

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

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА
ЗВАРЮВАННЯ імені Є.О. ПАТОНА

КАФЕДРА ФІЗИЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ТЕРМІЧНОЇ
ОБРОБКИ

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Мирослав КАРПЕЦЬ

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Металознавство та комп'ютерне моделювання
процесів термічної обробки»
зі спеціальності 132 «Матеріалознавство»

на тему: «Дільниця термічної обробки на прикладі контейнера пресової наладки
інструменту з розробкою технологічних режимів.»

Виконав:

студент ІV курсу, групи ФМ-81-2

Береза Марія Вікторівна _____

Керівник:

д.т.н., доц., Лоскутова Тетяна Володимирівна _____

Консультант з розділу охорони праці:

зав. каф., д.т.н., професор, Левченко Олег Григорович _____

Консультант з економічно-організаційного розділу

доцент, к.е.н., доцент, Нараєвський Сергій Вікторович _____

Консультант з нормоконтроль:

к.т.н., доц., Христенко Вадим Володимирович _____

Рецензент:

д.т.н., доц., Мініцький Анатолій В'ячеславович _____

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

Студент _____

Київ – 2022 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 132 «Матеріалознавство»

Освітньо-професійна програма «Металознавство та комп'ютерне моделювання процесів термічної обробки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Мирослав КАРПЕЦЬ

« ___ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Березі Марії Вікторівні

1. Тема проекту «Дільниця термічної обробки на прикладі контейнера пресової наладки інструменту з розробкою технологічних режимів», керівник проекту Лоскутова Тетяна Володимирівна, д.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «09» червня 2022р. №992-с
2. Термін подання студентом проекту «18 » червня 2022р.
3. Вихідні дані до проекту
4. Зміст пояснювальної записки
 - А) виробничо-технологічна частина із обґрунтуванням вибору матеріалу та термічною обробкою заготовки
 - Б) економічна частина з розрахунком техніко-економічних показників та витрат на проведення термічної обробки
 - В) охорона праці та навколишнього середовища із описом умов виробництва

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): графік режимів термічної обробки втулки; план ділянки термічної обробки; креслення СШО 6.12/7; креслення втулки.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорони праці	Левченко О.Г., зав. каф., професор		
Організаційно – економічний розділ	Нараєвський С.В., доцент		
Нормоконтроль	Христенко В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			

Студент

Марія БЕРЕЗА

Керівник

Тетяна ЛОСКУТОВА

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: «Дільниця термічної обробки на прикладі
контейнера пресової наладки інструменту з розробкою
технологічних режимів»

Київ – 2022 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: книга 1, 63 с., 21 табл., 3 рис., 2 додатки, 18 джерел

Тема: «Дільниця термічної обробки на прикладі контейнера пресової наладки інструменту з розробкою технологічних режимів».

Обґрунтовано вибір матеріалу для виготовлення контейнера пресової наладки інструмента та режими термічної обробки заготовки. Розраховані параметри технологічного режиму, розроблено методику контролю якості виробів. Обрано основне, додаткове та допоміжне обладнання для здійснення термічної обробки заготовок. Спроектована термічна дільниця для обробки деталей з урахуванням вимог до охорони праці. Розраховані основні техніко – економічні показники. В розділі з охорони праці запропоновано заходи для запобігання травмування та професійних захворювань.

ВТУЛКА, СТАЛЬ 3Х2В8Ф, ТЕРМІЧНА ОБРОБКА, ГАРТУВАННЯ, ВІДПУСК, СТРУКТУРА, ТВЕРДІСТЬ.

					ДП ФН81.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma project: book 1, 63 pages, 23 tables, 3 figures, 2 appendices, 18 sources

Topic: "Heat treatment section on the example of a container for press adjustment of the tool with the development of technological modes."

The choice of material for the manufacture of the container for press adjustment of the tool and the modes of heat treatment of the workpiece are substantiated. The parameters of the technological regime are calculated, the method of product quality control is developed. The main, additional and auxiliary equipment for heat treatment of workpieces is selected. The thermal section for processing of a detail taking into account requirements to labor protection is designed. The basic techniques are calculated - economic indicators. The section on labor protection offers measures to prevent injuries and occupational diseases.

BUSHING, STEEL 3X2B8Φ, HEAT TREATMENT, HARDENING, VACATION, STRUCTURE, HARDNESS.

