

Запорізький національний технічний університет

(повна назва університету)

Фізико-технічний, Інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Збирання - зварювання корпусу
авіадвигуна ВТЗ - 117 В з проектуванням
гіловими

Виконав: студент VI курсу, групи УФ-313М
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
освітня програма «Технології та
устаткування зварювання»

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гончаренко В.В. [підпис]

(прізвище та ініціали)

Керівник Биковський О.Г. [підпис]

(прізвище та ініціали)

Рецензент Лотова С.В. [підпис]

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя - 2018 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Фізико-технічний, інженерно-фізичний
 Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
 Спеціальність 131 "Прикладна механіка"
 (код і назва)
 Напрямок підготовки Технології та улаштування зварювання
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М. М. Овчинникова
 "21" / 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Тонгаренко Владислав Віталійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Збирання зварювання корпусу авіадвигуна ТВЗ-117В з проектуванням діаметри.

керівник проекту (роботи) Биковський Олег Григорійович д-р.тех.н, професор.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" грудня 2018 року №389

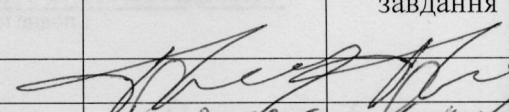
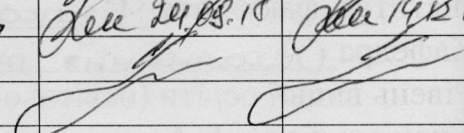
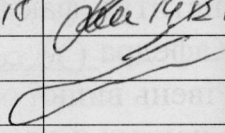
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 21 грудня 2018р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Схема корпусу двигуна, ризна програма виробництва корпусів з 700 ш.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Резюме; Abstract, перелік умовних позначень; вступ; Аналіз вихідних даних і технічне завдання на розробку; вибори на виготовлення виробу; технологічний процес збирання і зварювання виробу; Альтернативний варіант технологічного процесу збирання і зварювання виробу; розроб техніч. вигот. кор. збир. і зваров корпусу; техніко-економ. розр. діляк; охорона праці висновок; дн. пос.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Корпус компресора двигуна ТВЗ-117В; хімічний склад та механічні властивості титану ВТ20 і присадкового дроту ВТ20св; пост зб. проєктки; пост зб. корпусу; асмета для збир і зб. корпусу зб. кал. з копир. аттесор. план цеху; показники еф. і результати

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймав виконане завдання
1-3	Биковський О.Г		
4	Кругликова В.В, доц. каф. ПТ та БА	10.12.18	14.12.18
5	Нестеров О.В, доц. каф. ОП і НС		

7. Дата видачі завдання 10.12.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ, реферат	12.10.18 - 20.10.18	Виконав
2	Розділ 1	20.10.18 - 02.11.18	Виконав
3	Розділ 2	03.11.18 - 08.11.18	Виконав
4	Розділ 3	09.11.18 - 13.11.18	Виконав
5	Розділ 4-5	14.11.18 - 21.11.18	Виконав
6	Висновки, перелік посилань	22.11.18 - 26.11.18	Виконав
7	Додатки	26.11.18 - 01.12.18	Виконав
8	Графічна частина	03.12.18 - 06.12.18	Виконав

Студент

(підпис)

Тонгаренко В.В

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Биковський О.Г

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 91 стор., 15 рис., 23 табл., 22 джерела.

Об'єкт дослідження – технологічний процес аргано-дугового зварювання корпусу компресора двигуна ТВ3-117В.

Мета дипломного проекту – розробити технологію збирання та автоматичного аргано-дугового зварювання корпусу компресора авіаційного турбовального двигуна ТВ3-117В; спроектувати ділянку збирання і зварювання.

Методи дослідження: аналіз літературних даних та серійних технологій виробництва авіаційних двигунів, їх застосування та удосконалення.

Для виготовлення корпусу компресора були розроблені технології збирання з наступним автоматичним аргано-дуговим зварюванням звальцьованої проставки корпусу та деталей корпусу (переднього фланцю, проставки, заднього фланцю). Спроектвана спеціальна технологічна оснастка для збирання і зварювання. Підібрано технологічне обладнання для зварювання (зварювальний автомат, колона, маніпулятор, джерело живлення зварювальної дуги). Розроблена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектвана ділянка збирання і зварювання корпусу.

Проведено техніко – економічне обґрунтування розробленої технології. Розроблені загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

КОРПУС КОМПРЕСОРА, ТИТАН ВТ20, АВТОМАТИЧНЕ АРГОНО-ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНИЙ АВТОМАТ, ВАКУМНА КАМЕРА.

THE ABSTRACT

The text consists of pages: 91, 15 images, 23 tables and 22 springs.

The object of research is the technological process of argon-arc welding of the compressor housing of the TV3-117V engine.

The purpose of the diploma project-to develop the technology of Assembly and automatic argon-arc welding of the compressor body of the aviation turboshaft engine TV3-117V; to design the Assembly and welding area.

Research methods: analysis of literature data and serial production technologies of aircraft engines, their application and improvement.

For the manufacture of the compressor housing, cleaning technologies were developed, followed by automatic argon-arc welding of the casing and housing parts (front flange, spacer, rear flange). Special technological equipment for Assembly and welding is designed. Selected technological equipment for welding (welding machine, column, manipulator, welding arc power source). The route map of technological process is developed. The Assembly and welding section of the body was designed.

A feasibility study of the developed technology. General safety and environmental measures have been developed.

THE COMPRESSOR HOUSING, TITANIUM VT20, AUTOMATIC ARC WELDING, WELDING MACHINE, VACUMN CAMERA.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ І ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ	10
1.1 Характеристика корпусу компресора авіаційного турбовального двигуна ТВ3-117В.....	10
1.2 Умови експлуатації корпусу компресора.....	12
1.3 Технічні умови на виготовлення виробу.....	13
1.3.1 Вимоги до основних і допоміжних матеріалів.....	13
1.3.2 Правила приймання і методи контролю.....	14
1.3.3 Вимоги на виготовлення виробу.....	16
1.4 Контроль якості готового виробу.....	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ І ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ	18
2.1 Труднощі пов'язані зі зварюваністю матеріалу і шляхи їх подолання.....	18
2.2 Аналіз технології збирання і зварювання виробу на базовому підприємстві.....	20
2.3 Альтернативний варіант технологічного процесу збирання і зварювання виробу.....	22
2.4 Вибір електродних матеріалів та захисних газів.....	23
2.5 Вибір параметрів режиму зварювання.....	25
2.6 Розробка технології виготовлення корпусу.....	26
2.6.1 Підготовка виробу до зварювання.....	26
2.6.2 Збирання і зварювання проставки.....	27
2.6.3 Збирання і зварювання корпусу.....	29
2.6.4 Контроль якості зварного виробу.....	31
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИ РОЗРОБКИ.....	34
3.1 Технічна характеристика прийнятого стандартного обладнання і оснащення.....	34
4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	43

