числом днів на рік та кількістю днів, необхідних для планово-попереджувального ремонту.

Баланс часу роботи дільниці представлено в таблиці 1.4.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ			Арк.
								33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Визначивши кількості робочих днів (n), розраховують добову продуктивність дільниці за сировиною або за готовою продукцією за формулою:

$$A = \frac{G}{n}, \quad (1.1)$$

де G – річний випуск продукції;

n – кількість робочих днів на рік.

Таблиця 1.4 – Баланс часу роботи дільниці

№ п/п	Елементи балансу	Кількість днів
1	Календарне число днів	365
2	Час на планово-попереджувальний ремонт	12
3	Загальнонаціональні свята	9
4	Вихідні дні	104
5	Неробочі дні дільниці	125
6	Робочі дні дільниці	240

Згідно цієї таблиці кількість робочих днів дільниці на рік визначається як:

$$n = 365 - 125 = 240 \text{ днів.}$$

Тоді за формулою (1.1) знайдемо добову потужність дільниці по готовій продукції:

$$A = \frac{40000}{240} = 166,667 \text{ кг.}$$

У зв'язку з тим, що під час переробки вихідної сировини мають місце втрати (рис. 1.3), їх враховуємо шляхом визначення виходу придатного φ_n .

Знаючи вихід придатного, визначаємо кількість матеріалу, яку необхідно направляти в голову процесу із урахуванням втрат (A_0).

Для визначення виходу придатного виконаємо низку розрахунків.

1. Визначаємо прямий поопераційний витяг на кожній операції за формулою (1.2):

$$\eta = 100 - (a + b), \quad (1.2)$$

На першій операції $\eta_1 = 100 - (0 + 0) = 100 \%$;

На другій операції $\eta_2 = 100 - (0.1 + 0) = 99,9 \%$;

На третій операції $\eta_3 = 100 - (0.05 + 0) = 99,95 \%$;

На четвертій операції $\eta_4 = 100 - (0.5 + 0) = 99,5 \%$;

На п'ятій операції $\eta_5 = 100 - (1 - 0) = 99 \%$;

На шостій операції $\eta_6 = 100 - (0,8 + 1.5) = 97,7 \%$;

На сьомій операції $\eta_7 = 100 - (4 + 0) = 96 \%$;

На восьмій операції $\eta_8 = 100 - (0.5 + 0) = 99,5 \%$.

На дев'ятій операції $\eta_9 = 100 - (0.1 + 0.2) = 99,7 \%$.

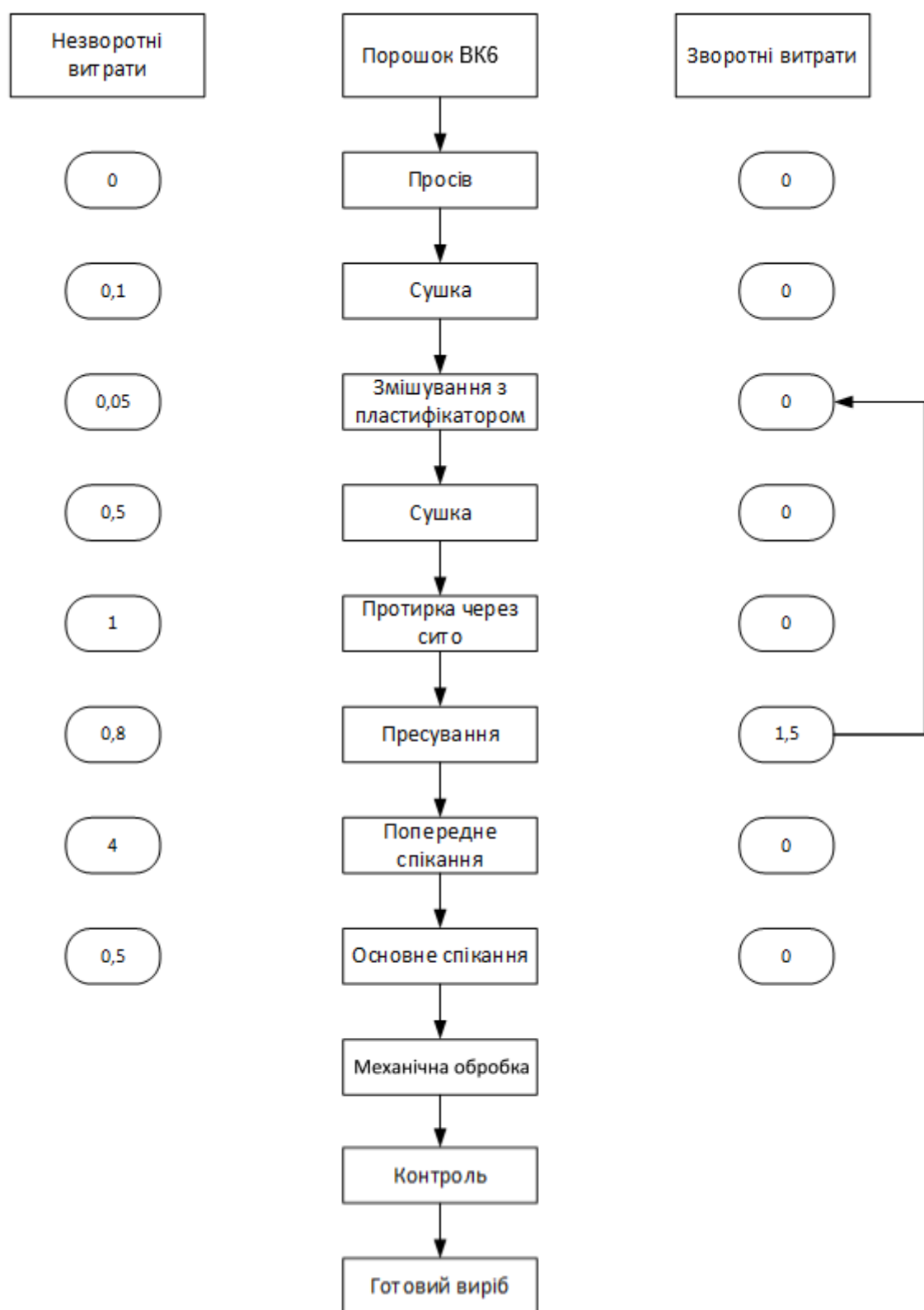


Рисунок 1.3 – Поопераційні втрати виробництва пластин із твердого сплаву
ВК6

2. Визначаємо загальний витяг по відношенню до вихідного матеріалу на кожній операції φ_n визначаємо за формулою (1.3):

$$\varphi_n = \left(\frac{\eta_1}{100} \times \frac{\eta_2}{100} \times \dots \times \frac{\eta_n}{100} \right) \cdot 100 = \frac{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n}{100^{n-1}}, \quad (1.3)$$

$$\varphi_1 = \eta_1 = 100;$$

$$\varphi_2 = \frac{100 \cdot 99.9}{100} = 99.9;$$

$$\varphi_3 = \frac{99.9 \cdot 99.95}{100} = 99.85;$$

$$\varphi_4 = \frac{99.85 \cdot 99.5}{100} = 99.351;$$

$$\varphi_5 = \frac{99.351 \cdot 99}{100} = 98.357;$$

$$\varphi_6 = \frac{97.7 \cdot 98.357}{100} = 96.095;$$

$$\varphi_7 = \frac{96 \cdot 96.095}{100} = 92.251;$$

$$\varphi_8 = \frac{99.5 \cdot 92.251}{100} = 91.79;$$

$$\varphi_9 = \frac{99.7 \cdot 91.79}{100} = 91.514;$$

3. Кількість матеріалу, що направляється на початок процесу в перший день (A_0) із врахуванням втрат визначають за формулою:

$$A_0 = \frac{A}{\varphi} \cdot 100, \quad (1.4)$$

де A_0 – кількість матеріалу, що направляється на початок процесу, %;

φ – вилучення (вихід придатного по всьому технологічному процесу).

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_0 = \frac{166,667 \cdot 100}{91.514} = 182,122 \text{ кг.}$$

4. Визначаємо зворотні α_n і незворотні β_n втрати по відношенню до вихідного матеріалу на кожній операції за формулою (1.5):

$$\alpha_n(\beta_n) = \frac{a_n(b_n) \cdot \varphi_{n-1}}{100}, \quad (1.5)$$

Зворотні	Незворотні
$\alpha_1 = a_1 = 0;$	$\beta_1 = b_1 = 0;$
$\alpha_2 = 0;$	$\beta_2 = \frac{0.1 \cdot 100}{100} = 0.1;$
$\alpha_3 = 0;$	$\beta_3 = \frac{0.05 \cdot 99.9}{100} = 0.05;$
$\alpha_4 = 0;$	$\beta_4 = \frac{0.5 \cdot 99.85}{100} = 0.499;$
$\alpha_5 = 0;$	$\beta_5 = \frac{1 \cdot 99.351}{100} = 0.994;$
$\alpha_6 = \frac{1.5 \cdot 99}{100} = 1.4754;$	$\beta_6 = \frac{0.8 \cdot 98.357}{100} = 0.787;$
$\alpha_7 = 0;$	$\beta_7 = \frac{4 \cdot 96.095}{100} = 3.844;$
$\alpha_8 = 0;$	$\beta_8 = \frac{0.5 \cdot 92.251}{100} = 0.461;$
$\alpha_9 = \frac{0.1 \cdot 91.79}{100} = 0.09179;$	$\beta_9 = \frac{0.1 \cdot 91.79}{100} = 0.092.$
$\alpha_2 = 0.$	

5. Визначаємо абсолютні зворотні q_n^a і незворотні q_n^b втрати (кг) за формулою (1.6):

$$q_n^a(q_n^b) = \frac{A_0 \cdot \alpha_n(\beta_n)}{100}, \quad (1.6)$$

$q_1^a = a_1 = 0;$	$q_1^b = b_1 = 0;$
$q_2^a = 0;$	$q_2^b = \frac{181,574 \cdot 0.1}{100} = 0,182;$
$q_3^a = 0;$	$q_3^b = \frac{166.667 \cdot 0.05}{100} = 0,091;$
$q_4^a = 0;$	$q_4^b = \frac{181,574 \cdot 0.499}{100} = 0,906;$
$q_5^a = 0;$	$q_5^b = \frac{181,574 \cdot 0.994}{100} = 1,804;$
$q_6^a = \frac{181,574 \cdot 1.4754}{100} = 2,679;$	$q_6^b = \frac{181,574 \cdot 0.787}{100} = 1,429;$
$q_7^a = 0;$	$q_7^b = \frac{181,574 \cdot 3.844}{100} = 6,979;$
$q_8^a = 0;$	$q_8^b = \frac{181,574 \cdot 0.461}{100} = 0,838;$
$q_9^a = \frac{181,574 \cdot 0,9179}{100} = 1,67.$	$q_9^b = \frac{181,574 \cdot 0.092}{100} = 0,167.$

6. Визначаємо кількість матеріалу, яку необхідно подавати кожен день у голову процесу В за формулою (1.7):

$$B = A_0 - \sum q. \quad (1.7)$$

$$B = 181,574 - 4,349 = 178,895 \text{ кг.}$$

7. Визначаємо кількість матеріалу, яка надходить на кожну операцію і виходить з неї.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На першу операцію:

- надходить: 177,225 кг;
- виходить: $177,225 - 0 = 177,225$ кг;

На другу операцію:

- надходить: 177,225 кг;
- виходить: $177,225 - 0,182 = 177,043$ кг;

На третю операцію:

- надходить: 177,043 кг;
- виходить: $177,043 - 0,091 = 176,952$ кг;

На четверту операцію:

- надходить: 176,952 кг;
- виходить: $176,952 - 0,907 = 176,045$ кг;

На п'яту операцію:

- надходить: 176,045 кг;
- виходить: $176,045 - 1,804 = 174,241$ кг;

На шосту операцію:

- надходить: 174,241 кг;
- виходить: $174,241 - 1,429 + 2,679 = 175,491$ кг;

На сьому операцію:

- надходить: 175,491 кг;
- виходить: $175,491 - 6,979 = 168,512$ кг;

На восьму операцію:

- надходить: 168,512 кг;
- виходить: $168,512 - 0,838 = 167,674$ кг.