					<i>ДП ФН81.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1 ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	11
1.1 Коротка характеристика виробу	12
1.2 Вибір матеріалу та його обґрунтування	12
1.3 Розробка маршрутної технології	14
1.4 Вибір і розробка технології термічної обробки	15
1.4.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу термічної обробки.....	15
1.4.2 Розробка технологічних режимів термічної обробки	15
1.4.3 Контроль якості деталі	17
1.4.4 Кінцева структура і властивості деталей	18
1.5 Розрахунок річної виробничої програми термічної дільниці.....	18
1.6 Визначення ефективного річного фонду часу роботи обладнання	20
1.7 Вибір і розрахунок необхідної кількості основного обладнання.....	21
1.8 Визначення продуктивності основного обладнання.....	21
1.9 Розрахунок необхідної кількості основного обладнання	23
1.10 Вибір додаткового та допоміжного обладнання.....	25
2 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Енергетичний підрозділ	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Організаційний підрозділ.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.2 Визначення фондів заробітної плати.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.3 Розрахунок продуктивності праці.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Економічний підрозділ	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.1 Розрахунок капітальних вкладень.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.2 Визначення планової собівартості одиниці виробу	Ошибка! Закладка не определена.

	2.3.3	Розрахунок	показників	економічної	ефективності	проектної	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ФН81,00,000 ПЗ Ошибка! Закладка не определена.		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Загальна характеристика умов праці в дільниці термічної обробки	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Джерела фізичних небезпечних і шкідливих факторів	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Оцінка ключових небезпечних та шкідливих виробничих факторів і розробка заходів поліпшення умов праці в термічній дільниці.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.1 Інфрачервоне випромінювання.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.2 Вібрація.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.3 Шум.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.4 Електричний струм.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.4 Пожежна безпека.....	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВКИ	27
ЛІТЕРАТУРА.....	29
ДОДАТКИ.....	31
ДОДАТОК А	32
ДОДАТОК Б	33

					ДП ФН81.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Термічна обробка є ефективним способом досягнення необхідних властивостей матеріалу виробу. Її сутність полягає в нагріві та охолодженні деталей за певними режимами. В процесі термічної обробки відбуваються зміни структури, фазового складу, механічних і фізичних властивостей матеріалу без зміни хімічного складу.

Втулка розташовується у важкодоступному місці, і її заміна у разі поломки супроводжується затримкою на виробництві. Тому для контейнера пресової наладки інструменту потрібен матеріал, який забезпечує достатню надійність деталі.

Обрано сталь 3Х2В8Ф. Запропонована термічна обробка, яка полягає в гартуванні та відпуску, підвищить міцність, зносостійкість, теплостійкість матеріалу деталі.

Враховуючи річну програму обрано основне, додаткове та допоміжне обладнання.

					ДП ФН81. 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ВИРОБНИЧО - ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

					<i>ДП ФН81. 00.000 ПЗ</i>			
Змн.	ІМЗ	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Береза М.В.			<i>Виробничо – технологічна частина</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.								
Реценз.								
Н. контр.		Христенко В.В.				<i>ІМЗ, ФМ-81-2</i>		
Затверд.								

1.1 Коротка характеристика виробу

Втулка контейнера(рис 1.1) є елементом, в порожнині якої розміщена заготовка та інструменти для пресування. Деталь розташовується у важкодоступному місці та несе осьове навантаження через тертя між пресовою наладкою і контейнером [1]. Максимальна температура роботи досягає 650 °С, а твердість зберігається в межах 42 – 46 HRC. Тому матеріал втулки повинен мати високу теплостійкість, достатню межу текучості і в'язкість, малу деформацію при гартуванні, теплостійкість до 650 °С і зносостійкість.