4.1 Організація виробництва продукції.....	43
4.1.1 Технічне нормування операцій.....	43
4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки.....	46
4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки.....	49
4.2 Планування витрат на виробництво.....	51
4.2.1 Матеріальні витрати.....	51
4.2.2 Вартість основних засобів.....	52
4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці.....	54
4.2.4 Собівартість виробу.....	57
4.2.4.1 Прямі витрати.....	57
4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок.....	60
4.3.1 Розрахунок економічного ефекту.....	60
4.3.2 Ефективність та результативність.....	61
4.4 Висновки по розділу техніко–економічні розрахунки.....	63
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	65
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	65
5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	66
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	71
5.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки.....	77
5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	78
ВИСНОВКИ.....	83
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	85
ДОДАТОК А.....	87
ДОДАТОК Б.....	88
ДОДАТОК В.....	89
ДОДАТОК Г.....	90
ДОДАТОК Д.....	91

ВСТУП

У ХХІ столітті розвиток авіаційної промисловості характеризується, в першу чергу, тим, що вона інтенсивно акумулює всі новітні досягнення науки і техніки. Найбільш наочним і характерним прикладом цьому є розробка та впровадження різних методів отримання нероз'ємних з'єднань металевих і неметалевих матеріалів. При виготовленні авіадвигунів застосовуються такі види зварювання: зварювання у середовищі захисних газів плавким та неплавким електродом, зварювання штучними електродами, контактне зварювання, газополуменеве зварювання, електронно-променеве зварювання, лазерне зварювання, зварювання тертям. В авіаційному моторобудуванні зварювання застосовується при виготовленні корпусів, трубопроводів, валів, барабанів, соплових апаратів, а також при ремонті та відновленні зношених розмірів методами наплавлення.

Перед розробниками сучасних літальних апаратів стоїть завдання максимального полегшення конструкцій при збереженні їх характеристик міцності. Проектування і виробництво авіадвигунів виконується з урахуванням надзвичайно жорстких умов їх експлуатації, якими є: високі швидкості та температури компресорів та турбін, багаторазово повторювані пікові навантаження, форсовані режими експлуатації, перепади температур і т.д. Одночасно вирішується завдання оптимізації та мінімізації маси, економічності, забезпечення якості та надійності роботи двигуна. Для зменшення маси застосовуються сплави на основі таких металів як титан, алюміній та магній, які мають питому вагу меншу ніж сплави на основі заліза та нікелю. Ці сплави використовуються в багатьох зварних конструкціях та деталях двигуна. На сьогоднішній день дані матеріали мають задовільну зварюваність, тобто для одержання високої якості зварних з'єднань необхідні певні технологічні прийоми.

Титан і його сплави завдяки високій питомій міцності і корозійній стійкості, а також жароміцності в певному діапазоні температур широко використовуються в якості конструкційних матеріалів у сучасному авіабудуванні. При цьому дугове

зварювання є провідним технологічним процесом для отримання нероз'ємних з'єднань. Головні труднощі, що виникають при зварюванні титану, пов'язані з його хімічною активністю при високих температурах (особливо в розплавленому стані) по відношенню до складових повітря. У цьому разі обов'язковою умовою отримання якісного з'єднання є надійний захист від контактів з газами атмосфери не тільки зони з'єднання, але і його холонучих ділянок (аж до температури 300...400°C). При зварюванні плавленням необхідно також забезпечити надійний захист кореня шва, якщо навіть метал нагрівся вище зазначеної температури, але ще не розплавився [1-3].

1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ І ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ

1.1 Характеристика корпусу компресора авіаційного турбовального двигуна ТВЗ-117В

Корпус (рис. 1.1) складається з литих переднього 1 і заднього 3 фланців, з'єднаних за допомогою зварювання з проставкою 2 кільцевими швами. Проставка виготовляється з листового прокату методом вальцювання з наступним зварюванням. Корпус виконує силовий зв'язок передньої опори компресора низького тиску (КНТ) з корпусними деталями двигуна. До переднього фланцю корпусу кріпиться пилозахисний пристрій на вході в двигун. До заднього фланцю кріпиться зовнішнє кільце вхідного направляючого апарату КНТ, в яке встановлені направляючі лопатки.

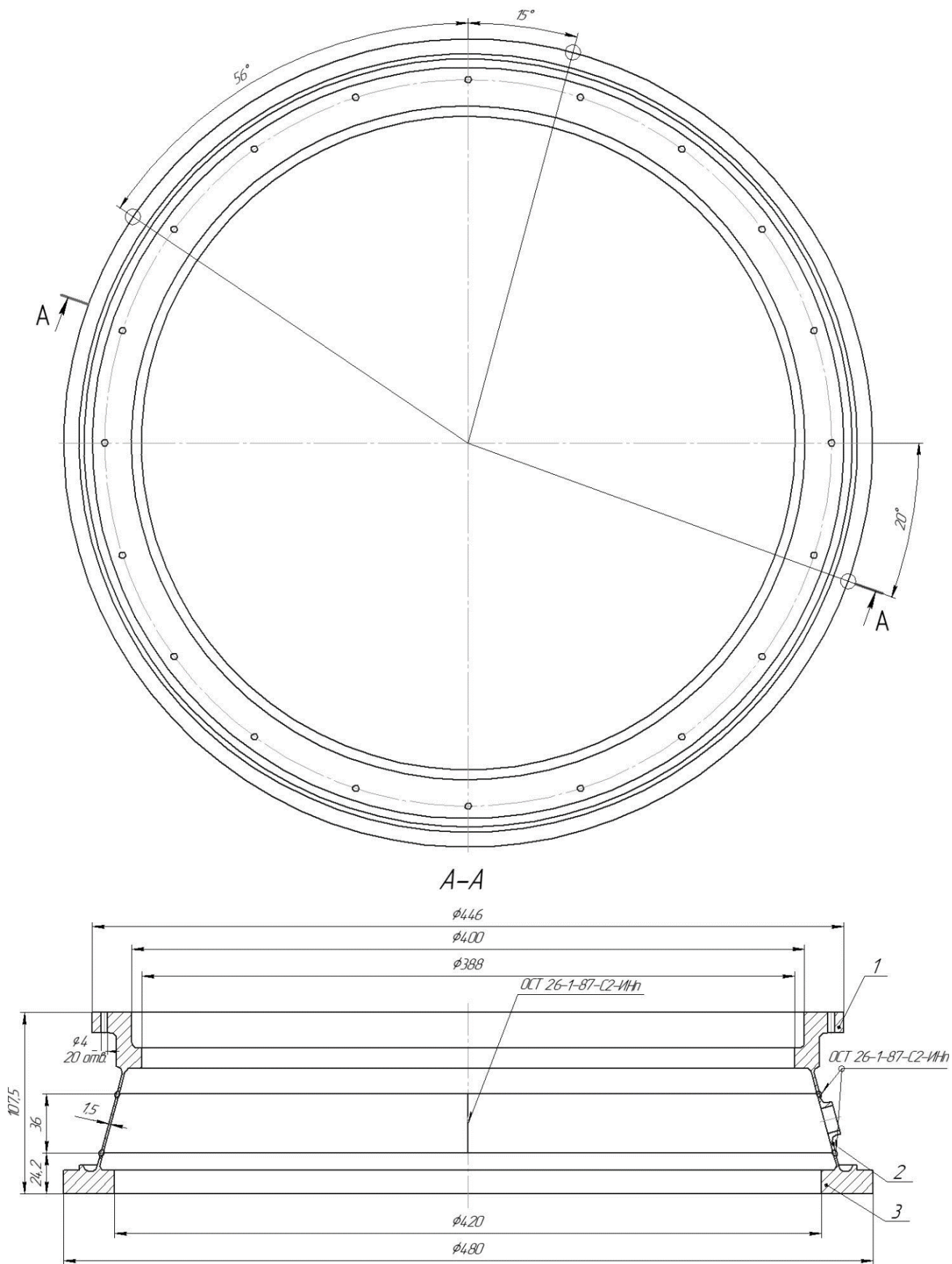
Для зменшення сумарної ваги авіадвигуна корпус виготовляється з титанового сплаву ВТ20. Хімічний склад та механічні властивості титанового сплаву ВТ20 приведені в табл. 1.1 та табл. 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад титанового сплаву ВТ20, % [4]