На дев'яту операцію:

- надходить: 167,674 кг;
- виходить: $167,674 - 0,167 = 167,507$ кг.

Одержані результати розрахунків матеріального балансу представляємо у таблиці 1.5.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуючи баланс матеріалів, необхідно врахувати, що остаточна вага виробів формується на операції спікання.

На операції замішування для формування пластин у шихту додають пластифікатор – розчин синтетичного каучуку у бензині у кількості 8–10 % від кількості шихти, що надходить на операцію (тобто, 14,53 кг).

На операції сушки за рахунок випаровування вологи маса заготівок зменшується на 2–3 %. Практично повністю пластифікатор вигорає під час спікання.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 – Поопераційний матеріальний баланс

Назва операції	Поопераційні втрати, %			Пряме поопераційне вилучення, %	Загальне вилучення, %	Втрати відносно введеного матеріалу, %		Абсолютні втрати, кг		Маса матеріалу, що надходить на операцію, кг			Маса матеріалу, що виходить з операції, кг
	Зворотні	Незворотні	Загальні			Зворотні	Незворотні	Зворотні	Незворотні	З попередньої операції	Зворотні втрати	Всього	
Просів	0	0	0	100	100	0	0	0	0	177,225	0,000	177,225	177,225
Сушка	0	0,1	0,1	99,9	99,9	0	0,1	0	0,182	177,043	0,000	177,043	176,861
Змішування	0	0,05	0,05	99,95	99,85	0	0,05	0	0,091	176,952	0,000	176,952	176,861
Сушка	0	0,5	0,5	99,5	99,351	0	0,499	0	0,907	176,045	0,000	176,045	175,138
Протирка	0	1	1	99	98,357	0	0,994	0	1,804	174,241	0,000	174,241	172,437
Пресування	1,5	0,8	2,3	97,7	96,095	1,4754	0,787	2,679	1,429	175,491	2,679	175,491	174,062
Спікання попереднє	0	4	4	96	92,251	0	3,844	0	6,79	168,512	0,000	168,512	161,533
Спікання основне	0	0,5	0,5	99,5	91,79	0	0,461	0	0,838	167,674	0,000	167,674	166,836
Механічна обробка	0,1	0,2	0,3	99,7	91,514	0,9179	0,092	1,67	0,167	166,836	1,67	169,177	165,166

Результати розрахунків, які у подальшому використовуються для розрахунку необхідної кількості обладнання, зводимо у таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Баланс матеріалів

Назва операції	ВК6	Розчин СК	Усього, кг
Просів	-	-	177,225
Сушка	-	-	176,861
Змішування	167,044	14,53	176,861
Сушка	-	-	175,138
Протирка	-	-	172,437
Пресування	-	-	174,062
Спікання попереднє	-	-	161,533
Спікання основне	-	-	166,836
Механічна обробка	-	-	165,166

1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання

Обладнання, яке необхідне для здійснення технологічного процесу вибирають виходячи з низки вимог.

1. Обладнання повинно бути стандартним і відрізнятись простотою конструктивних рішень вузлів, деталей та їх монтажу. Це знижує його вартість та полегшує ремонт за рахунок використання стандартних запасних частин.

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

3. Обладнання повинно відповідати вимогам техніки безпеки.

4. Продуктивність допоміжного обладнання (транспортне обладнання, насоси, вентилятори) повинно бути, як правило, вище продуктивності основного обладнання, тобто мати необхідний резерв для підвищення розрахункових норм

продуктивності основних агрегатів шляхом використання передових прийомів праці.

1.4.1 Обладнання для дозування

Для дозування порошку було обрано ваги марки РП-600Ц-136, які можуть працювати в діапазоні від 30 до 600 кг, габаритні розміри – 1180х1030мм. Основною такого вибору є зручність та простота у використанні.

$$P_c = 36 \cdot 0,01 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 8,9 \cdot 10^3 = 1441,8 \text{ кг.} \quad (1.8)$$

Приймаємо одні ваги

Розрахункове число одиниць обладнання визначається за формулою:

$$n_{\text{роз}} = \frac{181,574}{1441,8} = 0,13.$$

Приймаємо 1 ваги для дозування.

Коефіцієнтом завантаження їх визначаємо за формулою:

$$K_3 = \frac{0,13}{1} = 0,13.$$

1.4.2 Обладнання для змішування та розмелювання

Продуктивність (кг/год) змішувачів (млинів) визначають за формулою:

$$P_{\text{зм}} = \frac{V \cdot \varphi \cdot \gamma_{\text{нас}}}{\tau}, \quad (1.8)$$

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де V – об'єм змішувача, м^3 ;

ϕ – коефіцієнт заповнення, $\phi = 0,4\text{--}0,5$;

$\gamma_{\text{нас}}$ – насипна щільність, $\text{кг}/\text{м}^3$;

τ – тривалість операції, год.

В даний час основним способом приготування сумішей, що широко застосовується в промисловості, є змішування з одночасним розмолот металевих порошків кобальту, нікелю, заліза, сплавів цих металів, молібдену, вольфраму, хрому та ін, і порошків тугоплавких сполук – WC , Co протягом тривалого часу в кульових, вібраційних, стрижневих млинах або атриторах в рідкому середовищі. Як середовище розмелювання зазвичай застосовують органічні рідини, наприклад етанол або метанол, ацетон, у деяких випадках – воду. Отриману суміш висушують у сушильних шафах, дистиляторах або установках для сушіння розпиленням.

Тому для цієї операції доцільно використовувати кульові, атриторні, планетарні млини тощо, в яких можливе поєднання цих двох процесів. Серед зазначених млинів, кульовий млин є найпростіший в обслуговуванні і має найбільшу продуктивність, тому для проведення операції змішування у даному прикладі доцільно обрати кульовий млин із такими характеристиками:

Робочий об'єм – $0,4 \text{ м}^3$;

Габаритні розміри – $2,1 \times 0,85 \times 1,5 \text{ м}$;

Потужність – $1,9 \text{ кВт}$;

Вартість – 56 тис. грн.

Визначаємо продуктивність млина за формулою:

$$P_{\text{зм}} = \frac{G_{\text{зав}}}{\tau_{\text{зм}}}, \quad (1.9)$$

де $G_{\text{зав}}$ – вага одного завантаження у млин, кг .

$\tau_{\text{зм}}$ – технологічний час змішування, год.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаючи вагу завантаження, треба пам'ятати, що об'єм заповнення млина, який визначається коефіцієнтом заповнення φ , є сумою об'ємів – об'єму матеріалу та об'єму розмельних тіл, який визначається коефіцієнтом розпушення кульок η . Вагу одного завантаження визначаємо за формулою:

$$G_{\text{зав}} = V_M \cdot \varphi \cdot \eta \cdot \gamma_{\text{нас}}, \quad (1.10)$$

де V_M – об'єм млина, см^3 ;

φ – коефіцієнт заповнення млина, $\varphi = 0,5$;

η – коефіцієнт розпушення кульок, $\eta = 0,28$;

$\gamma_{\text{нас}}$ – насипна щільність вихідної шихти, $\gamma_{\text{нас}} = 0,2\text{--}0,3$ від $\gamma_{\text{комп}}$.

Шихта складається з двох компонентів, тому необхідно визначити середню густина $\gamma_{\text{комп.сер.}}$ за формулою адитивності:

$$\gamma_{\text{комп.сер.}} = \frac{\gamma_{\text{Co}} \cdot \gamma_{\text{WC}} \cdot 100}{\gamma_{\text{Co}} \cdot a_{\text{WC}} + \gamma_{\text{WC}} \cdot a_{\text{Co}}}, \quad (1.11)$$

де γ_{Co} , γ_{WC} – густина кобальту та карбіду вольфраму, відповідно, дорівнює, $8,9 \text{ г/см}^3$, $15,63 \text{ г/см}^3$;

a_{Co} ; a_{WC} – відсотковий вміст у шихті кобальту та карбіду вольфраму, відповідно, складає 6% та 94% .

Підставивши значення в формулу (1.4) отримаємо:

$$\gamma_{\text{комп.сер.}} = \frac{8,9 \cdot 15,63 \cdot 100}{8,9 \cdot 94 + 15,63 \cdot 6} = 14,95 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Тоді вага одного завантаження:

$$G_{\text{зав}} = 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 0,28 \cdot 14,95 \cdot 0,3 = 251160 \text{ г} = 251,160 \text{ кг}$$

Продуктивність млина складає

$$P_{\text{зм}} = \frac{251,160}{12} = 20,93 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункове число одиниць обладнання визначається за формулою:

$$n_{\text{розр}} = \frac{G}{p \cdot \tau}, \quad (1.12)$$

де G – маса матеріалу, що переробляється на операції, кг;

p – продуктивність агрегату, кг/год;

τ – число годин роботи за добу.

$$n_{\text{роз}} = \frac{181.574}{20,93 \cdot 24} = 0,36.$$

З урахуванням складності обладнання і навантаження на нього, приймаємо, що фактично на операції змішування буде працювати 2 млинів. Коефіцієнтом завантаження їх визначаємо за формулою

$$K_3 = \frac{n_{\text{роз}}}{n_{\text{факт}}}; \quad (1.13)$$

$$K_3 = \frac{0,36}{2} = 0,18.$$

1.4.3 Обладнання для сушки

Сушіння виконується з метою полімеризації пластифікатора та зміцнення виробів. Для цього застосовується спеціальна сушильна шафа під назвою СШ-М2 (зображена на рис. 1.4). Вартість цієї сушки становить 36 550 грн. Основними характеристиками цього обладнання є:

- габаритні розміри – 107x79x54 см;
- регулювання температури повітря в камері – до 5–40 °С;
- максимальна загрузка виробів – 20 кг;

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кількість лотків в шафі – 16 шт.
- потужність споживання – 2 кВт.



Рисунок 1.4 – Сушильна шафа СШ-М2 [25]

Приймаючи завантаження 20 кг, визначаємо продуктивність сушильної шафи:

$$P = \frac{G}{\tau} = \frac{20}{0,5} = 40 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Розрахуємо кількість обладнання, яке необхідне для даної операції:

$$N = \frac{G_m}{P * \tau} = \frac{176,861}{40 * 8} = 0,553.$$

Тому для даного процесу приймаємо одну сушильну шафу з коефіцієнтом завантаження $K_z = 0,553$.

1.4.4 Обладнання для пресування

Технологічним процесом передбачається пресування заготовок із середньою площею пресування 80–100 см² та вагою 200–300 г. При цьому тиск пресування приймаємо у межах 200–400 МПа.

Для вибору преса для пресування треба визначити його необхідне зусилля за формулою:

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{np} = S_{np} \cdot p \cdot 1,25, \quad (1.14)$$

де S_{np} – площа пресування. Приймаємо 90 см²;

p – зусилля пресування. Приймаємо 300 МПа = 30 кН/см².

Тоді,

$$N_{np} = 90 \cdot 30 \cdot 1.25 = 3375 \text{ кН.}$$

Згідно з розрахованими параметрами вибираємо гідравлічний прес марки ТРА500/4 НР із такими характеристиками:

Зусилля пресування – 5000 кН;

Габаритні розміри – 5,37 м х 4,05 м х 4,05 м;

Потужність – 55 кВт;

Вартість – 240 тис. грн.;

Кількість ходів (P_{np}) – 4–20 ход./хв.

