

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-фізичний факультет
Металознавства та термічної обробки**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Я.В. Зауличний

«__» _____ 2019 р.

Дипломна робота

**на здобуття ступеня бакалавра
з напрямку підготовки 6.050403 «Інженерне матеріалознавство»**

на тему: «Фазовий аналіз продуктів помолу титану з вуглецем»

Виконав :

студент ІV курсу, групи ФІ – 51/2

Шевченко Олексій Михайлович _____

Керівник роботи:

д.ф-м.н., проф. Зауличний Я.В. _____

Консультант: з розділу охорони праці:

зав. каф., д.т.н., проф.

Левченко О.Г. _____

з економічно-організаційного розділу

доцент, к.е.н., доц.

Нараєвський С.В. _____

Нормоконтроль:

доцент, к.т.н., доц.

Гриненко К.М. _____

Рецензент:

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-фізичний факультет
Металознавства та термічної обробки
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки – 6.050403 «Інженерне матеріалознавство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Я.В. Зауличний

«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Шевченко Олексій Михайлович

1. Тема роботи «Фазовий аналіз продуктів помолу титану з вуглецем», керівник роботи Зауличний Ярослав Васильович
затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. №1408-с
2. Термін подання студентом роботи 15 червня 2019 р.
3. Вихідні дані до роботи аналіз літературних джерел та результати дослідження
4. Зміст роботи Літературний огляд, матеріали та методи дослідження, результати експерименту та їх обговорення, організаційно-економічна частина, охорона праці та економічна частина
5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо) Мікроструктура , зміна твердості, рентгенограма тощо.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Нараєвський С.В. доцент		
Охорона праці	Левченко О.Г. зав каф., професор		
Нормоконтроль	Гриненко К.М. доцент		

7. Дата видачі завдання 15 квітня 2019 р_____.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний огляд	15.04.2019	виконано
2	Освоєння методики дослідження	22.04.2019	виконано
3	Проведення експерименту та визначення зміни фазового складу	06.05.2019	виконано
4	Аналіз експериментальних даних	13.05.2019	виконано
5	Розрахунок економічної частини	20.05.2019	виконано
6	Розробка питань охорони праці	27.05.2019	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	03.06.2019	виконано

Студент _____
(підпис)

Шевченко О.М.

Керівник роботи _____
(підпис)

Зауличний Я.В.

Реферат

Пояснювальна записка: 41 стр., 4 рис, 5 табл., 10 джерел.

Об'єкти дослідження: суміш помолу Ti з C і їх подальшим утворенням нанодисперсного карбіду титану.

Предмети дослідження: фазовий аналіз карбіду титану.

Мета роботи: провести помолу Ti з C, і їх подальше дослідження через дифрактограми.

Методи дослідження: помол зразків, рентгеноструктурний аналіз зразків.

В роботі проведено дослідження, утворення карбіду титану через їх помол в планетарному млині.

ФАЗОВИЙ АНАЛІЗ ПОМОЛУ ТИТАНУ З ВУГЛЕЦЕМ

ABSTRACT

Explanatory note: 41 pp., 4 rice, 5 tables, 10 sources.

Research objects: a mixture of grinding Ti and C and their subsequent formation of nano-dispersed titanium carbide.

Subjects of research: phase analysis of titanium carbide.

Purpose: to mill Ti from C, and further research through diffractograms.

Methods of investigation: grinding of samples, X-ray structural analysis of samples.

In the work, research was conducted on the formation of titanium carbide through grinding in a planetary mill.

PHASE ANALYSIS OF THE TITANE WITH THE CARBON POWER

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1 Стан питання та постановки задачі	9
1.2 Фізичні, хімічні та механічні властивості титану та на його основі сплавів	10
1.3 Кристалічна структура, поширення та властивості TiO	11
1.4 Кристалічна структура та властивості технічного вуглецю (вуглецевої сажі).....	12
2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	15
2.1 Матеріали дослідження	15
2.2 Установка для помолу матеріалів.....	15
2.3 Рентгеноструктурний аналіз	15
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	17
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	19
4.1 Науково-технічна актуальність НДР	19
4.2 Мета і завдання науково-дослідницької роботи	19
4.3 Розрахунок планової собівартості проведення дослідження.....	20
4.3.1 Зарплата виконавців по темі	21
4.3.2 Єдиний соціальний внесок	22
4.3.3 Витрати на матеріали, що використовуються в роботі	22
4.3.4 Витрати на додаткове обладнання та прилади	23
4.3.5 Витрати на службові відрядження	24
4.3.6 Інші прямі невраховані витрати	24
4.3.7 Накладні витрати.....	24
4.3.8 Планова кошторисна вартість НДР	25
4.4 Економічна ефективність НДР	26
4.5 Висновки до розділу	29

5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	30
5.1 Правові та організаційні основи охорони праці на підприємстві.....	31
5.2 Аналіз мікроклімату	31
5.3 Аналіз освітленості приміщення	32
5.4 Аналіз шуму та вібрації	33
5.5 Аналіз забрудненості повітря.....	34
5.6 Електробезпека	35
5.7 Пожежна безпека	37
ВИСНОВКИ.....	39
CONCLUSIONS.....	40
ЛІТЕРАТУРА.....	41

ВСТУП

Активний пошук нових з'єднань і матеріалів з унікальними фізичними і хімічними властивостями, які зокрема застосовуються для виготовлення карбідних електродів з високими характеристиками і властивостями. В даній роботі було розглянуто вибухово механохімічний синтез (ВМС). При ВМС відбувається поступове накопичення надлишкової енергії за рахунок того, що частинка при помолі в планетарному млині знаходиться під тиском, зазнаючи деформації зсуву і після досягнення критичних значень енергії відбувається реакція, що протікає по вибуховій кінетиці.

Метою роботи було дослідження помелу оксиду титанового порошку із неметалевими добавками вуглецю із подальшим утворенням карбіду титану. І розглянути структурні зміни в титані при його помелі в планетарному млині АїР-015М у присутності неметалічних добавок - сажистого вуглецю.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Стан питання та постановки задачі

Серед перспективних матеріалів, освоєних промисловістю в попередні роки, особливе місце займає титан і його сплави. Безперервне розширення області застосування цих матеріалів в різних галузях техніки пояснюється сприятливим поєднанням їх фізичних, механічних і хімічних властивостей.