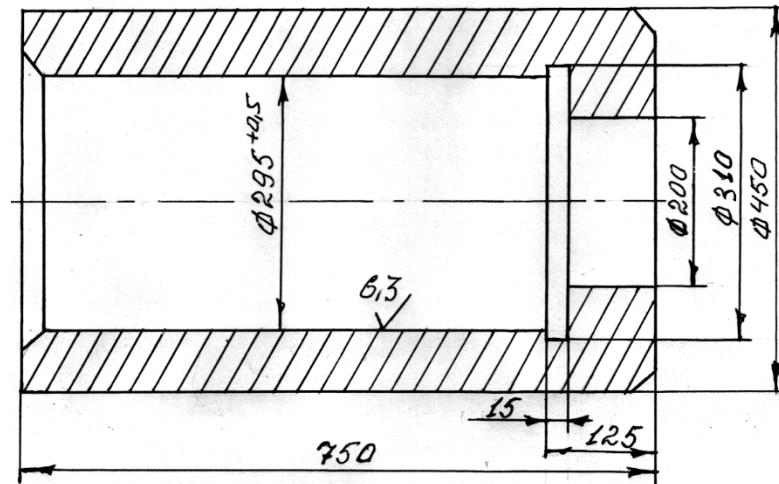


Рисунок 1.1 – Ескіз втулки

1.2 Вибір матеріалу та його обґрунтування

Матеріал для втулки обираємо з теплостійких інструментальних штампових сталей. З урахуванням усіх вимог до заданої деталі, можна запропонувати сталі таких марок, як 5ХНМ, 4Х5МФМС, 3Х2В8Ф [1].

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ФН81. 00.000 ПЗ				

Сталь 5ХНМ (табл 1.1) застосовують для молотових штамів пневматичних молотів, пресових штамів і штамів машинного швидкісного штампування при гарячій деформації легких кольорових сплавів [2]. Наявність хрому підвищує пружність та міцність, нікель покращує пластичність, а молібден підвищує теплостійкість. Сталь теплостійка. Робочі температури: від - 170°C до + 500°C [4], тому цей матеріал не слід застосовувати при робочій температурі 650°C.

Сталь 4Х5МФС (табл. 1.1) призначена для дрібних молотових штамів, великих молотових і пресових вставок при гарячому деформуванні конструкційних сталей, пресформ лиття під тиском алюмінієвих, цинкових і магнієвих сплавів. Наявність хрому сприяє збільшенню прогартовуваності та в'язкості сталі. Дана сталь після термічної обробки має високий рівень механічних властивостей, однак не забезпечить потрібної твердості при температурі 580 – 600 °С. Враховуючи, що кремній сприяє підвищенню твердості, то при відпуску граничний вміст кремнію не повинен перевищувати 1%, інакше відбудеться окрихчування сталі.[2].

Сталь 3Х2В8Ф (табл. 1.1) застосовують для важконавантаженого пресового інструменту, пресформ лиття під тиском мідних і алюмінієвих сплавів [2]. Наявність вольфраму підвищує зносостійкість. Наявність 0,1 – 0,3% ванадію сприяє отриманню дрібнозернистої структури. Кількість усіх легуючих елементів є достатньою для забезпечення необхідної твердості 44 – 48 НРС при температурі 650 °С після термічної обробки [2].

З урахуванням усіх особливостей, із розглянутих марок сталі оптимальнішою є сталь 3Х2В8Ф, вона повністю відповідає вимогам матеріалу втулки контейнера.

					ДП ФН81. 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1 - Хімічні склади сталей 5ХНМ, 4Х5МФС, 3Х2В8Ф [2]

Марка сталі	Вміст елементів, мас%										
	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	V	Cu
5ХНМ	0,5 – 0,6	0,1 – 0,4	0,5 – 0,8	1,4 – 1,8	до 0,03	до 0,03	0,5 – 0,8	0,15 – 0,3	-	-	до 0,3
4Х5МФС	0,32 – 0,4	0,9 – 1,2	0,2 – 0,5	до 0,4	до 0,03	до 0,03	4,5 – 5,5	1,2 – 1,5	-	0,3 – 0,5	до 0,3
3Х2В8Ф	0,3 – 0,4	0,15 – 0,4	0,15 – 0,4	до 0,35	до 0,03	до 0,03	2,2 – 2,7	до 0,5	7,5 – 8,5	0,2 – 0,5	до 0,03

1.3 Розробка маршрутної технології

З огляду на розмір та форму втулки, як заготовку доцільно застосовувати поковки у вигляді порожнистого циліндру. Це забезпечить зменшення трудомісткості на механічної обробку порожнини деталі та зменшить вартість виготовлення виробу.

Маршрутна технологія виготовлення деталі може мати такий вигляд:

- Попередня механічна обробка (механічна дільниця інструментального цеху);
- Термічна обробка (термічна дільниця інструментального цеху);
- Кінцева механічна обробка (механічна дільниця інструментального цеху).

												Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ФН81. 00.000 ПЗ							

1.4 Вибір і розробка технології термічної обробки

1.4.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу термічної обробки

Термічна обробка потрібна для отримання необхідних властивостей, яка полягає в гартуванні та наступному відпуску. Технологічний процес:

1) Через великий розмір заготовки, нагрівання до кінцевої температури в ході гартування буде здійснюватися нерівномірно, що може спричинити утворення тріщин [3]. Тому застосовуємо повільний нагрів заготовки в печі для нагрівання в ході гартування.

2) Кінцева температура нагрівання в ході гартування 1080 °С. Охолоджуємо у мінеральному маслі [3].

3) Відпуск при температурі 600 °С. Охолодження на повітрі [3].

4) Очистка від окалини

1.4.2 Розробка технологічних режимів термічної обробки

Тривалість нагрівання в ході гартування можна визначити за формулою [4]:

$$\tau_{\text{н}} = k_1 k_2 W, \quad (1.1)$$

де k_1 – коефіцієнт нагрівального середовища, хв/см;

k_2 – коефіцієнт рівномірності нагрівання, хв/см;

W – геометричний показник виробу, см.

Коефіцієнт нагрівального середовища 50 хв/см [4]. Коефіцієнт рівномірності нагрівання визначається за формою перерізу заготовки, переріз – круглий, тому $k_2 = 1,2$ [4].

					ДП ФН81. 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Геометричний показник виробу W визначається, як для порожнистого циліндра, за формулою [4]:

$$W = \frac{(D-d) \cdot l}{4 \cdot l + 2 \cdot (D-d)}, \quad (1.2)$$

де $D = 45$ см – зовнішній діаметр заготовки;

$d = 28$ см – діаметр порожнини заготовки;

l – довжина заготовки, см.

Підставивши необхідні розміри у (1.2):

$$W = \frac{(45 - 28) \cdot 75}{4 \cdot 75 + 2 \cdot (45 - 28)} \approx 3,83 \text{ см.}$$

Підставивши значення в (1.1), отримаємо:

$$\tau_H = 50 \cdot 1,2 \cdot 3,83 = 240 \text{ хв}$$

Тривалість ізотермічної витримки τ_B можна визначити за формулою [4]:

$$\tau_B = \frac{1}{5} \cdot \tau_H, \quad (1.3)$$

Отримаємо:

$$\tau_B = \frac{1}{5} \cdot 240 = 48 \text{ хв}$$

Тоді загальна тривалість нагрівання деталі $\tau_{\text{заг}}$ складається з часу нагрівання до заданої температури τ_H і часу витримки при цій температурі τ_B [4]:

$$\tau_{\text{заг}} = \tau_H + \tau_B, \quad (1.4)$$

Підставивши значення, отримаємо:

$$\tau_{\text{заг}} = 240 + 48 = 288 \text{ хв}$$

Тривалість охолодження при гартуванні розраховуємо за формулою [4]:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП ФН81. 00.000 ПЗ

$$v_{\text{ох}} = \frac{t_{\text{гарт}} - 500}{v_{\text{ох}}} - \frac{500 - 60}{v_{\text{ох}}/4}, \quad (1.5)$$

де $t_{\text{гарт}}$ – температура нагрівання в ході гартування;

$v_{\text{ох}}$ – швидкість охолодження виробу в обраному охолоджувальному середовищі (визначають за номограмою Блантера).

За номограмою Блантера визначаємо швидкість охолодження у мінеральному маслі, $V_{\text{ох}} = 3 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$ [5].

Підставивши відповідні значення в формулу (1.4), отримаємо:

$$\tau_{\text{ох}} = \frac{1080 - 500}{3} + \frac{500 - 60}{3/4} = 780 \text{ с} = 13 \text{ хв}$$

Відпуск здійснюємо при температурі 600°C [2].

Тривалість нагрівання деталі $\tau_{\text{н}}$ до температури відпуску розраховується за геометричним показником та орієнтовно буде складати 90 хв [3].

Тривалість витримки $\tau_{\text{в}}$ визначаємо з розрахунку 10 хв + 1 хв на один міліметр умовної товщини деталі [4]: $\tau_{\text{в}} = 10 + 1 \cdot 155 = 165 \text{ хв}$

Загальна тривалість відпуску:

$$\tau_{\text{заг}} = \tau_{\text{н}} + \tau_{\text{в}} = 165 + 90 = 225 \text{ хв}$$

Подальше охолодження деталі здійснюється на повітрі.