Необхідну кількість пресів визначаємо за формулою:

$$N_{np} = \frac{G_3}{P_{np} \cdot 60 \cdot \tau}, \quad (1.15)$$

де G_3 – кількість пресовок, яку необхідно спресувати за добу;

P_{np} – кількість ходів (пресувань) за хвилину. Приймаємо 4 ход./хв.

Якщо кількість пресовок, яку необхідно спресувати на добу буде:

$$G_3 = \frac{178.591}{0.25} = 714 \text{ шт,}$$

то необхідна кількість пресів буде:

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{np} = \frac{714}{4 \cdot 60 \cdot 8} = 0,37.$$

Округляємо до цілого числа і приймаємо 1 прес, який буде працювати із коефіцієнтом завантаження:

$$K_z = \frac{0,37}{1} = 0,37.$$

Гідравлічний порошковий прес з ЧПУ з декількома пластинами, розроблений для високої продуктивності та відтворюваності, зберігаючи жорсткі допуски преса (рис. 1.4).

Модульна конструкція оснащена системою змінних штампів для ефективного налаштування та швидкої зміни продукту.



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд пресу TRA500/4 HP

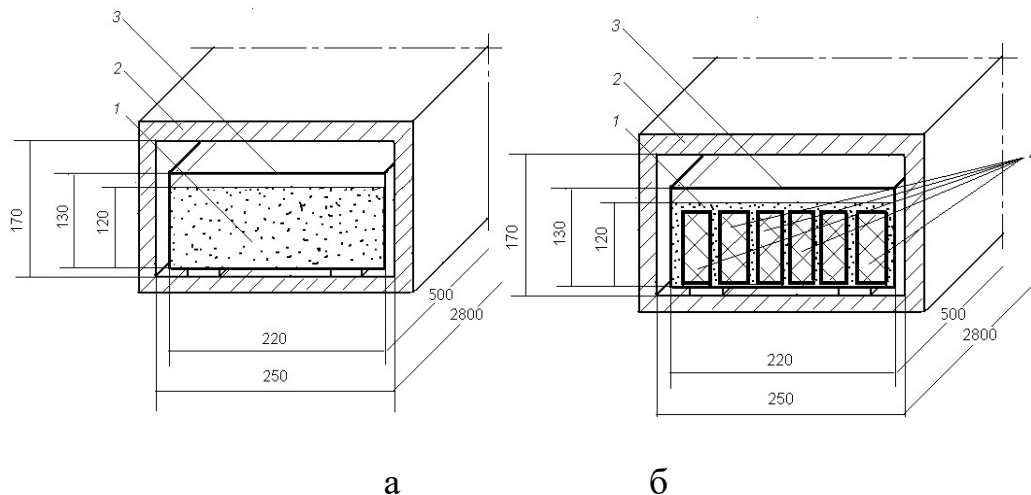
Програмування за допомогою інтуїтивно зрозумілої найсучаснішої системи візуалізації та підтримується нашим перевіреним інтелектуальним генератором програм IPG.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можливість індивідуального розширення стандартної системи пресування шляхом додавання рішень автоматизації та широкого набору додаткових функцій.

1.4.5 Обладнання для спікання

Продуктивність печі необхідно розраховувати в кожному конкретному випадку, так як вона залежить від виду матеріалу, призначення печі (виробництво порошку, спікання і т.д.), часу нагріву і спікання виробів, загальної продуктивності печі, розміри робочого простору, розміри піддонів (човників) і продукту спікання, спосіб завантаження піддонів (рис. 1.5).



а – завантаження порошкової шихти: 1 – порошкова шихта; 2 – муфель печі; 3 – піддон;
б – завантаження заготовок: 1 – засипка; 2 – муфель печі; 3 – піддон; 4 – заготовки

Рисунок 1.5 – Схема завантаження матеріалів у піч

Для забезпечення технологічного процесу попереднього та основного спікання була вибрана штовхальна піч СТН-2.25.1-2/12 із такими характеристиками:

Робоча температура – 1473 °С;

Габаритні розміри, LxVxH – 9,4 м x 2,5 м x 2,1 м;

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Розміри робочої зони, LxВxН – 2,5 м x 0,25 м x 0,1 м

Потужність – 60 кВт

Продуктивність – розрахункова;

Вартість – 250 тис. грн.;

Для визначення продуктивності печі розраховуємо необхідну швидкість проштовхування піддонів по довжині печі, мм/хв:

$$V_n = \frac{L}{\tau}, \quad (1.16)$$

де L – довжина робочої зони (нагріву), м. За характеристиками печі L = 2.5 м;

τ – час спікання. За технологічним процесом час спікання дорівнює 2 год (120 хв).

$$V_n = \frac{2.5}{120} = 0.0208 \frac{\text{м}}{\text{хв}} = 20,8 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}.$$

Розраховуємо період проштовхування піддонів по довжині печі:

$$N = \frac{l}{V_n}, \quad (1.17)$$

де l – довжина піддона. Приймаємо l = 500 мм.

Звідси необхідний період штовхання буде:

$$N = \frac{500}{20.8} = 24 \text{ хв.}$$

Підготувавши необхідні дані проводимо розрахунок продуктивності печі за формулою:

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$p_n = \frac{q \cdot 60}{N}, \quad (1.18)$$

де q – кількість матеріалу, що завантажується на один піддон.

Для печі маємо піддон із розмірами 500 мм х 200 мм х 100 мм в який можна завантажити 50 штук деталей, вагою 0,180 кг/шт. Звідси кількість матеріалу, що завантажується на один піддон дорівнює

$$q = 0.18 \cdot 50 = 9 \text{ кг.}$$

Тоді продуктивність печі буде складати:

$$p_n = 9 \cdot \frac{60}{24} = 22,5 \frac{\text{кг}}{\text{год.}}$$

Необхідну кількість печей для забезпечення технологічного процесу розраховуємо згідно формули 1.20:

$$n_n = \frac{G_n}{p_n \cdot \tau}, \quad (1.19)$$

де G_n – кількість матеріалу, що переробляється за добу, кг.

Тоді необхідна кількість печей для попереднього спікання:

$$n_{n1} = \frac{174,591}{22,5 \cdot 24} = 0,32.$$

Для основного:

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{n2} = \frac{167,505}{22,5 \cdot 24} = 0,31.$$

Зважаючи на інтенсивність експлуатації та складність обслуговування печей, приймаємо фактичну їх кількість не 1, а більше на одну – 2, коефіцієнт завантаження яких складе:

$$K_{31} = \frac{0,32}{2} = 0,16;$$

$$K_{32} = \frac{0,32}{2} = 0,155.$$

1.4.6 Обладнання для механічної обробки

Для механічної обробки вибираємо шліфувальний верстат ШПХ30 (рис.1.8) [26]. Приблизна вартість установки – 1 000 000 грн.



Рисунок 1.6 – Плоскошліфувальний верстат ШПХ30

Характеристика обладнання:

- потужність – 3,6 кВт;
- максимальна швидкість обробки – 35 м/с;
- габаритні розміри – 1980 x 1840 x 1860 мм.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час на обробку приймаємо рівним 0,2 години, звідси продуктивність верстату:

$$P = \frac{G}{\tau} = \frac{1,356}{0,5} = 6,78 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Розраховуємо кількість обладнання:

$$N = \frac{G_m}{P * \tau} = \frac{165,166}{6,78 * 8} = 2,9.$$

Обрано 3 шліфувальні верстати з коефіцієнтом завантаження:

$$K_z = 2,9/3=0,96.$$

Дані розрахунків необхідної кількості обладнання і його характеристики занесені до таблиці 1.7.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.7 – Зведена відомість обладнання ділянки

Найменування операції	Найменування обладнання	Продуктивність, кг/год.	Кількість годин роботи агрегату на добу	Добове завдання, кг	Необхідна кількість одиниць обладнання	Прийнята кількість одиниць обладнання	Коефіцієнт завантаження	Встановлена потужність, кВт	Вартість, тис. грн.
Дозування	Ваги	1534,1	8	181,574	1	1	0,11	0,5	18,2
Змішування	Кульовий млин	13,258	12	181,574	1	2	0,285	1,9	56
Сушка	Сушильна шафа СШ-М2		12	178,623	1	1	0,12	2	36,55
Протирка	Сито протиричне	1534,1	8	177,717	1	1	0,11	0,5	18,2
Пресування	Прес ТРА500/4 НР	714	8	178,591	1	1	0,37	55	240
Спікання попереднє	СТН-2.25.1-2/12	22,5	24	174,591	1	2	0,16	60	250
Спікання основне	СТН-2.25.1-2/12	22,5	24	167,505	1	2	0,155	60	250
Механічна обробка	Шліфувальний верстат ШПХ30	6,78	8	147,3936	3	3	0,96	3,6	3000

2 БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Найскладнішим і принциповим питанням в дизайні ділянки є її планування.

Підприємство порошкової металургії повинно бути розташоване на промисловому майданчику відповідно до вимог будівельних норм і правил (БНіП), санітарних і протипожежних норм проєктування промислових підприємств.

Характерною особливістю промислового будівництва є масове застосування системи об'єднання будівельних об'єктів промислових підприємств.

Відповідно до вимог [35] сучасне промислове будівництво базується переважно на використанні типових збірних деталей і конструкцій. Типовими називають деталі та конструкції, які мають найбільш раціональне на даний момент рішення і призначені для широкого застосування. Кількість типів і розмірів збірних частин конструкцій повинна бути якомога меншою, що істотно полегшує їх виготовлення, монтаж і здешевлює будівництво.

Уніфікація архітектурно-планувальних параметрів будівель і геометричних розмірів конструкцій базується на єдиній модульній системі (ЕМК), що являє собою збір правил для визначення розмірів кроку, прольоту і висоти поверх, розміри елементів конструкцій, будівельних виробів та обладнання на основі одного модуля 100 мм, позначеного літерою М.

Об'єднання промислових об'єктів відбувається на базі розвинених «Уніфіковані розмірні схеми», «Уніфіковані типові перерізи» (УТС), «Єдині типові прольоти» (УТП).

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ		
Розроб.	Ващук В.						
Перевір.	Троснікова І. Ю.						
Конс.							
Н. Контр.	Бірюкович Л. О.						
Затверд.	Богомол Ю. І.						
					Літ.	Арк.	Аркуші
						57	102
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91		

В даний час ведеться розробка проєктів будівель підприємств усіх галузей промисловості обов'язково використовує залізобетонні вироби та конструкції заводського виробництва, номенклатура якого наведена в каталогах збірних конструкцій.

Стіни. Для стін промислових споруд використовуємо залізобетонні та легкобетонні панелі, які є найбільш індустріальними. Їх влаштовують в опалюваних та неопалюваних будівлях не залежно від матеріалу конструкції каркаса відповідно кроку колон 6м. Висоту панелей приймаємо 1,2 м.

Віконні прорізи. Проєктуючи віконні прорізи, враховуємо, що надмірна площа заскління є причиною перегрівання приміщень влітку і переохолодження взимку.

Розміри віконних прорізів приймаємо кратні: за шириною – 600 мм, за висотою – 600 мм.

Ворота. Для пропускання наземного транспорту в зовнішніх стінах промислових будівель передбачаємо наявність воріт. Їх розташування і кількість визначається з урахуванням специфіки технологічного процесу, характеру об'ємно-планувального вирішення будівель.

Розміри воріт кратні 600 мм. Для нашої ділянки приймаємо розміри воріт: 3,6х4,2.

Двері. Двері промислових будівель роблять одно- і двопільними, двостулковими і відкотними. Номінальні розміри прорізів під двері такі: ширина 1; 1,5 і 2 м і висота 1,8; 2; 2,3 і 2,4 м. Ширину і розташування їх визначають з урахуванням безпеки людей та евакуації їх із приміщень і будівлі в цілому.

Для внутрішнього дільничого транспорту на ділянці розташовуємо проїзди. В [36] ширину дільничого проїзду приймаємо: 3000 мм.