Однак титанові сплави і композитні матеріали на їх основі мають деякі недоліки: вони досить зносостійкі, низько твердість по рівняно з іншими металами і що саме головне – висока ціна.

Два фактори обмежують застосування титанових сплавів для роботи в умовах тертя і контактних навантаженнях. Тому для підвищення цих характеристик застосовують різноманітні технології обробки їх поверхні і додавання різних домішок чи покращення вже існуючих методів.

Одним з методів було розглянуто помол в планетарному млині титану з сажей вуглецю в аргоновому середовищі.

Поставлена була задача дослідження структури титана, після введення сажі вуглецю і як вона впливає на саму гратку титана і при цьому які зміни відбуваються в самій структурі.

Але перш ніж розглядати чи відбуваються ці зміни і якщо відбуваються, то як саме проходять ці зміни, заглянемо на самі властивості титану і вуглецю – чи вуглецевою сажі (технічного вуглецю).

1.2 Фізичні, хімічні та механічні властивості титану та на його основі сплавів

Фізичні властивості титану і на його основі сплавів змінюються з параметрами кристалічної ґратки.

Параметри кристалічної ґратки. Титан існує в декількох кристалічних модифікаціях: α -Ті і β -Ті

α -Ті з гексагональної щільно упакованою ґраткою

($c = 4,679 \text{ \AA}$, $a = 2,951 \text{ \AA}$), β -Ті з об'ємноцентрованою кубічною ґраткою $a = 3,269 \text{ \AA}$, температура переходу $\alpha \leftrightarrow \beta$ $882,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Теплові властивості титану: Теплопровідність чистого титану при температурі $20\text{-}25 \text{ }^\circ\text{C}$ становить $0,0527 \text{ кал/с}\cdot\text{см}\cdot^\circ\text{C}$.

Питома теплоємність титану $=0,142 \text{ кал/г град}$.

Температура плавлення $1660 \pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$, температура кипіння $3260 \text{ }^\circ\text{C}$, густина α -Ті $= 4,505 (20 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ г/см}^3$. і β -Ті $= 4,32 (900 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ г/см}^3$.

Хімічні властивості: титан активний метал і тому є один із небагатьох металів з високою корозійною стійкістю: в холодній і киплячій воді, досить стійкий в морській воді, в розчинах багатьох лугах, неорганічних і органічних кислотах. При нормальній температурі і до $500\text{—}550 \text{ }^\circ\text{C}$ корозійно стійкий, що пояснюється наявністю на його поверхні тонкої, але міцної окисної оксидної плівки.

Є найбільш корозістійким металом в морській воді серед нині відомих нам, за винятком благородних (золота і т. п.), більшість видів нержавіючої сталі, нікелеві, мідні та інші сплави. У воді і багатьох агресивних середовищах чистий титан не схильний до корозії.

Механічні властивості - питомою міцністю титан серед нині відомих він найкращий серед промислових металів, наприклад алюміній, поступився рядом позицій титану, який лише у 1,7 рази важче алюмінію, але у шість разів міцніше. Титан високої чистоти має межу міцність нижче 30 кгс/мм^2 , а

технічно чистий титан – в межах 30-75 кгс/мм² . І що особливо важливе, титан зберігає свою міцність при високих температурах (до 500 °С, а при додаванні легуючих елементів – 650 °С), в той час як міцність більшості алюмінієвих сплавів різко падає вже при 300 °С. Титан – дуже твердий метал: він у 12 разів твердіший за алюміній, в 4 рази – за залізо та мідь. Що вище межа текучості металу, то краще деталі з нього опираються експлуатаційним навантаженням, то довше вони зберігають свої форми та розміри. Межа текучості титану у 18 разів вища, ніж в алюмінію, і в 2,5 рази – ніж у заліза.

1.3 Кристалічна структура, поширення та властивості TiO₂

Діоксид титана – досить складна неорганічна речовина, з'єднання таких речовин як титан і кисень TiO₂.

Діоксид титана із себе представляє кристалічний оксид водню з дуже великою кількістю гарних властивостей. За зовнішніми ознаками це біло-сірого кольору тверда речовина, нерозчинна в кислотах, лугах і розчинах при нормальних умовах. Із-за того, що діоксид титана інертний, він не токсичний для навколишнього середовища.

Застосовуються всюди, від виготовлення барвників і до утворення складних полімерних сплавів. За своїми природними характеристиками, діоксид титану являє собою фотоактивний матеріал, і як раз ця, особлива здатність взаємодіяти зі світлом і надає йому особливу увагу, а саме: взаємодія може приймати форму звичайного розсіювання світла, що забезпечує непрозорість матеріалу, або форму поглинання енергії ультрафіолетового спектра світла, що захищає полімер від деструкції під впливом ультрафіолетового випромінювання. Ефект взаємодії частинок

діоксиду титану зі світлом продовжує знаходити на практиці все більш широке застосування.

Отримати самостійно чистий титан досить складно, і тому в даній роботі вже використовувався чистий титан виробництва Запорізького титано-магнієвого комбінату.

1.4 Кристалічна структура та властивості технічного вуглецю (вуглецевої сажі)

Технічний вуглець він же вуглецева сажа – це високодисперсний аморфний вуглець який виробляють в дуже великій кількості для самих різних потреб.

Вуглецева сажа це формально технічний вуглець, але за своїми параметрами він відрізняється тим, що це вуглецеві продукти, які були вироблені повністю в неконтрольованих умовах і від якого не буде конкретного набору властивостей.

Частинки технічного вуглецю це так звані глобули, які являють собою деградовані графітову структуру. Міжплощинна відстань між графітоподібними шарами становить 0,35—0,365 нм.

Розмір частинок: 13—120 нм (рис.1.3) – саме вони визначають дисперсність технічного вуглецю – тобто воно є фізико-хімічним показником, який характеризує питому поверхню, тобто шорстку поверхню частинок – які наповзають одні шари на інші. Фізичною мірою цієї шорсткості являє собою співвідношення між показниками питомої поверхні і їх йодним числом. Технічний вуглець має високорозвинену поверхню 5-150 м²/г, з великою активністю поверхні, а також сорбовані залишки вуглеводнів.

Їх величина, залежить тільки від способу їх отримання та як саме ці частинки вуглецеві обробляли. Густина часток технічного вуглецю — 1,76-

1,9 г / см³. Насипна густина пластівцевих структур технічного вуглецю становить 30-70 кг / м³. Щоб більш зручно тех. вуглець транспортувати, його гранулюють до густини 300–600 кг / м³.