Fe	C	Si	Mo	V	Ti	Al	Zr
до 0,3	до 0,1	до 0,15	0,5 – 2,0	0,8 – 2,5	84,9 – 91,7	5,5 – 7,0	1,5 – 2,5

Таблиця 1.2 – Механічні властивості титанового сплаву ВТ20 при $T = 20^{\circ}\text{C}$ [4]

$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{т}}$, МПа	δ , %	КСУ, кДж/м ²	Твердість НВ
950	820	10	270	255



1 – передній фланець; 2 – проставка; 3 – задній фланець

Рисунок 1.1 – Корпус компресора турбовального двигуна ТВ3-117В

1.2 Умови експлуатації корпусу компресора

Корпус є складовою частиною корпусу компресора авіаційного турбовального двигуна ТВЗ-117В, розробки ОКБ ім. Клімова, який випускається серійно з 1972 року на ЗПОМ “Моторобудівник”, нині ПАТ “Мотор Січ” [5].

Компресор двигуна осьовий дванадцяти ступінчастий з поворотними лопатками ВНА і НА перших чотирьох ступенях, з двома клапанами перепуску повітря через 7 ступені компресора.

Компресор служить для стиснення повітря перед надходженням його в камеру згорання (рис. 1.2). Стиснення повітря і підігрів його при стисненні сприяють швидкому і повному згорянню палива в камері згорання.

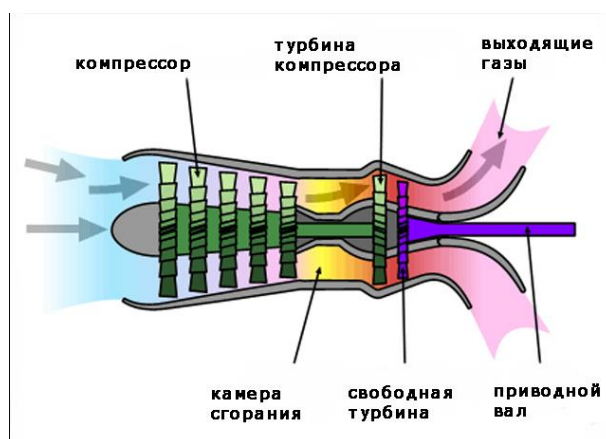


Рисунок 1.2 – Схема роботи компресора

Компресора працює у наступних умовах:

1. Витрата повітря через компресор.....8,85 кг/с
2. Ступінь підвищення тиску.....9,45
3. Температура повітря за компресором.....335 °С
4. Осьова швидкість повітря па вході в компресор.....149 м/с
5. Осьова швидкість повітря на виході з компресора.....112 м/с
6. Окружна швидкість повітря на зовнішньому радіусі.....335 м/с

Корпус передає навантаження з передньої опори компресора низького тиску на корпусні деталі двигуна. На корпус діє відносно не високий надлишковий тиск, від

опори передаються радіальні та осьові (у випадку, якщо встановлений радіально-упорний підшипник) зусилля. Температура повітря в районі корпусу може досягати 90...110°C [6]. Таким чином корпус сприймає помірні навантаження та знаходиться під дією не високих температур.

В процесі роботи двигуна на корпус діють вібраційні навантаження від обертання компресора, турбіни, а також робочих лопатей вертольоту. Також корпус піддається знакозмінним навантаженням при зльоті та посадці. Тому до зварних швів корпусу висуваються жорсткі вимоги щодо наявності концентраторів напруження в шві та біляшовній зоні, таких як тріщини, підрізи та не провари у корені зварного шва, які можуть стати причиною руйнування від втоми.

1.3 Технічні умови на виготовлення виробу

1.3.1 Вимоги до основних і допоміжних матеріалів

Вимоги до литих фланців [7]:

1. Необхідність відпалу для зняття ливарних напружень після лиття встановлюється підприємством-споживачем. Відпал проводиться згідно ОСТ 92-9465-81. На поверхні виливків, в тому числі на оброблених поверхнях, допускаються кольори мінливості у відповідності з ОСТ 92-9465-81;

2. На поверхні виливків допускаються неслітини, якщо їх глибина, визначається контрольної зачисткою, не перевищує 0,5 мм при товщині стінки до 5 мм;

3. На необроблених поверхнях виливків допускається місцеве відхилення (збільшення, зменшення) розміру понад граничного на величину, рівну одній третині поля допуску на розмір;

4. На оброблюваних поверхнях виливків допускається без виправлення будь-які дефекти і місцеві зачистки, глибина яких не перевищує величину припуску на механічну обробку;

5. На механічно оброблених поверхнях гладких отворів допускаються одиничні раковини, що мають наведений діаметр не більше 2 мм і глибину 0,25 товщини стінки в місці дефекту, але не більше 2 мм. Сумарна площа раковин не повинна перевищувати 5% поверхні отвору;

6. Допускається усунення дефектів, в тому числі і дефектів геометрії, заваркою як до, так і після механічної обробки, у всіх місцях доступних для заварки і контролю. Заварка одного і того ж місця допускається не більше 2 разів.

7. Викривлення виливків, що виникло в процесі виготовлення, допускається усувати правкою.

Вимоги до листів для виготовлення проставки [8]:

1. Листи виготовляють відпаленими і правленими або відпаленими з подальшою правкою;

2. Листи повинні бути обрізані під прямим кутом. Косина різку не повинна виводити листи за граничні відхилення по ширині і довжині. На крайках обрізаних листів не допускаються грубі задирки;

3. Поверхня листів всіх груп обробки повинна бути травленою, без тріщин, надривів, розшарувань, металевих і неметалевих включень, залишків окалини і полон. Допускаються кольори мінливості;

4. Відхилення від площинності листів на довжині в 1 м не повинно перевищувати 25 мм і відставання кутів листів нормальної площинності від контрольної плити не повинно перевищувати 30 мм.