Дільниця, яка проєктується, з виробництва деталей з порошкових матеріалів методом порошкової металургії складається з:

- склад металічних порошків та інших матеріалів;
- розмельно-змішувальне відділення;
- відділення змішування порошків та грануляції;

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- пресове відділення або відділення формування заготовок виробів;
- відділення спікання та виробництва захисних газів;
- відділення калібрування, доводки, просочення та інших видів додаткової обробки готових виробів;
- склад готової продукції;
- лабораторії, дільниця відділ технічного контролю (ВТК), конторські та
- побутові приміщення.

Розміщення технологічного обладнання повинно забезпечувати безпеку і зручність його експлуатації, обслуговування, ремонту, а також монтаж та демонтаж у будь-якій послідовності.

Під час планування розміщення обладнання будемо керуватись його габаритними розмірами. Норми розміщення обладнання в дільницях порошкової металургії, норми площ на одиницю обладнання та перелік підрозділів, які розміщують в окремих приміщеннях наведено в [36], що діють на території України. Відповідно до цих норм до загальної виробничої площі входять: площі, які визначаються габаритами обладнання на плані і зони його обслуговування, які займають проходи та транспортні проїзди, складські приміщення, енергосантехнічне та електротехнічне обладнання (венткамери, КТП), а також площі антресолей, комор та інших приміщень.

Відстані між обладнанням та будівельними конструкціями (до колон) приймаємо 0,8 м.

Відстані між обладнанням для розмелу, між ситами та між змішувачами приймаємо 1,2 м. В залежності від номінального зусилля пресів до 6300 кН приймаємо – 4,5 м.

Відстань між будівельними конструкціями (колонами) та обладнанням для просочення приймаємо 2,5 м для баків, 3,5 м для механізованих установок. Між приймаємо відстань 4 м.

Відстані для термічного обладнання та будівельними конструкціями (колони) складають 2,5 м. Якщо шафи управління та трансформатори знаходяться в зоні печі, то відстань між печами складає 3–4 м. Якщо шафи та

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трансформатори винесені із зони печі, то відстань між печами може бути зменшена до 1,5 м.

В таблиці 2.1 наведено розрахунок площ, які займає обладнання.

Таблиця 2.1 – Розрахунок площ під обладнання виробництва твердосплавних пластин

Найменування операції	Найменування обладнання	Технічна характеристика	Кількість одиниць обладнання	Укрупнені норми площ на одиницю обладнання	Сумарна площа, м ²
Дозування	Ваги	1х1х0,8	1	400	400
Змішування	Кульовий млин	0,4 м ³	2	30	60
Сушка	Сушильна шафа СШ-М2	-	1	80	80
Протирка	Сито протиричне	1х1х0,8	1	400	400
Пресування	Прес ТРА500/4 НР	5000 кН	1	100	100
Спікання попереднє	СТН-2.25.1-2/12	60кВт	2	260	520
Спікання основне	СТН-2.25.1-2/12	60 кВт	2	260	520
Механічна обробка	Шліфувальний верстат ШПХ30	1,98х1,84 х 1,86	3	30	90
Всього					2250

Отже, для розміщення обладнання нам потрібен ділянка площею 2250 м², приймаємо ширину ділянки 48, що кратне 8 польотам по 6 м. Тоді довжина ділянки: $2250/48 = 46,875$ м. Прийняті розміри та планувальні рішення реалізовані та представлені на листі 3 графічної частини дипломного проєкту.

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Для пресування виробів з твердих сплавів застосовуються преси найрізноманітнішої конструкції, починаючи від пресів невеликої потужності і закінчуючи пресами потужністю 200–300 т та більше.

У виробництві твердих сплавів для пресування користуються гідравлічними та механічними пресами. Основна мета даного розділу полягає у розробці прес-форми для пресування пластин із твердих сплавів для обробки сірого чавуну.

Найважливішими комплектуючими виробами сучасних пресів для пресування порошків є блоки для пресування (адаптери), завантажувально-розвантажувальні механізми, системи ЧПУ керування роботою преса.

Прес-блоком (адаптером) називають пристрій, який можна знімати з преса і встановлювати на нього, розміщуючи всередині самого прес-блоку прес-форму, в якій пресується порошок.

Застосування прес-блоків дозволяє [28]:

а) швидко переналагоджувати прес на виготовлення різних деталей, оскільки за наявності кількох прес-блоків прес-інструмент встановлюють у блок поза пресом і фонд часу роботи преса витрачається тільки на виконання основної операції;

б) до певної міри компенсувати неточність переміщень та взаємного розташування траверс преса, оскільки точність переміщення прес-інструменту визначається в основному конструкцією блоку, якістю виготовлення його деталей та їх складання.

Основними технологічними характеристиками формоутворювального обладнання (пресів та молотів), які необхідно розрахувати для вирішення конкретних технологічних завдань, маємо:

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ				
					СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Ващук В.								
Перевір.	Троснікова І. Ю.								
Конс.									
Н. Контр.	Бірюкович Л.О.								
Затверд.	Богомол Ю. І.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91				
					Літ.	Арк.	Аркушів		
						61	102		

- а) зусилля пресування (при формоутворенні на пресах) або енергія рухомих частин молота (при формоутворенні на молотах) P ;
- б) зусилля виштовхування пресувань $P_{\text{виш}}$ або зусилля стягування матриці;
- в) хід верхнього пуансону преса (молота) $H_{\text{ВП}}$;
- г) відстань між столом преса (молота) у нижньому положенні та повзуном у верхньому положенні H_p ;
- д) хід виштовхувача преса (молота) $H_{\text{виш}}$;
- е) продуктивність Q .

Хід верхнього пуансону $H_{\text{ВП}}$ (рис. 3.1) складається з відстані h_1 від верхнього пуансону до верхнього торця матриці та величини h_1 шляху пресування:

$$H_{\text{ВП}} = h_1 + h_2;$$

$$h_2 = h_{\text{вир}} \cdot \left(\frac{\gamma_{\text{п}}}{\gamma_{\text{н}}} - 1 \right).$$

Відстань h_1 залежить від прийнятого методу засипки шихти у формуючу порожнину прес-форми (у молотах від методу встановлення заготовки нижньої порожнини штампу). Для стаціонарних прес-форм при масовому та об'ємному дозуванні, що виробляється поза пресом, ця відстань повинна забезпечувати можливість зручного засипання порції шихти у порожнину матриці. В цьому випадку величина залежить від пристрою, призначеного для транспортування шихти від місця дозування до порожнини, що формує. Зазвичай ця величина становить щонайменше 40 мм.

$$H_p = H_{\text{м}} + H_{\text{ВП}} + (h_3 + h_4).$$

$$H_{\text{прес}} = H_{\text{спеч}} \cdot K_y = 4,76 \cdot 1,1 = 5,47 \text{ мм} \approx 5,5 \text{ мм};$$

$$D_{\text{прес}} = D_{\text{прес}} \cdot K_y = 25 \cdot 1,1 = 27,5 \text{ мм}.$$

Хід пресу – односторонній, напрямок тиску пресу зверху.

Розраховуємо робочі розміри камери для засипки. Для визначення величини камери засипки приймаємо коефіцієнт $K_{ob} = 3$.

Тоді, висота камери засипки:

$$H_{\text{зас}} = H_{\text{прес}} \cdot K_{ob} = 5,47 \cdot 3 = 16,41 \text{ мм} \approx 16 \text{ мм}.$$

Визначимо робочий хід пуансона:

$$H_{\text{вп}} = H_{\text{зас}} - H_{\text{прес}} = 16 - 5,5 = 10,5 \text{ мм}.$$

Загальна висота матриці:

$$H_p = H_{\text{зас}} + h_{\text{зах}} = 16 + 24 = 40.$$

Зовнішній діаметр матриці зазвичай в 1,5 – 2 рази перевищує розмір найбільшого отвору. У нашому випадку візьмемо зовнішній діаметр 40 мм.

Верхній пуансон забезпечує притискання деталі. Отже, робочий хід пуансона становить близько $2/3$ висоти матриці, що можна конструктивно прийняти 30 мм та неробоча частина для кріплення яка становить 10 мм. Внутрішній розмір робочої частини 12,7 x12,7 мм, зовнішній діаметр 30 мм.

Нижній пуансон повинен забезпечувати легке діставання деталі з прес-форми. Відповідно, його висота дорівнює висоті матриці, яка становить 20 мм та розмір для монтажу на плиту 20 мм.

Тримач регулює хід нижнього пуансона, тому приймаємо його висоту і ширину 30 мм.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прес-форма, що спроектована, показана на рисунку 3.3.

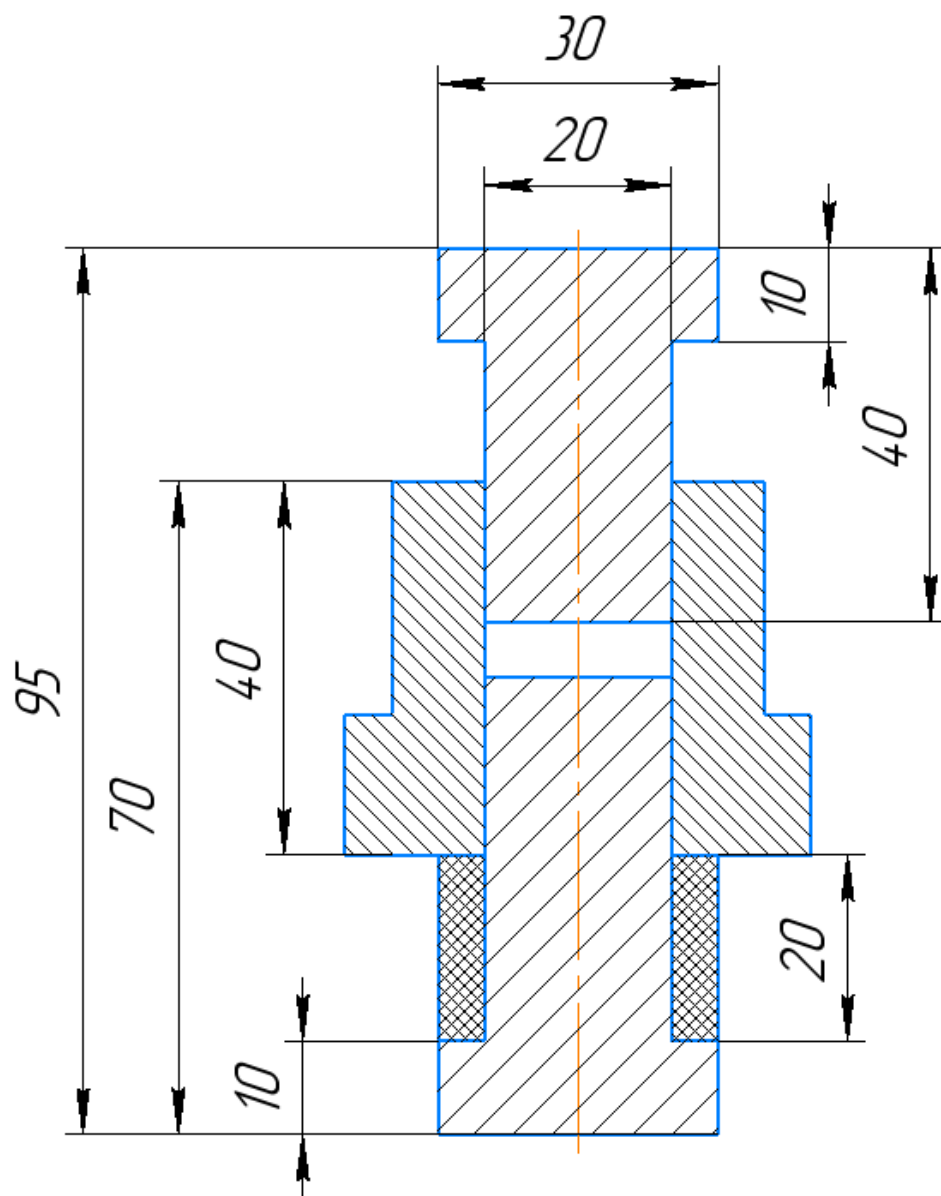


Рисунок 3.3 – Ескіз прес-форми

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Правові та організаційні основи охорони праці на підприємстві

За Конституцією України, яка була прийнята 28 червня 1996 року, визначає: «Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються найвищою соціальною цінністю в Україні» (ст. 3), «Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці» (ст. 43), «Громадяни мають право на соціальний захист, що включає право на матеріальну допомогу у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника» (Стаття 46).