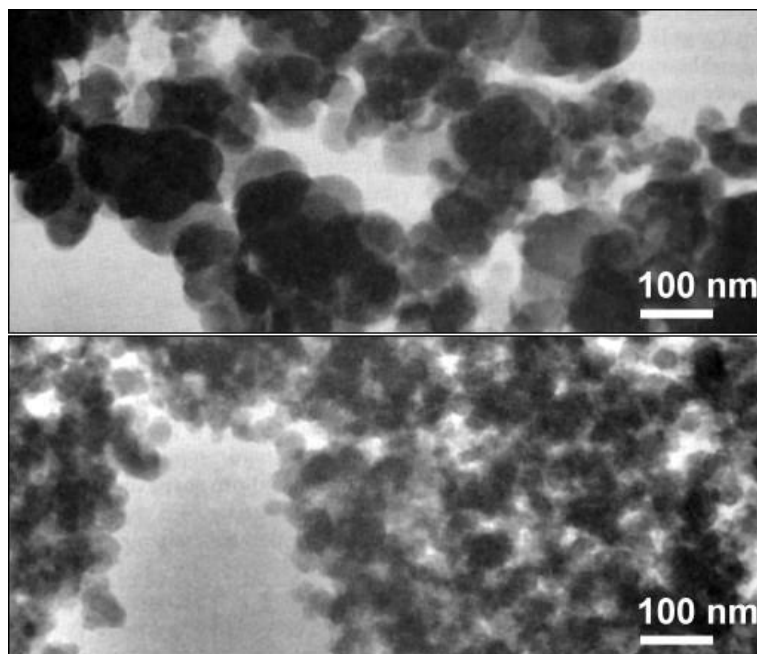


Рисунок 1.3 – Мікроскопічної структури технічного вуглецю.

Існує декілька способів отримання технічного вуглецю:

Пічний, ламповий, термічний, каналний, подрібнення.

В данні роботі використовувався вуглець пічний вуглець марки П705 з наступними характеристиками:

Питома поверхня – $23 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{кг}$,

Абсорбція масла – $110 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$,

Насипна густина- $320 \text{ кг}/\text{м}^3$

Згідно ГОСТ 7885.

Технічний вуглець в даній роботі був отриманий пічним методом. Пічним – це безперервний процес отримання вуглецю, який проходить в закритих проточних реакторах циліндричної форми. Рідкий вуглеводну сировину впорскують пневматичними або механічними форсунками в єдиний потік газів до цілком повного згоряння палива (природний газ,

диз.паливо), при цьому всі матеріальні потоки підтримуються на одному рівні.

Коли отримують необхідну кількість суміші, щоб припинити безперервний процес газифікації, її охолоджують за допомогою потоку води.

Технічний вуглець відокремлюють від відпрацьованих газів і гранулюють до необхідного розміру. А сама сажа вуглецева виходить коли не повністю згорають паливні речовини, і вона виходить в вигляді аерозолі і залишається на спеціальних фільтрах.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріали дослідження

Для вирішення задач, поставлених у даній роботі, в якості об'єктів дослідження використовували порошок титану Запорізького титана-магнієво комбінату, з питомою поверхнею $0,1 \text{ м}^2 / \text{г}$ і неметалічна добавка, сажа вуглецева марки П705 з питомою поверхнею $23 \text{ м}^2 / \text{г}$

2.2 Установа для помолу матеріалів

Помел порошоків проводився на планетарному млині АїР-015М у аргоновому середовищі протягом 5 хвилин, швидкості обертання водила 735 об/хв , і швидкість обертання барабанів досягала 1840 об/хв .

Кількість вуглецю введеного до титану складала $20 \text{ мас}\%$, що відповідає стехіометрії TiC

2.3 Рентгеноструктурний аналіз

Атомна будова зразків досліджувалася рентгенографічно. Порошки знімалися на дифрактометрі ДРОН-3 ($\text{Cu-K}\alpha$ випромінювання, $\lambda=0,154051 \text{ нм}$) з фокусуванням по Брегу-Брентано в режимі покрокового сканування.

Дифрактометр ДРОН-3 - багатоцільовий рентгенівський дифрактометр з системою управління та реєстрації на базі ІВМ РС. Дифрактометр використовується для прецизійного визначення параметрів решітки, вивчення ґраткових властивостей і коефіцієнтів температурного розширення інтерметалічних сполук на основі рідкісноземельних елементів з нестабільною валентністю.

Визначення структури проводилося на базі одержаних кривих інтенсивності (в інтервалі кутів розсіювання $10^\circ < 2\theta < 90^\circ$ із кроком $\Delta 2\theta = 0,01^\circ$).

3 РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

На рисунку 3.1 наведені експериментальні дифрактограми для вихідного титану (рис.1 *a*) і титану помеленого разом з сажею протягом 5 (рис.1 *b*), 10 (рис.1 *c*) і 12 (рис.1 *d*) хвилин.

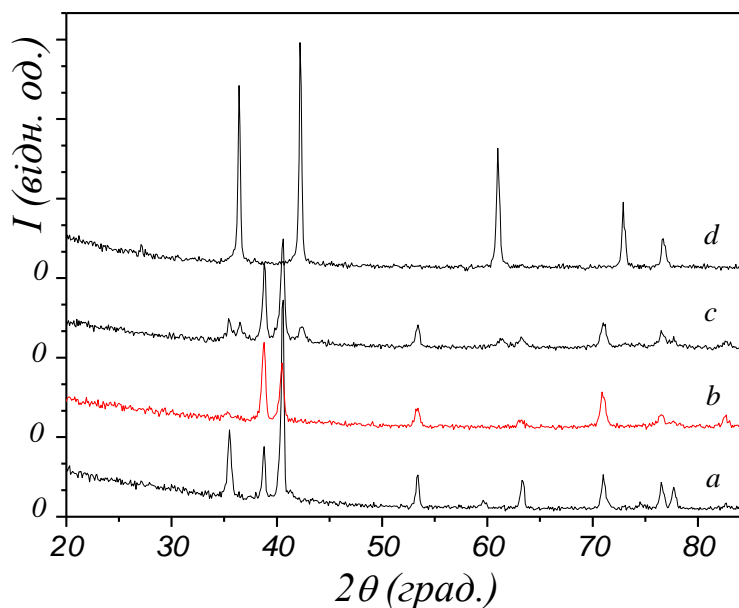


Рисунок 3.1 Дифрактограми для вихідного титану (*a*) і титану помеленого разом з сажею протягом 5 (*b*), 10 (*c*) і 12 (*d*) хвилин.