1.3.2 Правила приймання і методи контролю

Правила приймання литих фланців [7]:

1. Виливки пред'являються до приймання партіями, що складаються з виливків одного найменування однієї або декількох плавок;

2. Зміст основних компонентів сплаву, вуглецю і водню визначається в металі кожної плавки. Періодичність визначення решти домішок у сплавах повинна бути встановлена підприємством-виробником;

3. Хімічний склад сплаву визначається спектральним методом з урахуванням вимог ГОСТ 23902-79. Визначення вмісту водню по ОСТ 1.90034-71, кисню по ОСТ 1.90336-83, вуглецю по ГОСТ 9853-86. При необхідності, але не рідше одного разу на рік, результати спектрального аналізу підтверджуються хімічним методом за ГОСТ 19863.13-80;

4. Показники механічних властивостей сплаву кожної плавки, що входить у партію, слід визначати на зразках, виготовлених із заготовок, прилитих до відливків;

5. Зовнішньому огляду повинна піддаватися кожна вилівка яка пред'являється до приймання. Огляд повинен проводитися неозброєним оком;

Правила приймання листів для виготовлення проставки [8]:

1. Листи пред'являють до приймання партіями. Партія повинна складатися з листів однієї марки титану або титанового сплаву і одних розмірів і бути оформлена одним документом про якість, що містить: товарний знак або товарний знак і найменування підприємства-виробника; умовне позначення аркушів; номер партії; результати проведених випробувань (для механічних властивостей вказати тільки максимальні й мінімальні значення, фактичне утримання основних компонентів вказати на вимогу споживача);

2. Для визначення хімічного складу відбирають два листа від партії.

Виробнику допускається визначати основні компоненти на кожній плавці, домішки (крім водню) - на кожній десятій плавці. Інші домішки не контролюють. Вміст водню контролюють на двох аркушах від партії. При комплектуванні партії з декількох плавок вміст водню визначає в кожному п'ятому аркуші партії.

3. Перевірці розмірів піддають кожен лист;

4. Перевірці стану поверхні і відхилення від площинності піддають кожен лист;

5. Для випробувань механічних властивостей на розтяг (тимчасовий опір і відносне подовження) і вигин піддають 10 % листів від партії, але не менше одного аркуша;

6. Хімічний склад титану і титанових сплавів визначають за ГОСТ 25086, ГОСТ 19863.1 - ГОСТ 19863.13 або спектральним методом за ГОСТ 23902 або іншими методами, що не поступаються за точністю стандартним;

7. Огляд поверхні листів виробляють без застосування збільшувальних приладів. Зачистку дефектів проводять в будь-якому напрямку абразивними кругами по ГОСТ 2424, шабером або іншим інструментом з зернистістю не більше 50. Глибину залягання дефектів вимірюють профілометром по ГОСТ 19300 або глибиноміром індикаторним (спеціальним) по нормативно-технічній документації;

8. Вимірювання товщини листів виконують на відстані не менше 115 мм від кутів і не менше 25 мм від кромки листа. Вимірювання товщини листів проводять мікрометром по ГОСТ 6507. Вимірювання ширини і довжини листів проводять вимірною металевою рулеткою по ГОСТ 7502.

1.3.3 Вимоги на виготовлення виробу

1. Підготовка кромки до зварювання виконується згідно ОСТ 26-1-87.

2. Збирання та зварювання здійснюється за допомогою спеціальної оснастки в умовах, що забезпечують високу якість збирання, усесторонній захист зварного шва та ділянок які нагріваються вище 400°C, а також безпечне проведення робіт.

3. Безпосередньо перед зварюванням кромки на ширині 15–20 мм від стику зачищаються металевою щіткою і знежирюються ацетоном.

4. Зварювання кільцевих швів проводиться на зварювальному маніпуляторі.

5. Усі шви зварюються автоматичним зварюванням неплавким електродом у середовищі аргону.

6. До зварювання та виправлення дефектів допускаються зварювальники які мають розряд не нижче четвертого та навички зі зварювання даної одиниці.

7. Підварка дефектних ділянок здійснюється у камері з контрольованою атмосферою.

1.4 Контроль якості готового виробу

1. Контроль якості виконуваних робіт проводити на всіх етапах технологічного процесу.

2. Для оцінювання якості зварних з'єднань та виявлення зовнішніх дефектів зварювання застосовується зовнішній огляд та кольорова дефектоскопія.

3. Кольоровий метод контролю виконується комплектом фарб ЦМ15-В згідно інструкції ОГМ78 – 2013.

4. Контроль зовнішнього виду та розмірів зварного шва виконується на довжині не менше 100 мм.

5. Огляд проводиться візуально з використанням лупи з 10-ти кратним збільшенням. Розмір зварного шва контролюється за допомогою шаблонів.

6. Допускаються без виправлення наступні дефекти зварювання, виявлені капілярним контролем на 100 мм довжини шва:

– зовнішні раковини та пори виявлені після зварювання: одиничні – не більше 0,7 мм, чи сумарної величини – не більше 4,0 мм. Відстань між окремими крупними порами, раковинами не менше 10 мм;

– подрізи на зварювальних швах не більше 10% від товщини матеріалу, одиничною або сумарною протяжністю не більше 20%;

– зміщення кромок стикових з'єднань не більше 15% від товщини матеріалу [9].

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ І ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ

2.1 Труднощі пов'язані зі зварюваністю матеріалу і шляхи їх подолання

Титан і титанові сплави мають високу корозійну стійкість в багатьох агресивних середовищах, зберігають високі міцнісні характеристики до 500–600°C, мають низьку питому вагу, завдяки чому використовуються в авіабудуванні, ракетній техніці, хімічному машинобудуванні і інших галузях; використовуються як в деформованому стані, так і в литому [10].

Титановий сплав ВТ-20 відноситься до псевдо α -сплавів, які мають високі показники пластичності і добре зварюються.

Основні труднощі, пов'язані зі зварюванням титанового сплаву ВТ-20, обумовлені його високою хімічною активністю, особливо в розплавленому стані, до газів – кисню, азоту, водню. Навіть при кімнатних температурах відбувається насичення титану киснем і азотом з утворенням хімічних сполук (альфірований шар), що призводить до зниження пластичності. Тому концентрація цих елементів обмежується: 0,12 % O_2 , 0,04 % N_2 , 0,01 % H_2 . Шкідливою домішкою вважається і вуглець, концентрація якого обмежується 0,07 %. Тому обов'язковою умовою отримання якісного зварного з'єднання титану при зварюванні плавленням є належний захист не тільки плавильного простору, а й біляшовної зони, остигаючого зварного шву і його зворотної сторони – кореня. Такий захист можуть забезпечити тільки інертні гази високого ступеню очистки або безкисневі фторидно-хлоридні флюси. Наявність кольорів мінливості на зварному шві і біляшовній зоні свідчить про поганий захист.

Пористість зварних швів, зазвичай, пов'язана з вмістом водню. Ефективним способом боротьби з пористістю може бути зварювання з гарантованим зазором і використанням зварювального дроту з попередньо оплавленою поверхнею.

Титановий сплав ВТ-20 має достатньо високу стійкість до утворення гарячих тріщин.