Працівник повинен повернутися з роботи живим і здоровим – таку мету визначає Закон України «Про охорону праці», який був прийнятий 21 листопада 2002 року.

Законом передбачається реалізація конституційних прав на охорону здоров'я і життя працівників при виконанні виробничих завдань.

В даному дипломному проекті розроблено дільницю виготовлення виробів із твердих матеріалів для різального інструменту механічної обробки вуглецевої сталі. У виробничому процесі задіяно 21 виробничо-технічний персонал.

Відповідно до статті 14 Закону України «Про охорону праці» працівник зобов'язаний дбати про особисту безпеку, знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з питань охорони праці, проходити медичні огляди.

4.2 Аналіз параметрів приміщення

Проектується виробництво по виготовленню твердосплавних пластин для обробки сірого чавуну, виробничою потужністю 40 т/рік. Загальна площа дільниці 2160 м², об'єм при висоті панелей перекриття 6м – 12960 м³, кількість

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Ващук В.			ОХОРОНА ПРАЦІ			Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевір.		Троснікова І. Ю.								66	102
Конс.								КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91			
Н. Контр.		Бірюкович Л.О.									
Затверд.		Богомол Ю. І.									

робочих (основних і допоміжних) – 21 осіб, що відповідає будівельним нормам ДБН В.2.5-28:2018 [29].

Дільниця складається з таких виробничих відділів: відділ підготовки порошків, відділ змішування, відділ екструзії(пресування), відділ механічної обробки, склад готової продукції. План дільниці приведений на рисунку 4.1.

Таблиця 4.1 – Метеорологічні умови в дільниці

Період року	Категорія важкості роботи	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Середньої	17 – 21	40 – 60	0,1
Теплий	важкості ПБ	20 – 27	40 – 60	0,1 – 0,2

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

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

4.3 Аналіз освітленості приміщення

Згідно з ДБН В.2.5-28:2018 [29] «Природне та штучне освітлення» характер зорової роботи в дільниці, що проектується, – грубий, VI розряд. У дільниці передбачено природне та штучне освітлення. У нашому випадку поєднується комбіноване природне освітлення – бокове (вікна розташовані в зовнішніх стінах) і верхнє або ліхтарне пропускання світла в приміщення (в дільниці передбачені спеціальні конструкційні елементи на даху (ліхтарі).

Штучне освітлення забезпечується використанням LED ламп.

Величина коефіцієнта штучного освітлення (ϵ) згідно з ДБН В. ДБН В.2.5-28:2018 [29] має становити $\epsilon=1,0\%$. Крім штатного освітлення в дільниці передбачається аварійне освітлення.

4.4 Аналіз шкідливих факторів що виникають при роботі технологічного обладнання

Одним із основних шкідливих факторів у виробництві твердосплавних єпил від порошку ВК6. Виділення пилу в повітря робочої зони відбувається при транспортуванні порошкових матеріалів, дозуванні, змішуванні, пресуванні, вивантаженні та обробці спечених виробів подрібненням. Пил, що забруднює повітря, має розмір часток менше 4 мікрон.

Запиленість робочої зони при застосуванні металевих порошків не повинна перевищувати вимог, наведених у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Вміст пилу в робочій зоні при використанні дисперсного порошку металу

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

Періодичне вдихання частинок порошків може призвести до професійних захворювань, наприклад пневмонію, астму чи силікоз. Щоб зменшити концентрацію пилу у виробничих приміщеннях необхідно герметизувати пилкеобладнання і використовувати вентиляційні пристрої.

Згідно вимог передбачається застосування персоналом ЗІЗ, наприклад респіраторів ШБ-1. Також в дільниці спостерігається: механічний шум, аеродинамічний шум, гідродинамічний шум та електромагнітний.

Згідно ДСН 3.3.6.037-99 [31] рівень шуму на ділянці не повинен перевищувати 80 дБ (імпульсний шум 75 дБ). На змішувачі рівень шуму сягає 80-100 дБ. Для зменшення шуму перестінки між ділянками мають спеціальні шумопоглинаючі кабури. Також використовується засоби індивідуального захисту, протишумові навушники, беруші.

Безпека праці забезпечується при виконанні всіх діючих інструкцій по техніці безпеки і правил, регламентуючих поведінку в ділянці і на території підприємства.

4.5 Електробезпека

Електробезпека - це система організаційно-технічних заходів і засобів захисту людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля та статичної електрики.

Електротравма — ушкодження, спричинене дією електричного струму або електричної дуги.

В майстерні використовується обладнання з живленням від мережі 380 В, а саме міксер, шафа сушільна, прес та духовка згідно Правил улаштування електроустановок (ПУЕ-2017). Категорія приміщення визначається наявністю в приміщенні факторів підвищеної або особливої небезпеки електротравм.

Основними факторами електротравматизму є:

а) доторкання до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, внаслідок недотримання правил техніки безпеки, дефектів конструкції та монтажу електрообладнання;

б) доторкання до неструмоведучих частин, що знаходяться під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, перетинання проводів;

в) помилкова подача напруги на установку, де працюють люди.

Під час нормальної роботи обладнання з метою запобігання ураженню електричним струмом передбачено:

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а) електрична ізоляція струмоведучих частин — шар діелектрика або конструкція з діелектрика, що покриває поверхню струмоведучих частин;

б) розташування струмоведучих частин на недосяжній висоті або в недоступному місці;

в) блокування – автоматичний пристрій, що запобігає неправильним, небезпечним для людини діям;

г) захисне заземлення електрообладнання та електроприладів згідно з ДСТУ Б В.2.5-82:2016. [32]

Підлога в дільниці струмопровідна - залізобетонна. Відповідно до ПУЕ-217 за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом дільницю можна віднести до другого класу (приміщення підвищеної небезпеки).

Відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016 для зниження ризику ураження електричним струмом (основні джерела електропечей, машин, механізмів з електроприводом) необхідно заземлити всі електроприлади, електропривод повинен бути ізольований, в пристроях живляться електричним струмом, необхідно передбачити потрапляння пилу на струмоведучі частини.[32]

Для цього призначається кваліфікована особа, яка періодично перевіряє стан ізоляції та електрообладнання на наявність пошкоджень чи зниженого опору, стан захисного заземлення обладнання.

4.6 Пожежна безпека

Відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 2007 «Норми визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх споруд за вибухо- та пожежонебезпекою» приміщення за вибухо- та пожежонебезпекою належать до категорії Г (приміщення, в яких знаходяться не- горючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, горючі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо) .

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Джерелами загоряння можуть бути: короткі замикання, що супроводжуються великими тепловиділеннями, перевантаження проводів приладів, що викликає сильніший нагрів струмоведучих проводів і займання ізоляції, легкозаймисті рідини, пошкодження електропроводу, знос і корозія обладнання, порушення правила використання матеріалів та обладнання.

Для оперативного реагування на повідомлення про пожежу приміщення обладнано електропожежною сигналізацією, яка виявляє займання на початковій стадії, що забезпечує успішне гасіння пожежі. Залежно від методів виявлення тривоги та генерації сигналів системи сигналізації поділяються на бездресні, адресні та адресно-аналогові.

Для гасіння пожежі також передбачені такі засоби пожежогасіння:

- система автоматичного пожежогасіння;
- щит із засобами пожежогасіння згідно ДБН В.2.5-56:2014 [33] «Системи протипожежного захисту», вогнегасники – 3 шт., ящик з піском – 1 шт., протипожежна ковдра – 1 шт., багор або лом і гак - 2 шт., лопати - 2 шт., сокири - 2 шт.;
- вогнегасник пересувний ГДП-100;
- пожежний гідрант;

План евакуації виробництва представлено на рисунку 4.2.

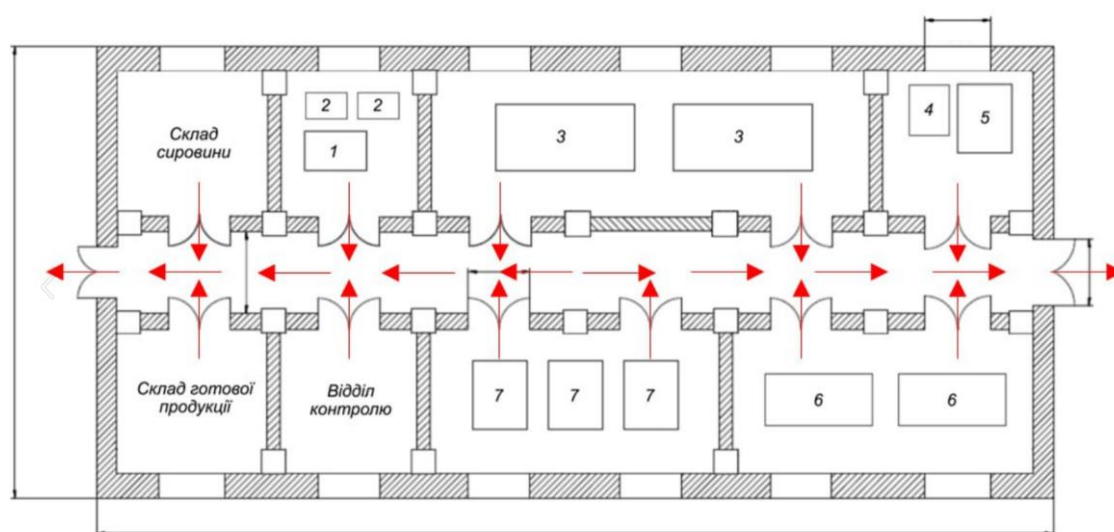


Рисунок 4.2 – План евакуації дільниці

4.7 Застосування індивідуального захисту

Умови праці часто пов'язані з шкідливими та небезпечними факторами, які можуть впливати на здоров'я працівників та призводити до забруднення. Однак, за допомогою конструкції обладнання, організації виробничих процесів, архітектурно-планувальних рішень та колективних засобів захисту не завжди можна забезпечити безпеку роботи. Саме тоді застосовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) для відвертання або зменшення впливу шкідливих факторів.

Для безпечного виконання науково-дослідної роботи рекомендується використовувати наступні засоби особистого захисту:

1. Засоби захисту органів слуху, наприклад, протишумові навушники.
2. Засоби захисту органів дихання, такі як фільтрувальні пристрої, включаючи протипилові, протигазові та протиаерозольні маски.
3. Спеціальний захисний одяг, який включає халати, фартухи, плащі, а також одяг, що захищає від механічних ушкоджень, електричних ушкоджень, бризок металу та інфрачервоного випромінювання. Також до нього належить захисний одяг під час зварювання та теплозахисний одяг.
4. Засоби захисту ніг та стегон, наприклад, електроізолююче взуття.
5. Засоби дерматологічного захисту, такі як захисні креми, мазі, гелі, очисники шкіри та репаративні засоби.