Як видно з цього рисунка, протягом 5 хвилин помелу відносна інтенсивність рентгеноструктурної лінії, яка відповідає площинам (002) значно зростає, інтенсивність інших ліній падає, а також спостерігається їх розширення. При менш інтенсивному помелі така зміна інтенсивності відбивання рентгенівських ліній досягалася після 15 хвилин помелу. При текстурованні за рахунок ковзання площини (002), вуглець впроваджується в пори між щільно упаковані площини (002). Цей процес супроводжується значним спотворенням кристалічної решітки і утворенням дефектів упаковки, що видно із рентгенівських дифрактограм.

За дифракційними картинами (рис.3.1 *a,b,c*) визначалася зміна параметрів кристалічної комірки титану і її об'єму у процесі розмелювання.

Графік залежності об'єму кристалічної комірки титану від часу помелу наведено на рис.3.2. Він свідчить, що при помелі титану з вуглецем утворюється твердий розчин впровадження (об'єм комірки збільшується). Порівняно з титаном радіус атома якого = 0,147 нм , вуглець має значно менший розмір атомів.

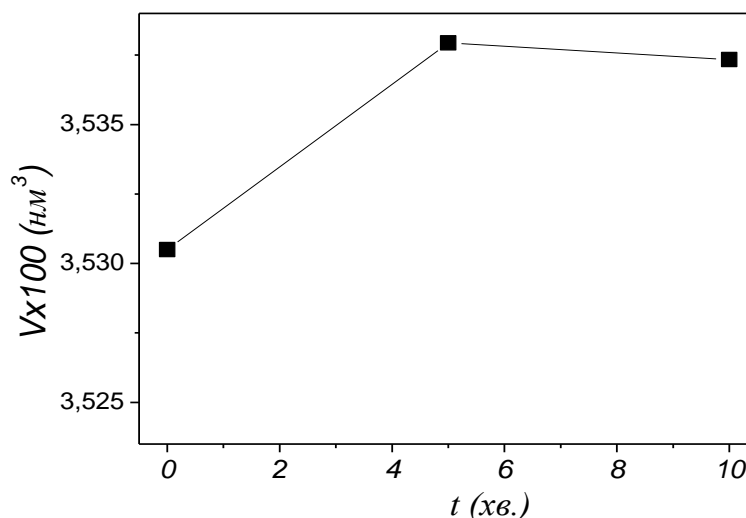


Рисунок. 3.2 Залежність об'єму кристалічної комірки титану від часу помелу титану з сажею

Утворення карбіду титану супроводжується виділенням тепла, що збільшує швидкість утворення твердих розчинів, а отже і збільшується швидкість утворення дефектів пакування. Як видно із рисунка 1 за 10 хвилин подрібнення утворюється невелика кількість карбідної фази , яку можна зареєструвати рентгенографічно. Через кілька хвилин реакція набуває великої швидкості і за 12 хвилин титан в присутності сажі перетворюється в карбід титану, що фіксується рентгенографічно .Всі рентгенівські рефлекси на цій дифрактограмі рис.1 d відповідають карбіду титану TiC (Fm3m).. Визначено структурні параметри утвореної фази карбіду титану: розмір комірки - $a=0.43233$ нм.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Науково-технічна актуальність НДР

Достатньо великою проблемою для сучасного матеріалознавства є вирішення питання пошуку більш кращих за властивостями матеріалів.

Частково цю проблему можна вирішити використанням карбідних сплавів. Однак, поряд із своєю простою в виробництві, вони мають ряд недоліків, які саме при більш детальному дослідженні можна вивчити їх всі позитивні і негативні недоліки і їх вирішити. І в подальшому, можливо зрозуміти, наскільки вони можуть підходять.

І тому, в моїй роботі було розглянуто, більш детально фазовий аналіз продуктів помолу титану і вуглецевої сажі (технічний вуглець) в планетарному млині, і частинки при помолі, знаходяться під тиском і зазнають деформації тиском.

Роблячи висновок із сказаного вище, можна узагальнити, що проведення фазового аналізу для більш детального вивчення властивостей, а також встановлення якісних закономірностей в помолі вуглецевої сажі і титану є актуальною задачею на сьогодні.

4.2 Мета і завдання науково-дослідницької роботи

Метою даної роботи, є дослідження помолу титанового порошку із неметалевими добавками сажистого вуглецю із подальшим утворенням карбіду титану. І розглянути структурні і фазові зміни продуктів помолу.

Для проведення поставленої керівником задачі потрібно було виконати наступні етапи:

- 1) провести аналіз публікацій з теми і обґрунтувати актуальність напряму досліджень;
- 2) розробити методику проведення дослідження;
- 3) приготувати зразки для помолу в млині.
- 4) провести помол зразків в млині
- 5) провести рентгенографічний аналіз порошку
- 6) дослідити мікроструктуру матеріалу;
- 7) обробити отримані дані та узагальнити результати.

4.3 Розрахунок планової собівартості проведення дослідження

Розрахунок усіх можливих витрат на НДР, пов'язаних з виконанням даної теми, дасть можливість дізнатися планову вартість дослідження даної теми. Завчасне планування, забезпечує значне зменшення трудових та матеріальних витрат з метою отримання кращих результатів при найменших витратах.

Планова собівартість науково дослідницької роботи визначається за наступними статтями витрат:

- 1) заробітна плата науково-дослідницького персоналу;
- 2) єдиний соціальний внесок;
- 3) вартість матеріалів, необхідних для проведення НДР
- 4) вартість спеціального обладнання для виконання НДР;
- 5) витрати на службові відрядження;
- 6) інші прямі невраховані витрати по темі;
- 7) накладні витрати.

4.3.1 Зарплата виконавців по темі

Витрати за цим пунктом включають заробітну плату працівників всіх категорій, зайнятих при проведенні даної роботи.