Причиною холодних тріщин в зварному з'єднанні являється зниження пластичності його окремих ділянок в результаті підвищеної концентрації газів, домішок впровадження. Тріщини цього типу можуть виникати як безпосередньо після зварювання, так і через деякий час. Основна причина даного явища – виділення водню з твердого розчину з утворенням гідридів титану, що призводить до утворення в шві великих внутрішніх навантажень, які сумуються з залишковими розтягуючими напруженнями, а також з напруженнями зовнішнього навантаження.

Необхідною умовою отримання якісних з'єднань титану і його сплавів є регулювання механічних властивостей і структури металу швів і ЗТВ шляхом вибору оптимальних технологій і зварювальних матеріалів, а також режимів зварювання, що забезпечують її виконання при мінімально можливої погонної енергії. Якість отриманих зварних з'єднань багато в чому визначається технологією підготовки кромки під зварювання і складом (маркою) присадного титанового дроту.

Безпосередньо перед зварюванням кромки на ширині 15–20 мм від стику зачищаються металевою щіткою або шабером і знежирюються ацетоном. Видалення концентрованої вологи більш ефективно шляхом прогрівання деталей при температурі до 200°C.

В приміщеннях, де зварюється титан, температура повітря не може бути нижче ніж 15 °C, а швидкість його руху не повинна перевищувати 0,5 м/с.

При виборі способів зварювання титанових сплавів слід виходити з необхідності забезпечення надійного захисту зони зварювання і остигає ділянок з'єднання від контактів з повітрям, а також урахування особливостей з'єднання металу малої, середньої і великої товщини. Для зварювання титану широко застосовують дугові способи зварювання, з яких найбільш поширеною є зварювання неплавким вольфрамовим електродом в інертних газах (автоматична, механізоване та ручне). Спосіб зварювання ТП є універсальним, оскільки дозволяє виконувати з'єднання в різних просторових положеннях, у тому числі в обмежених умовах, і не вимагає переналадження обладнання при зміні товщини зварюваного металу і типу з'єднання.

Зварювання ТП титану виконується на постійному струмі прямої полярності. Вольфрамовий електрод є катодом і від його стійкості до руйнування, форми заточування, сталості емісійної здібності багато в чому залежать стабільність процесу зварювання, якість формування швів і глибина провару. Електроди з чистого (нелегованого) вольфраму через малу стійкість до руйнування для зварювання титану непридатні.

В залежності від розмірів і конфігурації зварюваних виробів з титану застосовують такі типи захисту зони зварювання інертним газом [11, 12]:

- загальна захист виробу в камері з контрольованою атмосферою інертного газу, що забезпечує надійну і стабільну захист зони зварювання і остигає ділянок зварного з'єднання зверху і знизу кореня шва. Використовується в серійному виробництві і при виготовленні виробів складної форми;

- місцева захист зварного з'єднання з використанням малогабаритних камер, що забезпечує стабільну якість зварних з'єднань при зварюванні поворотних і неповоротних стиків трубчастих конструкцій. При цьому зворотна сторона шва захищена завдяки заповненню інертним газом порожнини виробу або його частини;

- струменевий захист зони зварювання і остигаючої ділянки з'єднання, що здійснюється шляхом безперервного охолодження з допомогою сопла зі збільшеним в порівнянні з іншими металами діаметром отвору і подовженою насадкою. Обдув кореня шва відбувається з подачею інертного газу знизу.

2.2 Аналіз технології збирання і зварювання виробу на базовому підприємстві

На базовому підприємстві ПАТ «Мотор-Січ» технологія збирання і зварювання корпусу відбувається у два етапи: збирання звальцьованої проставки (поз. 2, рис. 1.1) на прихватках з наступним аргоно-дуговим зварюванням у камері з контрольованою атмосферою; збирання деталей корпусу (переднього фланцю, проставки, заднього

фланцю) у спеціальній оснастці з наступним автоматичним аргоно-дуговим зварюванням кільцевих швів на зварювальному маніпуляторі.

Деталі перед зварюванням піддаються механічній обробці шляхом зачистки зварюваних кромek та прилягаючих поверхонь на ширині 15...20 мм від стику обертаючою металевою щіткою або абразивним кругом, до одержання рівномірно матової металевої поверхні. Після чого відбувається обезжирення зварюваних поверхонь шляхом протирання чистими х/б серветками змоченими у ацетоні або нефрасі. Безпосередньо перед зварюванням деталі, прилягаючі поверхні пристосувань та внутрішні поверхні камери з контрольованою атмосферою протираються х/б серветками змоченими у технічному спирті.

Попередньо звальцована проставка корпусу збирається по стику за допомогою струбцин та прихвачується аргоно-дуговим зварюванням з піддувом зворотної сторони шва аргоном. Зібрана на прихватках проставка завантажується до камери з контрольованою атмосферою, в якій спочатку відкачується повітря, після чого камера заповнюється аргоном та відбувається зварювання повздовжнього стику неплавким електродом з присадним дротом марки ВТ20св. Зварювання в камері деталей із титану переважне, тому що забезпечує найкращий захист нагрітих частин деталі від шкідливих газів, таких як кисень, азот та водень.

Деталі корпусу (передній фланець, проставка, задній фланець) збираються у спеціальній оснастці яка встановлюється на зварювальний маніпулятор. Передній фланець та проставка, а також проставка та задній фланець, зібрані у пристосуванні та встановлені на зварювальний маніпулятор, прихвачуються у 8-ми діаметрально протилежних точках автоматичним аргоно-дуговим зварюванням без присадки. Прихватки необхідні для уникнення короблення під час зварювання. Кільцеві шви корпусу зварюються автоматичним аргоно-дуговим зварюванням з присадним дротом ВТ20св.

Після зварювання корпус відправляється на ділянку контролю, де зварні шви піддаються візуальному контролю та контролю методом кольорової дефектоскопії. При наявності відхилень не допустимих по технологічній документації на зварювання та контроль якості зварювання, корпус відправляється на ділянку механічної

зачистки. Виправлення дефектів зварюванням відбувається у камері з контрольованою атмосферою.

До одного з недоліків базової технології виготовлення корпусу можна віднести те, що проставка корпусу зварюється у камері з контрольованої атмосферою. У масовому виробництві доцільніше використовувати автоматичне зварювання з піддувом аргону. Це зменшує час зварювання (не потрібно кожен раз витратити час на відкачування повітря з камери). Ще одним з недоліків базової технології є те, що збирання деталей корпусу у спеціальній оснастці відбувається на слюсарній ділянці, після чого деталь зібрана у оснастці відправляється на ділянку зварювання, де вона встановлюється на зварювальний маніпулятор. У масовому виробництві такий технологічний маршрут не доцільний, тому що займає багато часу на встановлення та зняття оснастки з маніпулятора.

2.3 Альтернативний варіант технологічного процесу збирання і зварювання виробу

Для збільшення продуктивності праці і як наслідок зменшення собівартості виробу пропонуємо внести у базову технологію наступні зміни:

- замінити зварювання проставки у камері з контрольованою атмосферою на автоматичне аргоно-дугове зварювання з місцевим захистом кореня шва у процесі зварювання з використанням формуючих підкладок. Це дозволить скоротити час операції зварювання так як не потрібно буде кожен раз витратити час на відкачування повітря з камери і заповнення камери аргоном.