Застосування особистого захисту необхідне для забезпечення ефективного захисту працівників в умовах, де інші методи захисту, наприклад, зміна технології, автоматизація, герметизація устаткування та ефективна вентиляція, не можуть забезпечити належну безпеку. Проте слід зазначити, що використання особистого захисту є менш надійним методом у системі захисту від шкідливих факторів і має застосовуватися тільки в тих випадках, коли інші, більш ефективні методи неможливі або не можуть знизити шкідливий вплив до безпечного рівня.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників та їх заробітної плати

Розрахунок починаємо з визначення чисельності працівників, задіяних у виробництві, і призначаємо їм класифікацію за технологічним процесом. Приймаємо кількість працівників з урахуванням кількості обладнання та змінності роботи. Для розрахунків приймаємо 2-змінний графік роботи.

Після визначення кількості робітників ми визначимо їхню заробітну плату. Витрати на оплату праці є одним із основних елементів собівартості продукції. Витрати на оплату праці складаються з трьох основних компонентів:

- додаткова заробітна плата;
- основна заробітна плата;
- інші заохочувальні та компенсаційні виплати.

Додаткова заробітна плата – винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість, за особливі умови праці. Він включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій тощо.

Основна заробітна плата – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норм часу, виробітку, обслуговування, посадових обов'язків).

До інших заохочувальних і компенсаційних виплат належать виплати за підсумками роботи за рік, премії за спеціальними системами і положеннями, компенсаційні грошові та матеріальні виплати, не передбачені актами чинного законодавства, тощо. Практична організація оплати праці базується на державно-договірному регулюванні її абсолютного рівня та механізму визначення індивідуальної заробітної плати всіх окремих категорій працівників (робітників,

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ		
Розроб.	Ващук В.						
Перевір.	Троснікова І. Ю.						
Конс.							
Н. Контр.	Бірюкович Л. О.						
Затверд.	Богомол Ю. І.						
					Літ.	Арк.	Аркуші
						73	102
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91		

спеціалістів, службовців, керівників) підприємства.

Основним організаційно-правовим інструментом обґрунтування диференціації оплати праці працівників різних суб'єктів господарювання (видів діяльності) є тарифно-посадова система, основними елементами якої є: тарифно-кваліфікаційні довідники; кваліфікаційні довідники посад керівників, спеціалістів і службовців; тарифні сітки і ставки; схеми посадових окладів або єдина тарифна сітка. Тарифно-кваліфікаційні довідники у формі Єдиного тарифно-кваліфікаційного довідника робіт і професій службовців (ЄТКД) – це збірник нормативних актів, що містить кваліфікаційні характеристики робіт і професій, згрупованих за виробництвами та видами робіт. Планова тривалість робочого часу одного працівника на рік розраховується шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Баланс робочого часу дільниці в рік

Найменування витрат часу	Кількість днів
Кількість днів у році	365
Неробочі дні, у тому числі:	125
– загальнодержавні та релігійні свята	9
– вихідні	104
Час на планово-попереджувальний ремонт	12
Робочий час підприємства	240
Витрати робочого часу працівників, у тому числі:	26
– хвороба	4
– чергові та додаткові відпустки	20
– невиходи з дозволу адміністрації	3
– скорочення робочого часу матерям	1
Плановий фонд робочого часу робітників за рік	214

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який визначається за допомогою коефіцієнта облікового складу $K_{обл}$:

$$K_{\text{обл}} = \frac{\Phi_{\text{реж}}}{\Phi_{\text{пл}}}, \quad (5.1)$$

де $\Phi_{\text{реж}}$ – річний робочий фонд часу роботи підприємства, днів;

$\Phi_{\text{пл}}$ – плановий фонд робочого часу працівника за рік, днів.

$$K_{\text{обл}} = \frac{240}{214} = 1,12.$$

Загальна чисельність працівників дільниці приведена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Чисельність основних та допоміжних робітників дільниці

Професія, спеціальність, посада	Кваліфі- каційний розряд	Явочна чисельність по змінах			Коефі- цієнт переводу	Облікова чисе- льність
		1	2	3		
Оператор змішувача	5	1	1		1,12	2
Оператор пресу	4	1	1		1,12	2
Оператор сушильної шафи	5	1	1		1,12	2
Оператор просівальної та калібрувального апарата	4	2	2		1,12	4
Оператор печі	5	2	2		1,12	4
Всього основних робітників						14
Слюсар-ремонтник	4	1	1		1,12	2
Електромонтер	4	1	1		1,12	2
Транспортувальник- вантажник	2	1	1		1,12	2
Всього допоміжних робітників						7
Всього робітників дільниці						21

5.2 Визначення фондів заробітної плати

Основним організаційно-правовим інструментом обґрунтування диференціації оплати праці працівників підприємств різних форм економічної діяльності є тарифно-посадова система, елементами якої є: тарифно-кваліфікаційні довідники; кваліфікаційні довідники посад керівників, спеціалістів і службовців.

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Її абсолютна величина визначається відповідно до встановленого державою розміру мінімальної заробітної плати, тобто мінімальної заробітної плати, нижче якої не може бути оплачена тривалість робочого часу. Так, якщо погодинна тарифна ставка першого розряду на підприємстві встановлена на рівні 28,31 грн., то другого розряду становитиме 30,8 грн., третього розряду – 34,1 грн. і так далі.

Приклад розрахунку фонду оплати праці керівного та обслуговуючого персоналу наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
Керівники			
Начальник дільниці	1	13700	164400
Майстер	1	11200	134400
Разом	2		298800
Спеціалісти			
Провідний Інженер-технолог	1	10200	122400
Разом	1		122400

Службовці та молодший обслуговуючий персонал			
Обліковець	1	7700	92400
Комірник	1	7200	86400
Прибиральник	1	6700	80400
Разом	3		259200
Усього по дільниці	6		680400

Розрахунок фондів зарплати основних та допоміжних робітників наведено в таблиці 5.4.

5.3 Розрахунок капітальних вкладень у виробничу дільницю

Капітальні вкладення у виробничі фонди планованої ділянки складаються з капітальних вкладень в основні фонди (виробничі будівлі та споруди, технологічне та допоміжне обладнання, підйомно-транспортні засоби, обладнання тощо), а також оборотні нормовані фонди (витрати на створення оборотних засобів). запаси матеріалів і сировини змінного обладнання, запчастин, незавершеного виробництва тощо).

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.4 – Розрахунок фондів зарплати основних та допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, грн. (3×6)	Розрахунок додаткової заробітної плати, грн.				Загальний фонд заробітної плати, грн. (7+12)	
				Одного робітника	Всього		Надбавки					
							Премії (40% від основної заробітної плати)	За роботу в особливих умовах (18%)	Оплата відпусток (12%)	Інші доплати та надбавки (10%)		Разом (8+9+10+11)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основні (технологічні) робітники												
Оператор сушильної шафи	5	55.28	2	1596	3192	176453.8	70581.5	31761.7	21174.451	17645.38	141163.0	317616.8
Оператор печі	5	55.28	4	1596	6384	352907.5	141163	63523.4	42348.902	35290.75	282326.0	635233.5
Оператор сита	4	48.75	4	1596	6384	311220.0	124488	56019.6	37346.4	31122	248976.0	560196.0
Оператор змішувача	5	55.28	2	1596	3192	176453.8	70581.5	31761.7	21174.451	17645.38	141163.0	317616.8
Пресувальник	5	48.75	2	1596	3192	155610.0	62244	28009.8	18673.2	15561	124488.0	280098.0
Разом						1172645					938116	2110761
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Наладчик	6	48,75	2	1596	3192	155610	62244	28009.8	18673.2	15561	124488.0	280098.0
Слюсар-електрик	5	48,75	2	1596	3192	155610	62244	28009.8	18673.2	15561	124488.0	280098.0
Вантажник	2	39,29	2	1596	3192	125413.7	50165.5	22574.5	15049.6	12541.4	100330.9	225744.6
Разом						436633.7					349307	785941
Всього по дільниці (виробничій дільниці)						1609278.7					1287423	2896702

Розрахунки капітальних вкладень в обладнання та підйомно-транспортні засоби наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок капітальних вкладень в обладнання

Найменування обладнання	Кількість, шт.	Вартість, тис. грн.	Загальна вартість тис. грн.	Витрати на транспортування та монтаж, тис. грн.	Всього, тис. грн.
Основне технологічне обладнання					
Сито вібраційне	1	18,2	18.2	1.82	20.02
Сушильна шафа СШ-М2	1	36,55	36.55	3.655	40.205
Кульовий млин	2	56	112	11.2	123.2
Сушильна шафа СШ-М2	1	36,55	36.55	3.655	40.205
Сито протиірочне	1	18,2	18.2	1.82	20.02
Прес ТРА500/4 НР	1	240	240	24	264
СТН-2.25.1-2/12	4	250	1000	100	1100
Всього	11				1607,7
Підйомно транспортувальне та допоміжне обладнання					
Електро - штаблер ЕШ-188М (Р = 5м; m = 500кг)	2	5,4	21,6	3240	11,9
Усього по ділянці					1619,5

Капітальні вкладення у виробничі фонди планованої ділянки складаються з капітальних вкладень в основні фонди (виробничі будівлі та споруди, технологічне та допоміжне обладнання, підйомно-транспортні засоби, обладнання тощо), а також оборотні нормовані фонди (витрати на створення оборотних засобів). запаси матеріалів і сировини змінного обладнання, запчастин, незавершеного виробництва тощо).

Вартість транспортування обладнання, його монтажу та налагодження в залежності від його складності береться в розмірі 10–20% від його вартості, приймаємо для розрахунків 10%

Капітальні вкладення в виробничі будівлі і споруди визначаються виходячи з об'єму ділянки і середніх нормативів вартості будівельних конструкцій і промислової електропроводки.

Визначаємо капітальні вкладення в будівництво дільниці. Довжина – 45 м, ширина – 48 м, висота – 6 м, загальна площа – 2160 м². Капітальні вкладення в будівельно-монтажні роботи визначаються виходячи з площі та об'єму ділянки, а також нормативної вартості будівельних і санітарно-технічних робіт 1 м будівлі. Також необхідно врахувати витрати на будівництво фундаменту і майданчики для обладнання.

Розрахунки капітальних вкладень (з урахуванням середньоринкових цін на елементи будівельно-монтажних робіт) на будівництво дільниці наведені в таблиці 5.6.

Капіталовкладення в пристрої складають 20% від вартості устаткування:

$$K_{\text{пр}} = 1619,5 \cdot 0,2 = 323,9 \text{ тис. грн.}$$

Обсяг оборотних коштів, який необхідний для безперервної виробничої діяльності дільниці, розраховується за такими елементами:

- виробничі запаси сировини, матеріалів;
- кінцевий продукт;
- інші елементи.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво ділянки

Елементи капітальних вкладень	Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м³	Вартість	
			Одиниці, грн	Загальна, тис. грн.
Виробничі приміщення	м³	12960	3250	42120
Водопостачання			35	453,6
Каналізація			30	388,8
Електропроводка			55	712,8
Вентиляція			75	972
			Всього	44647,2
Зовнішній благоустрій	м²	250	75	18,75
Невраховані витрати			750	187,5
Загальна вартість будівлі				44853,5

Сума капітальних вкладень у виробничі запаси матеріалів розраховується і заноситься в таблицю 5.7.