Заробітна плата вираховується окремо для кожного робітника, і на основі даних по трудомісткості. Розрахунок проводиться в людино-днях. Перелік робіт та трудомісткість представлена в таблиці 4.1

Таблиця 4.1– Розрахунок трудомісткості проведення дипломної роботи

Етапи НДР	Відповідальний виконавець теми	Інженер-дослідник	Лаборант
Підготовчий	4	4	---
Проведення експерименту	---	6	10
Аналіз результатів	5		7
Оформлення результатів роботи	1	4	---
Разом	10	14	17

Денні зарплати визначаються як відношення місячного окладу до умовного місяця (для НДР з п'ятиденним робочим тижнем складає 21,2 дня) – згідно ЗУ про умови праці по НДР. Перемножуючи середньоденну заробітну плату за кожною категорією виконавців (взятих з офіційних джерел на сайті НТУУ КПІ імені Ігоря Сікорського) на відповідну планову трудомісткість робіт, розраховується плановий фонд заробітної плати для всіх працівників які приймали участь у НДР. Результати розрахунку фонду заробітної плати з теми зведено у таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Розрахунок фонду заробітної плати виконавців теми

Посада	Трудомісткість, людино-днів.	Місячний оклад, грн	Денна заробітна плата, грн	Сумарна заробітна плата, грн
Відповідальний виконавець теми	10	14792	697,73	6977,3
Інженер	14	5206	245,56	3437,84
Лаборант	17	4480	211,32	3592,44
Разом				14 007,58

4.3.2 Єдиний соціальний внесок

Сума єдиного соціального (V_c) визначаються у відсотках від загального фонду заробітної плати виконавців з теми. Норматив відрахувань необхідно брати в розмірі 22% загального фонду заробітної плати. Таким чином, єдиний соціальний внесок складе:

$$V_c = 14007,58 \cdot 0,22 = 3\,081,66 \text{ грн}$$

4.3.3 Витрати на матеріали, що використовуються в роботі

Витрати на матеріали, які необхідні для проведення даної НДР, вираховуються з ціни одиниці і загальної кількості використаного матеріалу. Результати розрахунків зведені в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 –Вартість матеріалів необхідних для виконання НДР

Найменування	Стандарт	Одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Порошок вуглецю	ГОСТ 7885-86	кг	0,1	250	25
Порошок титану	ГОСТ 9849-86	кг	0,5	450	225
Аргон	ГОСТ 10157-79	л	5	15	75
Невраховані витрати					10
Разом					335

Транспортно заготівельні витрати складають 10% від планової вартості використаних матеріалів, тоді загальні витрати складають:

$$V_M = 335 \cdot 1,1 = 368,5 \text{ грн.}$$

4.3.4 Витрати на додаткове обладнання та прилади

В даній роботі, нами вже використовувалось вже існуюче обладнання, і тому, витрати на додаткове обладнання та прилади не передбачено.

4.3.5 Витрати на службові відрядження

Згідно плану НДР, службові відрядження не були передбаченні, і тому на них не було додаткових витрат.

4.3.6 Інші прямі невраховані витрати

В цій статті поєднуються всі витрати на проведення НДР, що не увійшли до попередніх статей. При проведенні даної роботи інші прямі витрати складають 10 % від суми врахованих витрати на НДР.

$$I_{в}=(14007,58+ 3081,66 +368,5)\cdot 0,1=1745,77 \text{ грн.}$$

4.3.7 Накладні витрати

До накладних витрат (Нв) відносять:

- 1) заробітна плата адміністративна – управлінського, господарського та обслуговуючого персоналу з єдиним соціальним внеском;
- 2) витрати на придбання експериментального спеціального обладнання та приладів;
- 3) витрати по охороні праці та на техніку безпеки;
- 4) утримання виробничих площ, приладів, устаткування та установок;
- 5) витрати на воєнізовану охорону;
- 6) інші загальногосподарські та дослідницькі витрати.

За нормативами для НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» величина накладних витрат складає 20% від суми всіх прямих витрат по темі.

$$H_B = (14007,58 + 3081,66 + 368,5 + 1745,77) \cdot 0,2 = 3\,840,7 \text{ грн.}$$

4.3.8 Планова кошторисна вартість НДР

Виконані розрахунки дозволяють визначити загальну планову кошторисну вартість НДР. Плановий кошторис витрат по темі досліджень наведено в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Планова кошторисна вартість НДР з теми

Назва статей	Умова призначення	Сума, грн.	Сума, %	Обґрунтування
Заробітна плата виконавців теми	ЗП	14007,58	60,79	За розрахунком
Єдиний соціальний внесок	Вс	3 081,66	13,37	22% від ЗП
Вартість основних матеріалів	Вм	368,5	1,6	За розрахунком
Вартість спец. обладнання	Воб	-	-	Не планується
Витрати на послуги сторонніх організацій	Всо	-	-	Не планується
Інші прямі витрати	Ів	1745,77	7,57	10 % від суми врахованих витрати
Накладні витрати	Нв	3 840,7	16,67	20% від суми всіх прямих витрат
Разом	Вндр	23044,21	100	Сума всіх попередніх

4.4 Економічна ефективність НДР

Розрахунок очікуваного економічного ефекту НДР необхідно для визначення доцільності проведення даної роботи. Проте він може бути розрахований лише по НДР, які безпосередньо спрямовані на створення нових матеріалів, покращення параметрів якості продукції, а також створення нових конструкцій.

Дослідження, що проводились в даній роботі, є складовою частиною комплексної задачі, тому для визначення річного економічного ефекту використовується бальна система оцінки економічної ефективності за наступними показниками:

- важливість розробки (K_1);
- можливість використання результатів розробки (K_2);
- теоретичне значення та рівень новизни (K_3);
- складність дослідження (K_4).

Коефіцієнт K_1 може приймати наступні значення:

- а) ініціативна робота, яка не входить до складу комплексної програми та не є завданням директивних органів – 1 бал;
- б) робота виконується за угодою про науково-технічне співробітництво – 2 бали;
- в) робота являє собою частину відомчої програми – 4 балів;
- г) робота являє собою частину комплексної міжвідомчої програми з елементами впровадження результатів – 5 балів;
- д) робота є частиною міжнародної комплексної програми – 5 балів.

Коефіцієнт K_2 може приймати такі значення:

- а) результати розробки можна використати тільки в даному підрозділі – 2 бал;
- б) результати розробки можуть бути використані тільки однією організацією – 3 бали;

в) результати розробки можуть бути використані багатьма організаціями – 4 балів.

г) результатами розробки можуть користуватися в масштабах однієї галузі – 8 балів;

д) результатами розробки можуть користуватися в різних галузях – 7 балів.