- перенести операцію збирання фланців з проставкою у спеціальній оснастці з слюсарною ділянці на ділянку зварювання. І виконувати збирання корпусу у оснастці встановленою прямо на маніпуляторі. Що також дозволить збільшити продуктивність праці зекономивши час на транспортуванні корпусу і встановленні його на маніпулятор.

2.4 Вибір електродних матеріалів та захисних газів

В якості неплавкого електроду використовується вольфрамовий електрод марки ЕВІ-1 діаметром 2,0 мм згідно ГОСТ 23949-80. Даний електрод легований активуючими домішками оксиду ітрію (1,5...2,3 %), що забезпечує стабільне горіння дуги. Вони набули найбільш широкого застосування поряд з лантанованими електродами, так як вони менш токсичні, ніж торійовані.

Треба мати на увазі, що при роботі на постійному струмі всі неплавкі електроди слід заточувати на конус з кутом $30 - 45^\circ$ з притупленням до діаметру 0,5 – 0,8 мм [9]. Це сприяє розфокусуванню дуги і більш плавному переходу від основного металу до металу шва.

До вольфрамових електродів пред'являються наступні вимоги [13]:

1. На поверхні електродів не повинно бути раковин, розшарувань, тріщин, окислів, залишків технологічних мастил, сторонніх включень і забруднень;
2. Поверхня електродів, виготовлених волочінням, повинна бути очищена від окислів, технологічних мастил та інших забруднень хімічної обробкою;
3. Нерівномірність діаметра по довжині електродів і овальність не повинна бути більш граничних відхилень на діаметр;
4. Електроди повинні бути прямими. Непрямолінійність електродів не повинна бути більше 0,25% довжини;
5. Торці електродів повинні мати прямий зріз. Не допускаються на торцевому зрізі електродів відколи величиною більш граничного відхилення на діаметр;
6. Внутрішні розшарування і тріщини не допускаються.

Висока хімічна активність титану по відношенню до газів вимагає застосування інертних газів високого ступеня чистоти. В якості таких виступають аргон і гелій, що мають деякі технологічні відмінності один від одного.

Гелій забезпечує більш плавний перехід шва від посилення до основного металу. Він дозволяє підвищити теплову потужність дуги і продуктивність процесу розплавлення, що важливо при зварюванні деталей середніх і великих товщин.

Аргон дає більш вузьке і глибоке проплавлення основного металу, його витрата виявляється в 1,5-2 рази менше, ніж гелію. Аргон більш дешевший у порівнянні з гелієм, так як цей газ є побічним продуктом доменного виробництва чавуну. До переваг аргону у порівнянні з гелієм також можна віднести кращий захист зони зварювання, тому що він важчий за повітря. Але аргон не можна використовувати при зварюванні у замкнених, погано провітрюваних та підвальних приміщеннях, так як це може призвести до удушся зварювальника.

В якості захисного газу використовується інертний газ аргон вищого або першого сорту згідно ГОСТ 10157-79.

За фізико-хімічними показниками газоподібний аргон повинен відповідати наступним нормам [14]:

- об'ємна частка аргону не менше 99,987 %;
- об'ємна частка кисню не більше 0,002%;
- об'ємна частка азоту не більше 0,01%;
- об'ємна частка водяної пари не більше 0,001%;
- об'ємна частка суми вуглецевмісних сполук не більше 0,001%.

Підбір відповідної марки присадного дроту для зварювання є відповідальною справою, так як будь-яке відхилення може сильно вплинути на кінцевий результат. Адже титан відноситься до тих металів, у яких висока сприйнятливність до додавання різних домішок. Саме з цієї причини він є складно зварюваних. Ідеальними умовами є, коли склад дроту повністю збігається зі складом основного металу, який потрібно зварювати.

В якості присадного матеріалу використовується зварювальний дріт марки ВТ20св по ГОСТ 27265-87. Хімічний склад та механічні властивості зварювального дроту представлені в табл. 2.1 і табл. 2.2 відповідно.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад зварювального дроту ВТ20св згідно ГОСТ 27265-87, % [15]

Ti	Al	Mo	V	Zr	Si	Fe	C	O ₂	N ₂	H ₂
Основа	2,0 – 3,0	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	1,0 – 2,0	0,10	0,15	0,05	0,12	0,04	0,003

Таблиця 2.2 – Механічні властивості зварювального дроту ВТ20св згідно ГОСТ 27265-87 [15]

Тимчасовий опір σ_B , МПа	Відносне подовження δ , %
590 – 785	12

До зварювального дроту ВТ20св пред'являються наступні вимоги [15]:

1. Овальність дроту не повинна виводити діаметр дроту за граничні відхилення по діаметру;
2. Дріт виготовляють в травленому і дегазованому стані;
3. Поверхня дроту повинна бути чистою і світлою без кольорів мінливості, темних плям і непротравів;
4. На поверхні дроту допускаються дрібні надриви, різки глибиною не більше 0,4 мм;
5. Кожна бухта дроту повинна бути щільно перев'язана м'яким титановим дротом не менше ніж в трьох місцях. Бухта повинна бути упакована в чистий папір і зверху обгорнута мішковиною.

2.5 Вибір параметрів режиму зварювання

Автоматичне аргано-дугове зварювання вольфрамовим електродом ведеться на постійному струмі прямої полярності, що забезпечує більш стабільну дугу, менші

витрати вольфрамового електроду, та перешкоджає насиченню зварювальної ванни вольфрамом [16].

Підбір діаметрів електрода і присадного дроту, а також відповідного їм зварювального струму залежить переважно від товщини зварюваного металу. Щоб уникнути перегріву біляшовної зони та росту зерна металу, зварювання необхідно виконувати при мінімально можливому струмі.

Параметри режиму прихвачування і зварювання корпусу підібрані на основі технологічної інструкції яка діє на підприємстві ПАТ «Мотор-Січ» і наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри режиму прихвачування і зварювання корпусу [17]

d_{We} , мм	$d_{прис.дроту}$, мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год	Q_{Ag} , л/хв		
					пальник	насадка	піддув
2,0	1,6	70 – 90	8 – 10	10 – 12	4 – 5	4 – 5	1 – 2

2.6 Розробка технології виготовлення корпусу

2.6.1 Підготовка виробу до зварювання

Поверхні які прилягають до зварюваного стику повинні бути зачищені з обох сторін до металевго блиску на ширині 15...20 мм від стику. Механічна зачистка виконується обертаючою металевою щіткою, абразивним кругом або шабером. Металева щітка повинна бути виготовлена зі сталевго нагартованого дроту марки Х18Н10Т згідно ГОСТ 18143-72 діаметром не більше 0,3 мм. Зернистість абразивного круга повинна бути не вище №12 по ГОСТ 3647-60.

Окалина, корозія, мастило, фарба, пісок та інші забруднення на зварюваних кромках не допускаються. Підготовку поверхонь деталей під зварювання виконують після остаточної обробки і підгонки кромки. Видалення бруду, мастила, фарби зі

зварюваних кромок виконується промиванням або протиранням чистою ганчіркою або х/б серветкою змоченою ацетоном або іншим розчинником.