Розмір капіталовкладень у поточні виробничі запаси з урахуванням транспортування складає 10 % від річних потреб:

$$K_3 = 44052308 \cdot 0,1 = 4405230,8 \text{ грн} = 4405.23 \text{ тис. грн.}$$

Величину резервного технологічного балансу беремо у розмірі 10% від вартості оцінки запасу:

$$K_{pz} = 44052308 \cdot 0,1 = 4405230,8 \text{ грн} = 4405.23 \text{ тис. грн.}$$

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Таблиця 5.7 – Розрахунок вартості основних і допоміжних матеріалів на річну виробничу програму

Назва матеріалу	Одиниці виміру	Добові витрати	Кількість робочих діб на рік	Загально-річні витрати, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість за рік, грн
Основні матеріали						
Порошок ВК6	кг	167,044	240	40000	1100	44000000
Допоміжні матеріали						
Синтетичний каучук, розчинений в бензині	л	14,53	240	3487	15	52308
Всього						44052308

Сума оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховується за формулою:

$$\Sigma_{об} K_{у.н.в.} = B_{пл} \cdot T_d \cdot \frac{K_{нв}}{T_{пл}}, \quad (5.2)$$

де $B_{пл}$ – виробництво товарної продукції у плановому періоді по виробничій собівартості, грн.;

T_d – тривалість циклу виготовлення продукції, днів;

$K_{нв}$ – коефіцієнт наростання витрат;

$T_{пл}$ – кількість днів у плановому періоді, днів.

$$\Sigma_{об} K_{у.н.в.} = 4405,23 \cdot 2 \cdot \frac{0,8}{360} = 19,6 \text{ тис. грн.}$$

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість всіх інших елементів оборотних коштів складає близько 25% від вартості планового запасу матеріалів.

$$K_{\text{ост}} = 0,25 \cdot 4405,23 = 1101,3 \text{ тис. грн.}$$

Сумарний розмір оборотних коштів складає:

$$K_3 + K_{p.3} + \Sigma_{\text{об}} K_{y.n.v} + K_{\text{ост}} = \\ -4405,23 + 4405,23 + 19,6 + 1101,3 = 9931,4 \text{ тис. грн.}$$

Загальні капітальні вкладення заносимо до таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Вартість, тис. грн.
1. Будівлі(виробничі та побутові)	44853,45
2. Обладнання	1619,5
3. Нормовані оборотні кошти	9931,4
Разом	56404,3

5.4 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Об'єктом калькулювання є та продукція чи робота (послуга), собівартість якої розраховують. Головним об'єктом калькулювання є готова продукція, яку поставляють на ринок. Для підприємств порошкової металургії це порошки металів та сплавів, спечені вироби та ін.

Проводячи розрахунки витрати групують за калькуляційними статтями, номенклатура яких залежить від особливостей виробництва.

Установлюючи статті витрат, слід дотримуватися таких вимог:

– максимальну частку витрат, яку включають у собівартість, потрібно обчислювати безпосередньо для окремих виробів;

– статті непрямих витрат необхідно формулювати так, щоб їх можна було враховувати під час визначення вартості окремих виробів.

Типова номенклатура калькуляційних статей витрат для більшості підприємств різних галузей виглядає так:

- а) сировина та матеріали (за вирахуванням зворотних відходів);
- б) паливо та енергія на технологічні цілі;
- в) основна заробітна плата технологічних робітників;
- г) додаткова заробітна плата технологічних робітників;
- д) єдиний соціальний внесок;
- е) витрати на утримання та експлуатацію устаткування;
- ж) загальновиробничі витрати;
- з) загальногосподарські витрати;
- к) витрати на підготовку та освоєння виробництва;
- л) позавиробничі витрати (на збут продукції, на маркетинг).

Сума перших семи статей становить дільничу собівартість, дев'яти – виробничу собівартість, а усіх десяти статей – повну собівартість.

Під час калькулювання прямі витрати обчислюються безпосередньо на калькуляційну одиницю згідно з чинними нормами й цінами. Для непрямих витрат (утримання та експлуатація устаткування, загальновиробничі та ін.) спочатку складають кошторис на певний період, після чого витрати розподіляють між різними виробами чи видами продукції.

Стаття «Сировина та матеріали» містить витрати на сировину, основі та допоміжні матеріали, закуплені вироби і напівфабрикати, тобто витрати, які можна обчислити безпосередньо на одиницю продукції на підставі витратних норм і цін.

Планові витрати основних і допоміжних (технологічних) матеріалів визначають на основі даних матеріального балансу, а ціни на них слід уточнювати у відділі матеріально-технічного забезпечення підприємства під час

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проходження переддипломної практики (чи скориставшись інформаційними сайтами, про які зазначено вище). Розрахунки оформляють у вигляді табл. 5.9.

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

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

Стаття **«Основна заробітна плата технологічних робітників»** містить витрати на оплату праці робітників, безпосередньо зайнятих виготовленням основної продукції. Це основні (технологічні) робітники, а фонд їхньої заробітної плати наведено у табл. 5.4.

Стаття **«Додаткова заробітна плата технологічних робітників»** обчислюється у відсотках від основної заробітної плати технологічних робітників (табл. 5.4).

Стаття **«Єдиний соціальний внесок» (ЄСВ)** – це обов’язкове відрахування на загальнодержавне соціальне страхування. З 1 січня 2016 р. ставка ЄСВ складає 22 %. Базою для нарахування ЄСВ слугує загальний фонд заробітної плати по дільниці.

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

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті «Основна заробітна плата технологічних робітників». Для підприємств порошкової металургії витрати можуть становити 200 %.

Стаття **«Загальновиробничі витрати»** також є комплексною. До неї

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

належать наступні види витрати:

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

Величину витрат по вказаній статті калькуляції розраховують у відповідності до нормативу, прийнятого на підприємстві-аналогі. У разі відсутності таких даних загальновиробничі витрати встановлюють на рівні 100% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників».

Стаття **«Загальногосподарські витрати»** близька за змістом до попередньої і відрізняється лише рівнем об'єктів визначення витрат. Так, загальновиробничі витрати – це витрати на управління, виробниче і господарське обслуговування в межах дільниці.

Загальногосподарські витрати – це ті ж самі витрати тільки на рівні всього підприємства загалом. У цю статтю додатково включають витрати на набір і підготовку персоналу, службові відрядження, обов'язкові платежі (страхування майна підприємства, платежі на забезпечення заходів охорони навколишнього середовища та ін.), плату за банківське обслуговування.

Для підприємств порошкової металургії загальногосподарські витрати становлять 50% від основної заробітної плати технологічних робітників.

До статті **«Витрати на підготовку та освоєння виробництва»** належать такі види витрат:

- на підготовку та освоєння нової продукції;

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Стаття «**Позавиробничі витрати**» включає витрати на реалізацію продукції підприємства:

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

Величину витрат по цій статті визначають у відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти перших статей калькуляції). Вони становлять близько 10%.

Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції наведена в таблиці 5.9.

Повну собівартість одиниці продукції ($C_{п}$) розраховують як відношення повної собівартості річної програми випуску продукції ($C_{річ}^п$) до річного обсягу (програми) випуску продукції ділянкою:

$$(C_{п}) = 18,15 \frac{\text{грн}}{\text{шт}}.$$

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.9 – Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції

Найменування статей витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Ціна за одиницю, грн	Витрати на річну програму, тис. грн.
1 Сировина і матеріали				
1.1 Порошок ВК6	кг	40000	1100	44000
1.2 Синтетичний каучук розведений в бензині	л	3487	15	52
2. Енергоносії	кВт·год	98000	2,62	257
3. Основна заробітна плата				1172
4. Додаткова заробітна плата				938
5.Єдиний соціальний внесок				464
6. Утримання та експлуатація машин і устаткування				2344
7.Загальновиробничі витрати				1172
8. Адміністративні витрати				1046
9. Підготовка і освоєння нової продукції				469
Виробнича собівартість річної програми				51914
10. Поза виробничі витрати				117
Повна собівартість річної програми				52031

5.5 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів економічних або технічних рішень найчастіше використовують такі показники:

- трудомісткість продукції (обернений показник продуктивності праці людини);
- капіталомісткість продукції;
- термін окупності інвестицій.

Трудомісткість виробу:

$$t = \frac{\chi_{\text{ос}} \cdot \Phi_{\text{еф}}^{\text{пл}}}{G}, \quad (5.3)$$

де $\chi_{\text{ос}}$ – кількість основних робітників (14);

$\Phi_{\text{еф}}$ – плановий ефективний фонд робочого часу одного робітника (1596);

G – плановий річний обсяг виробництва (40000 кг).

$$t = \frac{14 \cdot 1596}{40\,000} = 0,56 \text{ н. – год/кг.}$$

Фондомісткість продукції:

$$K_G = \frac{K_{\text{заг}}}{G}; \quad (5.4)$$
$$K_G = \frac{52031000}{40000} = 1300,77 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

Найпоширенішим показником економічної ефективності капітальних вкладень, тобто одноразових витрат на нове будівництво, реконструкцію,

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впровадження нової техніки, є термін окупності капітальних вкладень (рік), який має критеріальний характер:

$$P_{ok} = \frac{K_{\text{заг}}}{P_p} < P_{ok}^n, \quad (5.5)$$

де P_p – річний обсяг грошового потоку, грн;

P_{ok}^n – нормативний термін окупності, років.

$$\begin{aligned} P_p &= 0,82 \cdot (C - C_n) \cdot Q + \Sigma A = \\ &= 0,82 \cdot (2500 - 1300,77) \cdot 40000 + 161950 = 39\,822\,790, \end{aligned}$$

де C – ринкова ціна одиниці товару, грн.;

C_n – повна собівартість одиниці продукції, грн.;

ΣA – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

$$P_{ok} = \frac{52031000}{39822790} = 1,3.$$

Техніко-економічні показники наведені в таблиці 5.10.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.10 – Техніко-економічні показники

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення за варіантами
Річний плановий обсяг виробництва (G)	кг	40000
Загальна площа ділянки	м ²	2410
Виробнича площа ділянки	м ²	2160
Капіталомісткість продукції (KG)	грн/кг	1275,9
Загальна чисельність працівників, у тому числі:	чол.	26
основний персонал		14
допоміжний персонал		6
управлінський персонал		6
Загальний річний фонд заробітної плати	тис. грн	2896,67
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн.	9450
Річний виробіток на одного працівника	кг./чол.	2857,14
Технологічна трудомісткість продукції (t)	н.-год/кг.	0,56
Собівартість продукції ділянки	грн/кг.	1300,77
Період окупності (Пок)	років	1,3

ВИСНОВКИ

У даному дипломному проєкті проведено аналіз технології виготовлення твердосплавних пластин для обробки сірого чавуну. З усіх наявних розглянутих варіантів, зваживши всі переваги та недоліків, обрано найоптимальніший варіант. В якості матеріалу було обрано твердий сплав ВК6 на основі кобальту та карбіду вольфраму, даний матеріал зарекомендував себе як один з кращих не тільки на вітчизняному просторі, а й зарубіжному.

На основі заданої потужності виробництва 40 т/рік було спроектовано дільницю з виготовлення твердосплавних пластин, підібране відповідне обладнання згідно технологічного процесу та зроблена планувальна розстановка його по площі дільниці.

У будівельному розділі визначено площу виробничої дільниці та побудовано її план з розміщенням обладнання. У спеціальному розділі розраховано прес-форму.

У розділі охорони праці розглянуті основні нормативні акти безпечного ведення виробництва, за даними яких намічено основні заходи щодо запобігання травматизму та усуванню шкідливих чинників, які можуть діяти на організм людини, тим самим створивши безпечні умови праці.

В організаційно-економічному розділі розрахована необхідна кількість працівників, задіяних в роботі дільниці, їхня заробітна платня, а також вартість будівлі дільниці та закупівля необхідного обладнання. В кінці даного розділу отримана зведена таблиця техніко-економічних показників, згідно якої отриманий термін окупності складає 1,3 роки.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Ващук В.			ВИСНОВКИ				Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевір.		Троснікова І. Ю.									92	102
Конс.									КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91			
Н. Контр.		Бірюкович Л.О.										
Затверд.		Богомол Ю. І.										

CONCLUSIONS

This diploma project includes an analysis of the technology for manufacturing solid plates for processing carbon steel from all the available options. After considering all the advantages and disadvantages, the best option was selected. The chosen material for the plates is a solid alloy VK6 based on cobalt and tungsten carbide, which has proven to be one of the best materials not only domestically but also internationally. Numerous analogues have been made based on this material.

Based on the specified production capacity of 40 tons per year, a workshop for the production of cemented carbide plates was designed. The appropriate equipment was selected according to the technological process, and a layout plan was made for the workshop area.