Коефіцієнт K_3 може приймати такі значення:

а) робота являє собою аналіз, узагальнення або класифікацію відомої інформації, подібні результати раніше були відомі в досліджуваній галузі – 2 бали;

б) під час виконання роботи отримана нова інформація, яка доповнює уявлення про сутність досліджуваних процесів – 4 бали;

в) внаслідок виконання роботи отримана нова інформація, яка частково змінює уявлення про природу досліджуваних процесів – 5 балів;

г) внаслідок виконання НДР створені нові теорії, методики або щонебудь подібне – 6 балів;

д) отримана інформація формує принципово нові уявлення, які не були відомі раніше – 7 балів.

Коефіцієнт K_4 може приймати такі значення:

а) роботу виконує один підрозділ, витрати до 10 000 гривень – 1 бал;

б) роботу виконує один підрозділ, витрати від 10 000 до 50 000 гривень – 3 бали;

в) роботу виконує один підрозділ, витрати від 50 000 до 100 000 гривень – 5 балів;

г) робота виконується багатьма підрозділами, витрати від 100 000 до 200 000 гривень – 7 балів;

д) робота виконується багатьма організаціями, витрати більше 200 000 гривень – 9 балів.

Загальна бальна оцінка (Б) вираховується перемноженням коефіцієнтів.

$$B = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (5.1)$$

В нашому випадку бальна оцінка ефективності згідно табл. 4.5 становить:

$$B = 2 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 3 = 192$$

Таблиця 4.5 – Бальна оцінка ефективності НДР

Показник оцінки ефективності НДР	Умовне позначення показника	Характеристики даної роботи	Кількість балів
1.Важливість розробки	K_1	Робота виконується за угодою про науково-технічне співробітництво	2
2. Можливість використання результатів розробки	K_2	Результатами розробки можуть користуватися в масштабах однієї галузі	8
3.Теоретична значимість та рівень новизни розробки	K_3	Під час виконання роботи отримана нова інформація, яка доповнює уявлення про сутність досліджуваних процесів	4
4.Складність дослідження	K_4	роботу виконує один підрозділ, витрати від 10 000 до 50 000 гривень	3

Умовний ефект НДР:

$$E_{\text{НДР}}^y = 500 \cdot B - E_k \cdot Z_{\text{НДР}} \quad (5.2)$$

де 500 – умовна вартість одного балу;

E_n – нормальний коефіцієнт економічної ефективності;

$Z_{\text{НДР}}$ – сумарні витрати на дослідницьку роботу.

Розрахунок згідно формули 5.2

$$E_{\text{НДР}} = 96\,000 - 0,25 * 23044,21 = 90\,238,94 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність НДР визначається коефіцієнтом ефективності E за формулою 5.3. Він характеризує частку загального ефекту від розробки на умовну одиницю витрат і розраховується по формулі:

$$E = \frac{E_{\text{НДР}}}{B_{\text{заг}}} \quad (5.3)$$

$$E = \frac{90\,238,94}{23044,21} = 3,91$$

4.5 Висновки до розділу

Коефіцієнт умовної ефективності даної науково-дослідницької роботи дорівнює 3,91, що свідчить про доцільність її виконання.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці, на практиці, створена для забезпечення безпечних і нешкідливих умов для праці людей. І в сучасному світі, враховуючи темпи розвитку людства, вона все більше набуває необхідності і значимості. І як наука, це наукова дисципліна, у якій пов'язані законодавчі питання про охорону праці, санітарію, технічну і пожежну безпеку.

До охорони праці, можливо віднести такі параграфи:

- виробнича безпека
- технічна і пожежна безпека
- фізіологічна і санітарна безпека
- організаційні і правові основи
- пожежна безпека на виробництві

Головною метою охорони праці є створення на кожному робочому місці безпечних умов праці, безпечної експлуатації обладнання, зменшення або повна нейтралізація дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на організм людини і, як наслідок, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Мета даного розділу – аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть мати місце при роботі проведенні дослідження помолу продуктів титану з вуглецем, та розробка заходів і засобів, які спрямовані на мінімізацію їх несприятливого впливу на працюючих. Безпека праці – такий стан умов праці, при яких виключена дія на працюючого небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

5.1 Правові та організаційні основи охорони праці на підприємстві

Основний нормативний документ щодо організації охорони праці в Україні – це Закон України «Про охорону праці».

Згідно статті 13 Закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний забезпечити на робочому місці та у кожному структурному відділенні умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечення нормативно-правових вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці

Стаття 14. **Обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці.** Працівник зобов'язаний: дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на робочому місці; знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведження з планетарним млином, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту; проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди. Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

5.2 Аналіз мікроклімату

Значення параметрів мікроклімату суттєво впливають на самопочуття та працездатність людини і, як наслідок цього, рівень травматизму. Тривала дія високої температури повітря при одночасно підвищеній вологості призводить до підвищення температури тіла людини до 38...40 °С, внаслідок чого це призводить до фізіологічних порушень в організмі людини таких як:

зміни у серцево-судинній системі, обміну речовин, зміни функцій внутрішніх органів, системі дихання, порушення центральної та периферичної нервових систем.

Для створення необхідних параметрів мікроклімату в лабораторії з планетарним млином застосовують системи вентиляції і кондиціонування повітря. Вентиляція являє собою зміну повітря в приміщенні, призначену підтримувати в ньому відповідні метеорологічні умови і чистоту повітряного середовища. Вентиляція приміщень досягається видаленням з них забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря.

5.3 Аналіз освітленості приміщення

Освітлення буває трьох видів: природне, штучне і суміщене. Природне у свою чергу поділяється на бічне, верхнє та комбіноване. Штучне – загальне і місцеве. Характеристика зорової роботи поділяється за класами точності : 1) найвищої точності, 2) дуже високої, 3) високої, 4) середньої, 5) малої, 6) дуже малої точності.

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски – тимчасове засліплення.