1.4.3 Контроль якості деталі

Контроль якості полягає у перевірці твердості і візуальному огляді деталі на відсутність короблення і тріщин. Через великий розмір деталі контроль твердості здійснюється методом тарованого терпуга, а на твердомірі ТК – перевіряється твердість на зразках-свідках. Поєднання цих двох методів забезпечує надійне визначення величини твердості. Після термічної обробки вона повинна бути в межах 42 – 46 HRC.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ФН81. 00.000 ПЗ					

1.4.4 Кінцева структура і властивості деталей

Сталь 3X2B8Ф є високолегованою, структура зевтектоїдної складається з перліту і карбідів [3]. Характеризується легуванням хромом, вольфрамом та ванадієм. Для досягнення необхідної твердості та фізичних властивостей здійснюється гартування з наступним відпуском.

Після охолодження в ході гартування структура буде складатися з мартенситу, карбідів і невеликої кількості залишкового аустеніту. При цьому твердість буде дорівнювати 48 – 52 HRC, а бал зерна - десять [3].

Для зменшення твердості та підвищення в'язкості матеріалу втулки, треба здійснити відпуск при 600 °С. Тоді кінцева структура сталі буде складатися з мартенситу відпуску, залишкового аустеніту і карбідів, твердість буде дорівнювати 42 – 46 HRC [3].

Зміцнення сталі 3X2B8Ф відбувається внаслідок мартенситного перетворення. Дисперсійне твердіння підвищує теплостійкість, але при цьому знижується в'язкість. Але потрібний рівень ударної в'язкості залишається завдяки перекристалізації цієї сталі при термічній обробці [3].

1.5 Розрахунок річної виробничої програми термічної дільниці

Річна виробнича програма – одна з основних вихідних величин, яка далі потрібна для розрахунку виробничих площ, необхідної кількості обладнання, допоміжних матеріалів і джерел енергії.

Річну виробничу програму для партії деталей можна розрахувати за формулою [4]:

$$P' = P_3 \cdot \left(1 + \frac{\delta}{100} \right), \quad (1.6)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ФН81. 00.000 ПЗ				

де Π_3 – задана річна програма, шт;

$1 + \frac{\delta}{100}$ коефіцієнт збільшення річної програми.

У даному випадку коефіцієнт збільшення річної програми становить 4% [4]:

$$\Pi' = 327 \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 340 \text{ шт.}$$

Для визначення маси річної виробничої програми, треба розрахувати масу однієї заготовки за формулою [4]:

$$m = V \cdot \rho, \quad (1.7)$$

де m – маса деталі, кг;

V – об'єм деталі, см^3 ;

ρ – густина сталі 3Х2В8Ф, що дорівнює $0,0078 \text{ кг/см}^3$ [1].

Об'єм заготовки розраховується, по формулі (1.8) [4]:

$$V = \pi \cdot H \cdot (R^2 - r^2), \quad (1.8)$$

де R – радіус цілого циліндра, см;

H – висота циліндра, см;

r – радіус порожнини циліндра, см.

Підставивши значення, отримаємо:

$$V = 3,14 \cdot 75 \cdot (22,5^2 - 14,5^2) = 69708 \text{ см}^3$$

$$m = 69708 \cdot 0,0078 = 543 \text{ кг.}$$

Річна програма термічної обробки заготовок:

$$\Pi = 340 \text{ шт} \cdot 543 \text{ кг} = 184620 \text{ кг.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ФН81. 00.000 ПЗ				

1.6 Визначення ефективного річного фонду часу роботи обладнання

Номинальний фонд часу роботи становить [4]:

$$\Phi_n = (365 - B - C) \cdot Z \cdot \tau, \quad (1.9)$$

де $B = 104$ – річна кількість вихідних днів;

$C = 11$ – кількість святкових днів, що не збігаються з вихідними;

Z – кількість змін за добу;

τ – тривалість однієї зміни.