In the construction section, the area of the production site is defined and its plan with the placement of equipment is built. The press form is calculated in a special section.

In the occupational safety section, the main regulatory acts for safe production are discussed. Based on these regulations, the main measures to prevent injuries and eliminate harmful factors that may affect workers' health are outlined, thereby creating a safe working environment.

In the economic and organizational section, the required number of personnel involved in the workshop's operations, their wages, the cost of constructing the workshop, and the procurement of necessary equipment are calculated. At the end of this section, a consolidated table of technical and economic indicators is presented, showing a payback period of 1.3 years.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Ващук В.			CONCLUSIONS		Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Троснікова І. Ю.						93	102
Конс.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91					
Н. Контр.		Бірюкович Л.О.							
Затверд.		Богомол Ю. І.							

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. International Research Journal of Engineering Science, Technology and Innovation [Electronic resource] // International Research Journal of Engineering Science, Technology and Innovation. – 2014. – Vol. 3, no. 2. – Mode of access : <https://doi.org/10.14303/irjesti.2014.054>. – Title from screen. – Date of access : 07.06.2023.
2. Sandvik Steel Works. Coromant Division. Cemented carbide: Its production and properties. / Sandvik Steel Works. Coromant Division. – Sandviken : Sandvik Steel Works, 1967. – 12 p.
3. TRENT E. M. CUTTING TOOL MATERIALS [Electronic resource] / E. M. TRENT // Metal Cutting. – [S. l.], 1977. – P. 70–138. – Mode of access : <https://doi.org/10.1016/b978-0-408-10603-0.50010-0>. – Title from screen. – Date of access : 07.06.2023.
4. Yuri M. Solonin. Powder Metallurgy and Metal Ceramics, [Electronic resource] / Yuri M. Solonin // Springer. – [S. l.], 2022. – Vol. 61 . – P. 389–397. – Mode of access : <https://www.springer.com/journal/11106>. – Title from screen– Date of access : 07.06.2023.
5. Van Tyne C. J. Introduction to Assessing Properties of Conventional and Specialized Materials [Electronic resource] / C. J. Van Tyne // Comprehensive Materials Processing. – [S. l.], 2014. – P. 1–2. – Mode of access : <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-096532-1.00100-x>. – Title from screen. – Date of access : 07.06.2023.
6. Graham T. Smith. Cutting Tool Materials [Electronic resource] / Graham T. Smith // Springer, London. – P. 1–31. – Mode of access : https://doi.org/10.1007/978-1-84800-205-0_1. – Title from screen. – Date of access : 07.06.2023.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Ващук В.									
Перевір.		Троснікова І. Ю.								94	102
Конс.								КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91			
Н. Контр.		Бірюкович Л.О.									
Затверд.		Богомол Ю. І.									

7. Степанчук А. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів [Текст] / Анатолій Степанчук. – Київ : Центр учб. літ., 2016. – 336 с.

8. Пластины режущие сменные многогранные твердосплавные пятигранной формы с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне [Текст] : ГОСТ 19065–80. – [Введен с 1982-01-01]. – Вид. офіц. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2006. – 10 с.

9. Пластины режущие сменные многогранные твердосплавные пятигранной формы с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне [Текст] : ГОСТ 19046–80. – [Введен с 1982-01-01]. – Вид. офіц. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2006. – 10 с.

10. Пластины режущие сменные многогранные твердосплавные пятигранной формы с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне [Текст] : ГОСТ 19059–80. – [Введен с 1982-01-01]. – Вид. офіц. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2006. – 10 с.

11. ГОСТ 19052–80. Пластины режущие сменные многогранные твердосплавные пятигранной формы с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне. – Вид. офіц. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2006. – 10 с.

12. Кобальта окись [Текст] : ГОСТ 18671–73. – [Введен с 1995-01-01]. – Вид. офіц. – Москва : Государственный стандарт Союза ССР, 1989. – 6 с.

13. Углерод технический для производства резины : ГОСТ 7885–86. – [Введен с 01-01-88]. – Москва : Межгосударственный стандарт, 1986. – 2 с.

14. Вольфрам : ГОСТ 14339.5–91. – [Введен с 01-01-93]. – Москва : Государственный стандарт Союза ССР, 1992. – 1 с.

15. Обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів. Каталог обладнання [Текст] : метод. вказівки до практичних занять та виконання курсових і дипломних проектів для студентів спеціальності "Композиційні та порошкові матеріали, покриття" / А. М. Степанчук, М. О. Сисоєв. – Київ : НТУУ"КПІ", 2009. – 99 с.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Технология порошковой металлургии [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Степанчук, И. И. Билык, П. А. Бойко. – Киев : Вища школа, 1989. – 415 с.

17. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения [Текст] : справочник / И. М. Федорченко, И. Н. Францевич, И. Д. Радомысельский [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1985. – 624 с.

18. Матеріали для напилювання покриттів [Текст] : навч. посібник / А. М. Степанчук, І. І. Білик. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 236 с.

19. Специальные технологии и материалы порошковой металлургии [Текст] : учеб. пособие / Д. С. Кива, С. А. Бычков, О. Ю. Нечипоренко [и др.]. – Киев : КВІЦ, 2014. – 664 с.

20. Степанчук А. М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук [Текст] : підручник / А. М. Степанчук. – Київ : НТУУ «КПІ», 2006. – 353 с.

21. Сплавы твердые, Материалы керамические инструментальные [Текст] : ГОСТ 20559–75. – [Введен с 11-12-91]. – Москва : Государственный строительный стандарт СССР, 1991. – 2 с.

22. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля [Текст] : ГОСТ 18242–72. – [Введен с 01-01-74]. – Москва : Государственный строительный стандарт СССР, 1982. – 2 с.

23. Статистический контроль по качества [Текст] : ГОСТ 18321–73. – [Введен с 01-01-74]. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2008. – 3 с.

24. Пластины сменные многогранные твердосплавные [Текст] : ГОСТ 19086–80. – [Введен с 01-01-82]. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 2 с.

25. BeeStar Technology [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу : <https://beestar.com.ua/catalog/sushylni-shafy/sushylna-shafa-ssh-m2>. – Назва з екрану. – Дата перегляду : 05.06.2023.

26. FLAGMA [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://flagma.ua/uk/ploskoshlifovalny-standok-shph-30-shph-40-shph-o2504989.html>. – Назва з екрану. – Дата перегляду : 12.06.2023.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Перспективные процессы изготовления порошковых материалов [Текст] : учебник / О. Н. Сизоненко, А. И. Ивлев, Г. А. Баглюк. – Николаев : НУК, 2014. – 376 с.

28. Наноструктурные материалы [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. – Москва : Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.

29. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] / ДБН В.2.5-28:2018. – [Чинний від 2019-03-01] – Режим доступу : http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885. – Назва з екрану. – Дата перегляду : 24.05.2023.

30. Охорона праці та цивільний захист [Текст] : навч. посіб. / О.Г. Левченко, О.І. Полукаров, В.В. Зацарний [та ін.] ; [за ред. О.Г. Левченка]. – Київ : Основа, 2019. – 472 с.

31. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Текст] / ДСН 3.3.6.037-99. – [Чинний від 1999-12-01]. – К. : Міністерство охорони здоров'я України. Головне санітарно-епідеміологічне управління, 1999. – 34 с.

32. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом [Електронний ресурс] / ДСТУ Б В.2.5-82:2016. – [Чинний від 2016-07-01] – Режим доступу : http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65395. – Назва з екрану. – Дата перегляду : 24.05.2023.

33. Системи протипожежного захисту. Зі зміною № 1 [Електронний ресурс] / ДБН В.2.5-56:2014. – [Чинний від 2014-11-13] – Режим доступу : http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=59526. – Назва з екрану. – Дата перегляду : 24.05.2023.

34. Будник А. Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць [Текст] : навчальний посібник / А. Ф. Будник. – Суми : Вид-во СумДУ, 2008. – 212 с.

35. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии [Текст]: учеб. пособие / Азаренков Н. А., Береснев В. М., Погребняк А. Д. [и др.]. – Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009. – 209 с.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

36. Оборудование предприятий порошковой металлургии [Текст] : учебник для вузов / С. С. Кипарисов, О. В. Падалко. – Москва : Металлургия, 1988. – 447 с.

37. Новые композиционные материалы [Текст] : справочник / Д. М. Карпинос, Л. И. Тучинский, Л. Р. Вишняков. – Киев : Вища школа, 1985. – 312 с.

38. Конструкционные порошковые материалы [Текст] : учебник / И. Д. Радомысельский, Г. Г. Сердюк, Н. И. Щербань. – Киев: Техника, 1985. – 152 с.

39. Здания предприятий. Параметры [Текст] : ГОСТ 23838–89. – [Введен с 1989-07-01]. – Москва : Государственный строительный комитет СССР, 1989. – 9 с.

40. Общесоюзные нормы технологического проектирования производств по получению изделий из металлических порошков на основе железа и меди [Текст] : ОНТП-10-85. – [Введены с 1985-11-12]. – Москва : ВНИИТЭМР, 1986. – 88 с.

41. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие сборочные цехи [Текст] : ОНТП-14-93. – [Введен с 1993-11-12]. – Москва : Институт по проектированию станкостроительных, инструментальных и машиностроительных заводов АО «Гипростанок», 1993. – 228 с.

42. Сплавы твердые, Материалы керамические инструментальные. Параметры [Текст] : ГОСТ 20559–75. – [Введен с 11-12-91]. – Москва : Государственный строительный стандарт Союза ССР, 1991. – 10 с.

					ФН91.9102.4203.003.00ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка	
			Документація			
	A1	ФН91.9102.4203.003.02АС	Апаратурно-			
			технологічна схема	1		
			Обладнання			
1			Ваги	1		
2			Кульовий млин	2		
3			Сушильна шафа СШ-М2	2		
4			Сито протирочне	1		
5			Прес ТРА500/4НР	1		
6			Піч СТН-2.25.1-2/12	2		
7			Шліфувальний верстат			
			ШПХ30	3		
				ФН91.9102.4203.003.02АС		
		ПІБ	Підп.	Дата		
Розробн.		Ващук В. В.			АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	
Керівн.		Троснікова І. Ю.				
Консульт.						
Н/контр.		Бірюкович Л. О.				
Зав.каф.		Богомол Ю. І.				
					Арк.	Аркуші
					100	102
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91	

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
			Документація		
	A1	ФН91.9102.4203.003.03ПД	План ділянки	1	
			Обладнання		
1			Ваги	1	
2			Кульовий млин	2	
3			Сушильна шафа СШ-М2	2	
4			Сито протирочне	1	
5			Прес ТРА500/4НР	1	
6			Піч СТН-2.25.1-2/12	2	
7			Шліфувальний верстат	3	
8			ШПХ30		
</					

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
			Документація		
	A1	ФН91.9102.4203.003.03СА	Прес автомат	1	
			Складальні одиниці		
1			Задатчикоположення матриці	1	
2			Опорна плита	1	
3			Кнопки пуска та зупинка преса	1	
4			Індикатор циклу	1	
5			Блок контролю гідросистеми преса	1	
6			Блок індикаторів справності вимикачів	1	
7			Показчик положення головного плунжера	1	
8			Індикатор зусилля з при-ем автозупинки	1	
9			Механізм блокування роботи преса	1	
10			Панель керування робочим процесом	1	
11			Опорна плита	1	
				ФН91.9102.4203.003.03СА	
		ПІБ	Підп.	Дата	
Розробн.		Ващук В. В.			ПРЕС-АВТОМАТ Арк. 102 Аркушів 102 КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМ та ПМ Гр. ФН-91
Керівн.		Троснікова І. Ю.			
Консульт.					
Н/контр.		Бірюкович Л. О.			
Зав.каф.		Богомол Ю. І.			