В лабораторії по пополу зразків буде використовуватися система сумісного освітлення – освітлення, при якому в світлий час доби використовується природне та штучне освітлення. При цьому, недостатнє, за умовами зорової роботи, природне освітлення доповнюється. Природне освітлення в лабораторії – бокове, тобто здійснюється через бокові світлові прорізи в зовнішніх стінах з західної сторони. В світлий час доби (вдень)

використовуватиметься, в основному, природне освітлення. Воно економічне, забезпечує добру освітленість та сприятливо впливає на зір. Природне освітлення повністю задовольняє встановленим нормам, що дозволяє в денний час економити електроенергію. Для штучного освітлення лабораторних приміщень слід передбачити газорозрядні лампи низького та високого тиску. У випадку неможливості або техніко-економічної недоцільності їх використання запускається використання ламп накаливання. Для місцевого освітлення передбачені світильники з непросвічуваними відбивачами, які мають захисний кут не менше 30°. Допускається передбачити світильники місцевого освітлення з відбивачами, які мають захисний кут від 10 до 30° при розташуванні їх нижче рівня очей працюючого. Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, зниженню виробничого травматизму.

5.4 Аналіз шуму та вібрації

Устаткування, яке має бути встановленим в лабораторії, являється джерелом шуму та вібрації. Головними шумовими агрегатом буде робота витяжної вентиляції марки С4.70-3.2., яка знаходиться над планетарним млином. Характер шуму вентиляції тональний. Тривалість роботи вентиляції залежить від тривалості роботи планетарного млина. Фактичний шум від вентиляції складає 65 ДБА. Нормування тонального шуму здійснюється відповідно до ДСТУ. Згідно цих норм загальний рівень шуму в приміщенні цеху не повинен перевищувати 75 ДБА. Оскільки шум в лабораторії не перевищує встановлені норми, то шкідливого впливу на людину не

відбувається. Шум належить до загальнофізіологічних подразників, які за певних обставин можуть впливати на більшість органів та систем організму людини. Так, за даними медиків дія шуму може спричинити нервові, серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів та функціонування органів слуху тощо.

Шум – це сукупність звуків різноманітної частоти та інтенсивності, що виникають в результаті ковалентного руху частинок у пружному середовищі.

У відповідності до ДСТУ, максимально припустимий рівень шуму у виробничих відділеннях складає 80 дБ.

Вібрація – це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем.

Джерелами вібрації в лабораторії можуть бути млини, пили тощо.. Вібраційна безпека праці в лабораторії забезпечується:

- а) застосуванням амортизаторів для гасіння коливань;
- б) розробкою схем розміщення пристроїв з врахуванням створення мінімальних рівнів вібрації на робочому місці.

5.5 Аналіз забрудненості повітря

Джерелами забруднення атмосфери в таких лабораторіях є млини, які можуть пропускати частинки помолу в повітря із подальшим його забрудненням.

Чистота повітря в цеху визначається вмістом пилу і шкідливих речовин. Встановлені гранично допустимі концентрації шкідливих речовин $q_{ГДК}$ (mg/m^3) в повітрі робочої зони виробничих приміщень. Для локалізації шкідливих речовин також встановлена механічна витяжна вентиляція марки С4.70-3.2.

5.6 Електробезпека

В лабораторії розташований планетарний млин АїР-015М. За ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом ділянкою можна віднести до класу приміщень з середньою небезпекою, що обумовлено наявністю:

- струмопровідний пил; струмопровідні підлоги (земляні, металеві, залізобетонні, цегельні);
- можливість одночасного дотику людини до металевих конструкцій будинків, технологічних апаратів, механізмів і до металевих корпусів електроустаткування.

Джерелами ураження електричним струмом є електричні установки.

Електричні травми можуть причиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Випадки ураження електричним струмом:

- дотик до неізолюваних струмовідних частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізолюваних при фактично пошкодженій ізоляції – 55%;
- дотик до неструмовідних частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій, які опинились під напругою в результаті пошкодження ізоляції – 23%;
- дія напруги кроку – 2,5%;
- ураження через електричну дугу – 1,2%;
- інші причини – менше 20%.

Основні чинники електричного характеру – це величина струму, що проходить крізь людину, напруга, під яку вона потрапляє, та опір її тіла, рід і частота струму. Величина струму, що проходить крізь тіло людини, безпосередньо і найбільше впливає на тяжкість ураження електричним струмом.

Основними чинниками неелектричного характеру є шлях струму через людину, індивідуальні особливості і стан організму людини, тривалість дії струму, раптовість і непередбачуваність дії струму.

Шлях струму через тіло людини суттєво впливає на тяжкість ураження. Особливо небезпечно, коли струм проходить через життєво важливі органи і безпосередньо на них впливає.

Чинниками виробничого середовища, які впливають на небезпеку ураження людини електричним струмом, є: температура повітря в приміщенні, вологість повітря, запиленість повітря, наявність у повітрі хімічно активних домішок, тощо. Із підвищенням температури повітря посилюється потовиділення, зволожується одяг, взуття. Це призводить до зниження опору на ділянці включення людини в електричну мережу.

Вологість повітря аналогічно впливає на опір на ділянці включення людини в електричну мережу. Крім того, підвищення вологості знижує опір ізоляції електроустановки, що є одним із важливих чинників електробезпеки. Запиленість повітря, особливо струмопровідним пилом, також негативно впливає на опір ізоляції установки, сприяє переходу напруги на неструмовідні частини установки, коротким замиканням, тощо і, таким чином, підвищує небезпеку електротравми.

Безпека експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок забезпечується наступними захисними заходами: застосуванням ізоляції, недоступністю струмопровідних частин, застосуванням малих напруг, захисним заземленням і використанням електрозахисних засобів.

5.7 Пожежна безпека

Основні причини виникнення пожежі в лабораторії – загорання електропроводки, використання легкозаймистих речовин, наявність відкритого джерела вогню.

Пожежа – неконтрольоване горіння, поза спеціальним вогнищем що знаходиться у часі і просторі.

Залежно від розмірів матеріальних збитків, їх поділяють на особливо великі (коли збитки становлять від 10000 і більше розмірів мінімальної заробітної плати) і великі (збитки сягають від 1000 до 10000 розмірів мінімальної заробітної плати) та інші.

Горіння – екзотермічна реакція окиснення речовини, яка супроводжується виділенням диму та виникненням полум'я або світінням.

Для виникнення горіння необхідно одночасна наявність трьох чинників – горючої речовини, окислювача та джерела запалювання. При цьому горюча речовина та окисник, повинні знаходитися в необхідному співвідношенню один до одного і утворювати таким чином горючу суміш, а джерело запалювання повинно мати певну енергію та температуру, достатню для початку реакції.