Зварювальний дріт піддається травленню або механічній зачистці. Підготовлений зварювальний дріт зберігається у поліетиленових пакетах або закритих пеналах. Строк зберігання підготовленого титанового дроту не більше 5-ти діб.

Конструктивні елементи підготовлених кромок зварюваних деталей та геометричні розміри зварного шва повинні відповідати ОСТ 26-1-87 (рис. 2.1) [18].

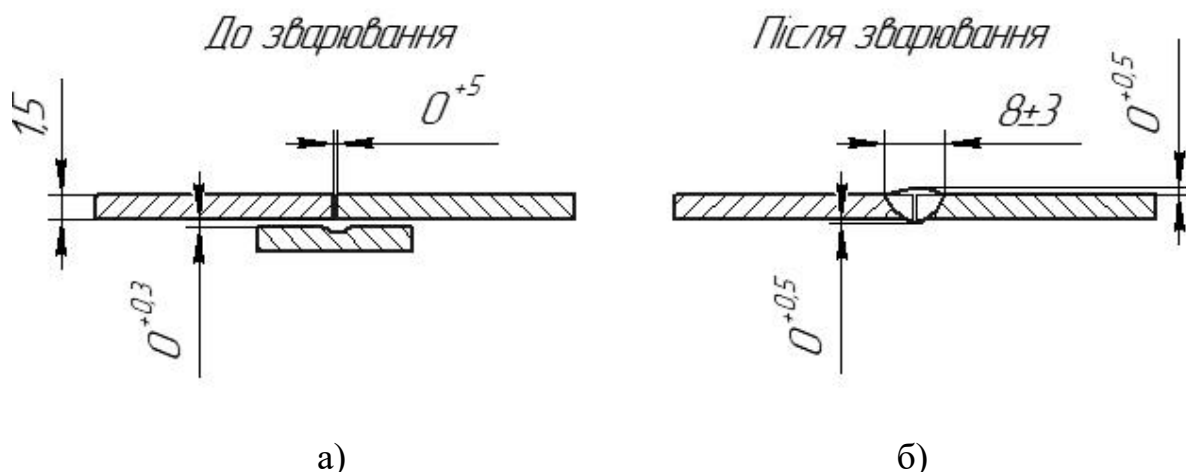


Рисунок 2.1 – Підготовка кромки під зварювання (а) і готовий зварний шов (б)

2.6.2 Збирання і зварювання проставки

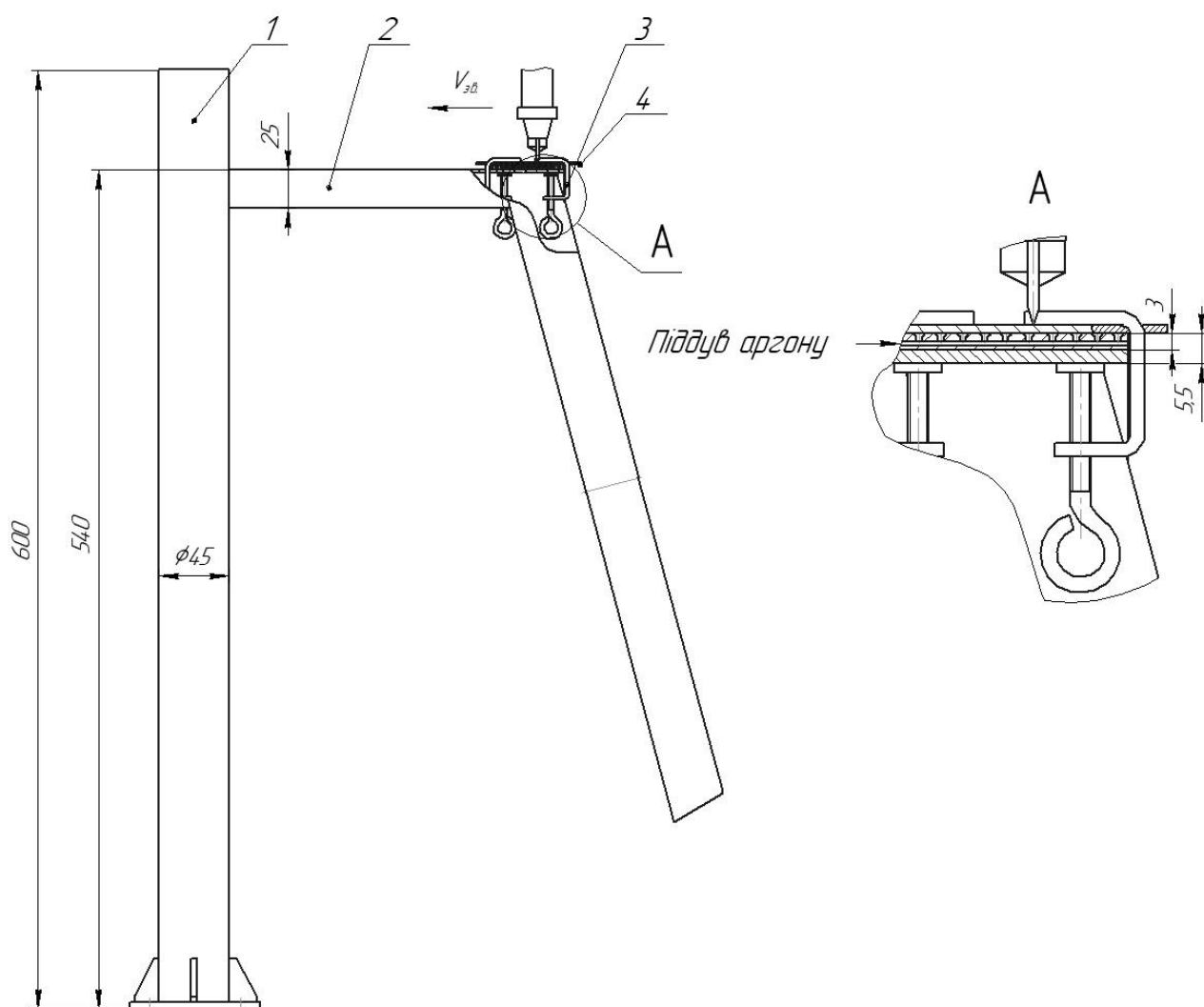
Збирання і зварювання проставки відбувається у наступній послідовності:

- зібрати звальцьовану проставку (поз. 2, рис.1.1) за допомогою струбцин та виконати прихватку в двох точках;

- встановити зібрану проставку на консоль спеціального пристосування для зварювання (рис. 2.2) разом зі сталеву підкладкою з піддувом аргону, та закріпити за допомогою струбцин;

– зварити проставку за допомогою автоматичного аргано-дугового зварювання вольфрамовим електродом; Під час всього процесу і близько хвилини після відключення пальника на свіжий шов необхідно продовжувати подавати захисний газ, поки температура шва не опуститься нижче 400 °С.

- початок і кінець шва виконують на вивідних планках;
- зняти готову одиницю та відправити на дільницю контролю якості;
- після контролю якості проставку відправляють на дільницю зварювання для збирання з фланцями.