Для виконання річної програми достатньо працювати в одну зміну на добу, тривалістю 8 годин. Підставляємо відповідні дані у формулу (1.9):

$$\Phi_n = (365 - 104 - 11) \cdot 1 \cdot 8 = 2000 \text{ год.}$$

Ефективний річний фонд часу розраховуємо за формулою [4]:

$$\Phi_d^0 = \Phi_n \cdot \left(1 - \frac{P + \Pi}{100}\right), \quad (1.10)$$

де P – витрати часу на ремонт обладнання;

Π – витрати часу переналадження обладнання.

Для шахтних печей $P = 4\%$, $\Pi = 2\%$ [4].

Підставляємо відповідні дані у формулу (1.10):

$$\Phi_d^0 = 2000 \cdot \left(1 - \frac{2 + 4}{100}\right) = 1880 \text{ год.}$$

					<i>ДП ФН81. 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Вибір і розрахунок необхідної кількості основного обладнання

На основі розробленого режиму термічної обробки втулки було обране обладнання, яке забезпечить виконання технологічного процесу (табл. 1.2):

- 1) для нагрівання в ході гартування – шахтну піч СШО – 6.12/11;
- 2) для відпуску – шахтну піч СШО – 6.12/7.

Шахтна піч 6.12/11 є модифікацією шахтної печі СШО – 6.12/10. Це є найдоцільнішим рішенням, через нестачу обладнання потрібного розміру з максимальною температурою 1100°C. СШО – 6.12/10 має необхідні розміри робочого простору, а нагрівачі будуть замінені під час планового технічного обслуговування.

Таблиця 1.2 – Характеристика основного нагрівального обладнання [4]

Індекс печі	Розміри робочого простору, м	Максимальна робоча температура, °C	Потужність, кВт
СШО – 6.12/11	Ø0,6 × 1,2	1100	50
СШО – 6.12/7	Ø0,6 × 1,2	700	50

1.8 Визначення продуктивності основного обладнання

Так як при одному і тому ж типі обладнання можна виконувати різні за тривалістю операції термічної обробки, що змінює значення продуктивності обладнання, то продуктивність будемо визначати розрахунковим шляхом.

Для термічної обробки контейнера пресової наладки інструменту обрано печі за розміром робочого простору і максимальній робочій температурі.

					ДП ФН81. 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок погодинної продуктивності установок P здійснюється за формулою [4]:

$$P = \frac{M_c}{\tau_c}, \quad (1.11)$$

де M_c – маса садки деталей, які можна розмістити в робочому просторі обраного обладнання, кг;

τ_c – нормований час обробки однієї садки деталей, год.

Садка печі буде складатись з однієї заготовки. Тому масу садки легко визначити, знаючи масу однієї деталі, що дорівнює 543 кг.

Нормативний час обробки однієї садки [4]:

$$\tau_{\text{заг}} = \tau_{\text{зав}} + \tau_{\text{н}} + \tau_{\text{в}} + \tau_{\text{р}} \quad (1.12)$$

де $\tau_{\text{зав}}$ – тривалість завантаження деталей в простір печі, хв;

$\tau_{\text{н}}$ – тривалість нагрівання деталі до заданої температури, хв;

$\tau_{\text{в}}$ – тривалість витримки деталей в печі, хв;

$\tau_{\text{р}}$ – час, затрачений на розвантаження печі, хв.

Тривалість завантаження та розвантаження печі приймається по 15 хв відповідно.

Нормативний час обробки в шахтній печі СШО 6.12/11 складає:

$$\tau_{\text{заг}} = 15 \text{ хв} + 240 \text{ хв} + 48 \text{ хв} + 15 \text{ хв} = 318 \text{ хв} = 5,3 \text{ год.}$$

Нормативний час обробки в шахтній печі СШО 6.12/7 складає:

$$\tau_{\text{заг}} = 15 \text{ хв} + 90 \text{ хв} + 165 \text{ хв} + 15 \text{ хв} = 255 \text{ хв} = 4,2 \text{ год.}$$

Погодинна продуктивність печі СШО – 6.12/11 становить:

$$P = 543/5,3 = 102,45 \text{ кг/год.}$$

Погодинна продуктивність печі СШО – 6.12/7 становить:

$$P = 543/4,2 = 129,2 \text{ кг/год.}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП ФН81. 00.000 ПЗ

1.9 Розрахунок необхідної кількості основного обладнання

Вихідними даними для розрахунку необхідної кількості обладнання є річна програма термічної обробки, продуктивність вибраного обладнання та прийнятий режим його роботи.