При виникненні пожежі необхідно мати вогнегасники ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 або ОП-1, ОП-2, ОП-5, ОП-10

Для забезпечення в лабораторії пожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- 1) біля будівлі де розташована лабораторія повинні бути проїзні шляхи.
- 2) біля можливих місць виникнення пожежі розміщується такий інвентар як: пожежні лопати, багри, сокири, азбестове полотно, вогнегасники
- 3) всі ємності з паливом та вибухонебезпечними речовинами ізольовані і розташовані на небезпечній відстані від можливих джерел появи полум'я;

4) на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

В даній роботі проведений аналіз шкідливих та небезпечних факторів, які передбачають умови, при яких може виникнути небезпека ураження організму. Запропоновано заходи для уникнення травмування.

Отже, на основі вищезазначеного можна зробити висновок, що мікроклімат, організація робочого місця, освітлення в лабораторії відповідають вимогам санітарних норм. А рівень шуму, вібрацій та випромінювання не перевищує допустимих норм.

Навчально-наукова лабораторія знаходиться в будівлі, що відноситься до першого ступеню пожежної безпеки. Лабораторія збудована з вогнетривкого будівельного матеріалу.

На випадок пожежі, в лабораторії є один вогнегасник ОУ-2. Такий вогнегасник забезпечує пожежогасіння у випадку короткого замикання електропроводки без її попереднього відключення. Приміщення обладнане пожежною сигналізацією автоматичної дії, комбінованого типу (теплові або димові повідомлювачі).

Також розроблений план евакуації, який показаний на рис 5.1

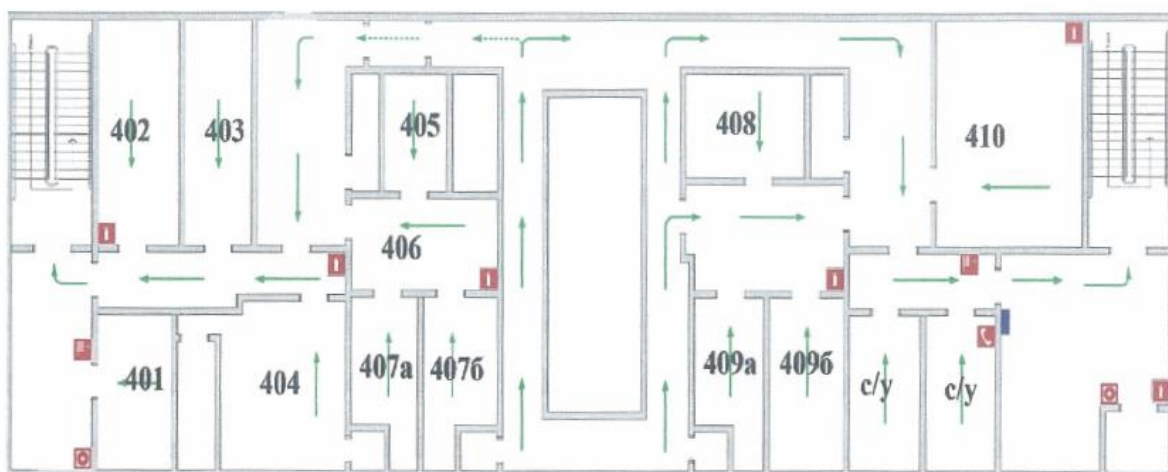


Рисунок 5.1. План евакуації при пожежі з лабораторії

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень встановлено, що в процесі розмелювання порошку титану і неметалевих добавок вуглецю на початковому етапі вуглець впроваджується в ґратку титану.

Тверді розчини вуглецю в титані виступають дефектами упаковки в гццп пакуванні титану і призводять до утворення пакування з більш високою симетрією, а саме, до утворення гцк структури карбіду титану.

Тверді розчини вуглецю в титані утворюють кластери, кількість яких зростає нелінійно за рахунок тепла, яке виділяється після формування карбіду титану.

Тому за певний проміжок часу після появи перших порцій карбідної фази реакція протікає вибухоподібно і вже за 12 хвилин суміш порошоків титану і вуглецю перетворюється в карбід титану по всьому об'єму порошку.

CONCLUSIONS

On the basis of the conducted research it was established that during the milling of titanium powder and non-metallic carbon additives at the initial stage, carbon is introduced into a lattice of titanium.

Solid solutions of carbon in titanium serve as packaging defects in gshp packaging titanium and lead to the formation of packaging with higher symmetry, namely, to the formation of gck structure of titanium carbide.

Solid solutions of carbon in titanium form clusters, the number of which grows nonlinearly due to the heat that is released after the formation of titanium carbide.

Therefore, for a certain period of time after the appearance of the first portions of the carbide phase, the reaction proceeds explosively and in 12 minutes, the mixture of titanium and carbon powders is converted into titanium carbide throughout the powder volume.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень 3.3.6.042 – 99.
2. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку № 3.3.6.037 – 99. 20. Державні будівельні норми. Природне і штучне освітлення. ДБНВ 2.5-28 – 2006.
3. Жидецький та ін. Основи охорони праці. – Львів, Афіша, 2000 – 350 с.
4. Я.В. Зауличний, О.О. Фоя, В.Л.Бекенев, В.І. Зарко, І.Ф. Миронюк, Т.В. Герлець, В.Л. Челядин, Фізика і хімія твердого тіла, 9, №4, 767 (2008).
5. С. С. Кипарисов, Ю. В. Левинский, А. П. Петров. Карбид титана: получение, свойства, применение. — Металлургия, 1987. — 215 с.
6. Самсонов Г.В. Тугоплавкие покрытия/ Г.В. Самсонов, А.П. Эпик - М.: Металлургия, 1973. 510 с.
7. Тот Л. Карбиды и нитриды переходных металлов / Тот Л. - М: Мир, 1974. – 295с.
8. Диаграммы состояния двойных металлических систем: том 2 [Под общей редакцией академика РАН Н. П. Лякишева] – М.: Машиностроение, 1997. – 1023с
9. Авиационные материалы. Справочник в девяти томах. [сост. М.Б.Альтман, С. Г. Глазунов, С. И. Кишкина; ред. А. Т. Туманов]. - М: ОНТИ – 1973. – («Магниево-титановые сплавы»).Т. 5. – 1973. – 580с.
10. LaSalvia J. C. Production of dense titanium carbide by combining reaction synthesis with dynamic compaction. — San Diego : University of California, 1990. — 292 с.