Необхідна кількість годин E для виконання програми за відповідними операціями термічної обробки деталей визначається за формулою (1.13) [4] :

$$E = \Pi / P , \quad (1.13)$$

де Π – річна програма термічної обробки заготовок, кг;

P – продуктивність печі для обробки заготовок, кг/год.

Для шахтної печі СШО – 6.12/11 необхідна кількість годин складає:

$$E = 184620 / 102,45 = 1802,04 \text{ год.}$$

Для шахтної печі СШО – 6.12/7 необхідна кількість годин складає:

$$E = 184620 / 129,2 = 1428,9 \text{ год.}$$

Розрахункову кількість одиниць обладнання K_p , потрібного для виконання заданої програми розраховуємо за формулою (1.14) [2]:

$$K_p = E / \Phi_{\text{д}}^0 , \quad (1.14)$$

де $\Phi_{\text{д}}^0$ - ефективний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Для шахтної печі типу СШО – 6.12/11: $K_p = 1802,04 / 1880 = 0,95$.

Для шахтної печі типу СШО – 6.12/7: $K_p = 1428,9 / 1880 = 0,76$.

Для визначення кількості одиниць обладнання $K_{\text{пр}}$ розрахункову кількість K_p округлюють до найближчого більшого цілого числа. Після округлення отримуємо $K_{\text{пр}} = 1$, тоді на дільниці необхідно розташувати одну СШО – 6.12/11 та одну СШО – 6.12/7.

					<i>ДП ФН81. 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт завантаження обладнання η розраховується за формулою (1.15) [4]:

$$\eta = K_p / K_{пр}, \quad (1.15)$$

Підставивши необхідні дані у формулу (1.15), отримаємо $\eta = 0,95$ для шахтної печі СШО – 6.12/11 та $\eta = 0,76$ для шахтної печі СШО – 6.12/7 (табл. 1.3)

Коефіцієнти завантаження обладнання для двох печей є вище за 0,7, що є показником ефективної роботи обладнання [4].

Таблиця 1.3 – Розрахунок необхідної кількості одиниць основного нагрівального обладнання

Обладнання	Операції термічної обробки	Найменування деталі	Річна програма П, кг	Продуктивність одиниці обладнання Р, кг/год	Необхідна кількість годин роботи Е, год	Річний фонд часу роботи обладнання Ф _д , год	Кількість одиниць обладнання		Коефіцієнт завантаження обладнання
							Розрахункова K _p	Прийнята K _{пр}	
СШО – 6.12/11	гартування	втулка	340	102,45	1802,04	1880	0,95	1	0,95
СШО – 6.12/7	відпуск	втулка	340	129,2	1428,9	1880	0,76	1	0,76

Маса охолоджувального середовища m_c у гартувальному баку розраховується за формулою (1.16) [4]:

$$m_c = \frac{m_d \cdot C_d \cdot \Delta t_d}{C_c \cdot \Delta t_c}, \quad (1.16)$$

де m_d – маса садки, кг;

					ДП ФН81. 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_d – питома теплоємність садки, кДж/(кг·°С);

C_c – теплоємність охолоджувального середовища, кДж/(кг·°С);

Δt_d – зміна температури садки, °С;

Δt_c – зміна температури охолоджувального середовища, °С.

Підставивши відповідні значення у формулу (1.15), отримаємо:

$$m_c = \frac{543 \cdot 0,17 \cdot 950}{0,45 \cdot 40} = 4871,91 \text{ кг}$$

Об'єм охолоджувального середовища V визначаємо за формулою [4]:

$$V = m_c / \rho, \quad (1.17)$$

де m_c – маса охолоджувального середовища, кг;

$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ – густина мінерального масла.

Підставивши відповідні значення у формулу (1.17), отримаємо:

$$V = 4871,91 / 800 = 6 \text{ м}^3$$

Враховуючи розмір і об'єм виробу, габаритні розміри баку:
2100×2250×1500 мм.

1.10 Вибір додаткового та допоміжного обладнання

Дільниця для термічної обробки повинна бути оснащена додатковим та допоміжним обладнанням (табл. 1.4). Основним підйомно-транспортним механізмом є кран – балка, яка здійснює швидке транспортування заготовок по дільниці [1]. Контроль якості здійснюється за допомогою допоміжного обладнання, а саме терпугів та твердоміра ТК. За технічними умовами твердість повинна бути HRC 42 - 46.

					ДП ФН81. 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломного проекту отримані такі результати :

1. На основі аналізу умов роботи встановлені вимоги до матеріалу втулки та обрана сталь 3Х2В8Ф.

2. Розроблені режими термічної обробки, які дозволяють отримати необхідні властивості матеріалу. Термічна обробка полягає у гартуванні з наступним відпуском. Кінцева температура нагрівання в ході гартування 1080 °С. Охолодження деталі відбувається в маслі. Температура відпуску – 600 °С

3. Запропонована методика контролю якості термічної обробки втулки контейнера преса, яка включає двоетапну перевірку: візуальний огляд та визначення твердості.

4. Обрано та розраховано необхідна кількість основного, допоміжного та додаткового обладнання, визначена його продуктивність та коефіцієнт завантаження. Спроектована ділянка термічної обробки втулки контейнера преса.

5. Розроблена організаційно-економічна частина. Розраховано основні техніко-економічні показники, а саме: собівартість термічної обробки, річна сума грошового потоку, період окупності інвестиційних витрат.

6. У розділі з охорони праці проаналізовано основні небезпеки та розроблені заходи для забезпечення умов праці, що відповідають вимогам.

					ДП ФН81. 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

CONCLUSIONS

During the implementation of the diploma project the following results were obtained:

1. On the basis of the analysis of working conditions requirements to the material of the plug and the chosen steel 3X2B8Φ are established.

2. Developed modes of heat treatment, which allow to obtain non-essential properties of the material. Heat treatment consists in hardening with the next release. The final heating temperature during quenching is 1080 ° C. The part is cooled in oil. The tempering temperature is 600 ° C

3. The method of quality control of heat treatment of the press container sleeve is proposed, which includes a two-stage inspection: visual inspection and determination of hardness.

4. The required amount of main, auxiliary and additional equipment is selected and calculated, its productivity and load factor are determined. The section of heat treatment of the press container sleeve is designed.

5. Developed organizational and economic part. The main technical and economic indicators are calculated, namely: the cost of heat treatment, the annual amount of cash flow, the payback period of investment costs.

6. The section on labor protection analyzes the main dangers and measures taken to ensure working conditions that meet the requirements.

					<i>ДП ФН81. 00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЛІТЕРАТУРА

1. М. А. Тылкин, Справочник термиста ремонтной службы: - М.: «Металлургия». 1981г. - 659с.

2. Сорокин В.Г., Гервасьев М.А. Стали и сплавы. Марочник: Справ. Изд. / В.Г. Сорокин и др.; ред. В.Г. Сорокин, М.А. Гервасьев - М.: «Интермет Инжиниринг». 2001г. - 608с.

3. Лахтин Ю. М. Термическая обработка в машиностроении. М., "Машиностроение", 1980г.

4. Москаленко Ю.Н., Більченко О.В. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування з курсу "Технологія обладнання та проектування термічних цехів". – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехнік»", 2002. – 64 с.

5. М. Е. Блантер, Методика исследования металлов и обработка опытных данных, Москва: Metallurgizdat, 1952г. – 175с.

6. Закон України «Про Державний бюджет України на 2022 рік» [Електронний ресурс] : Сайт Верховної Ради України. – Доступ до ресурсу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>

7. Work.ua [Електронний ресурс] : Сайт пошуку роботи work.ua. Доступ до ресурсу : <https://www.work.ua/>

8. ДБН В.2.5.28-2006. Природне та штучне освітлення.

9. Охорона праці та цивільний захист / О.Г. Левченко, О.І. Полукаров, В.В. Зацарний та ін. // За ред. О.Г. Левченка. – К.: Основа, 2019. – 472 с

10. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.

11. ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009. ССБТ. Оборудование производственное.

12. ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.

					ДП ФН81.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

14. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

14. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

15. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

16. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

					ДП ФН81.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

ДОДАТКИ

					<i>ДП ФН81.00.000 ПЗ</i>		
Змн.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб	Берега М.В.			<i>Додатки</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.							
Реценз.	Мініцький А.В.				<i>ІМЗ, ФМ-81-2</i>		
Н. контр.	Христенко В.В.						
Затверд.							