1 – штанга; 2 – консоль; 3 – струбцина; 4 - вивідні планки

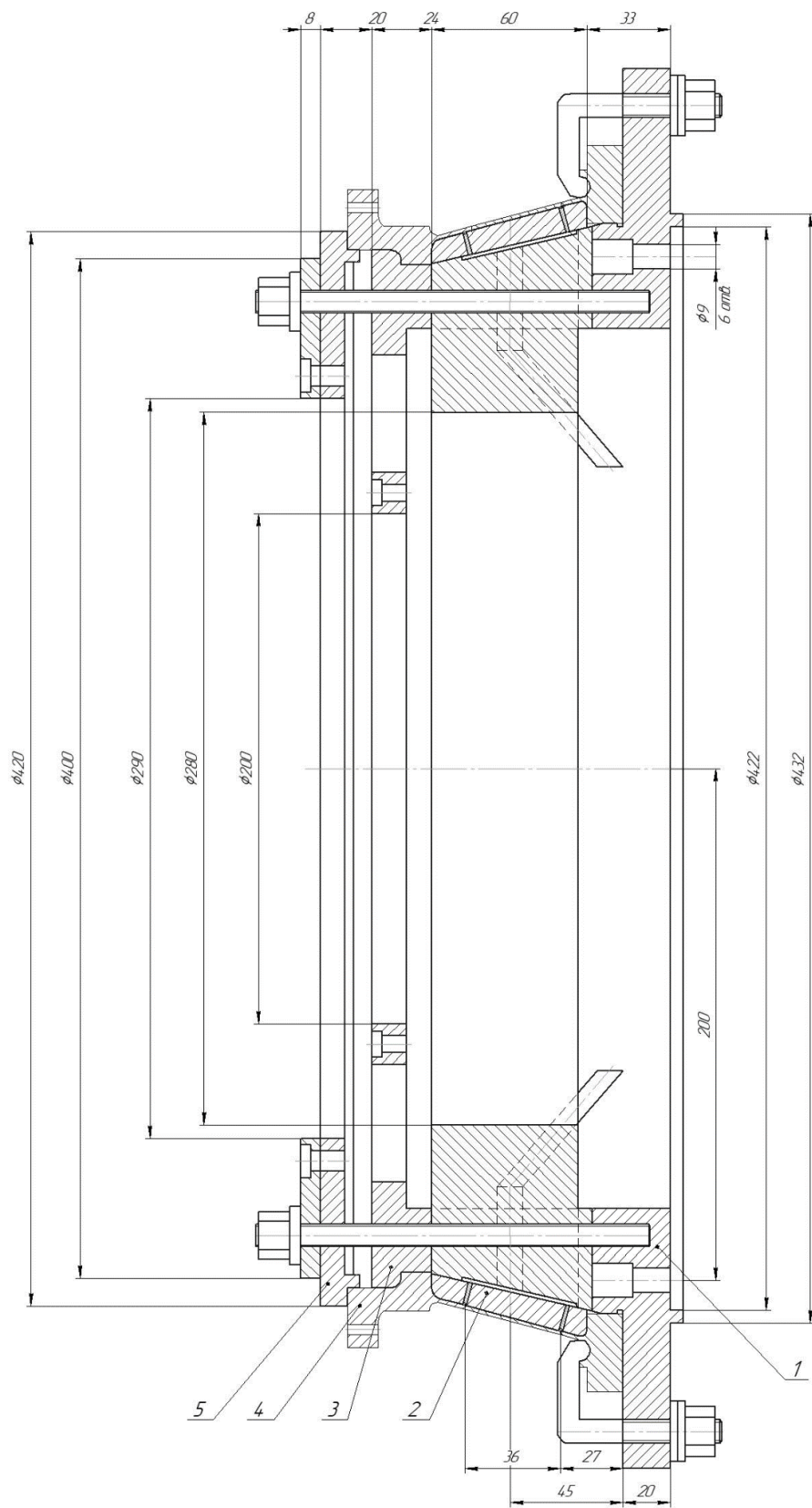
Рисунок 2.2 – Пристосування для зварювання проставки

2.6.3 Збирання і зварювання корпусу

Збирання і зварювання корпусу відбувається у наступній послідовності:

- встановити спеціальну оснастку для збирання і зварювання корпусу (рис. 2.3) на маніпуляторі;
- зібрати деталі корпусу: передній фланець, проставка, задній фланець, за допомогою спеціальної оснастки;
- в разі необхідності підігнати деталі молотком з алюмінієвою оправкою;
- виконати прихватку переднього фланцю і проставки (поз. 1 і 2, рис. 1.1), а також проставки і заднього фланцю (поз. 2 і 3, рис. 1.1) за допомогою автоматичного аргоно-дугового зварювання вольфрамовим електродом без присадки по схемі прихваток приведеній на рис. 2.4;
- зварити передній фланець з проставкою, а також проставку з заднім фланцем за допомогою автоматичного аргоно-дугового зварювання вольфрамовим електродом з присадним дротом ВТ20св на параметрах режиму приведених в табл. 2.3; Під час всього процесу і близько хвилини після відключення пальника на свіжий шов необхідно продовжувати подавати захисний газ, поки температура шва не опуститься нижче 400 °С.
- зняти готову одиницю та відправити на ділянку контролю;
- виконати зовнішній огляд та цвітну дефектоскопію зварного виробу;
- при наявності недопустимих дефектів згідно технологічної документації, відмітити місця знаходження дефектів червоним олівцем;
- виконати механічну обробку відмічених дефектів під зварювання;
- виконати підварювання дефектних місць у камері з контрольованою атмосферою.

Автоматичне зварювання виконується при усесторонньому місцевому захисті зварювальної ванни і зон зварного з'єднання, які нагріваються вище 400°С. Це досягається за рахунок використання спеціальних сопел зі збільшеним діаметром та сталених підкладок з подувом аргону.



1 – планшайба; 2 – розжимний сектор з піддувом аргону; 3 – кільце; 4 – зварювальний корпус; 5 – кришка

Рисунок 2.3 – Спеціальна оснастка для збирання і зварювання корпусу

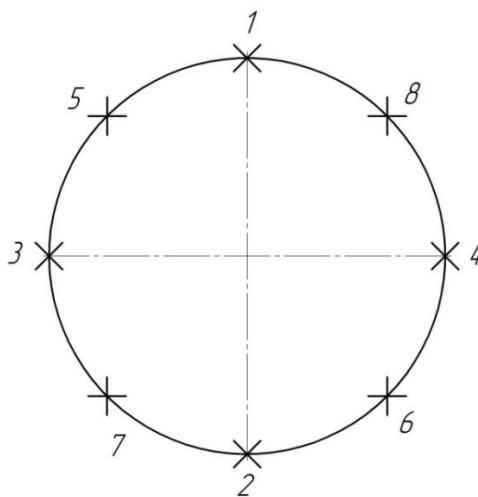


Рисунок 2.4 – Схема розташування прихваток

Зварювання кільцевого шва необхідно вести безперервно. У випадку обриву дуги і наявності в місці обриву окислення з кольорами мінливості які допускаються до виправлення (жовтий та солом'яний кольори), поверхню шва зачистити та обезжирити, після чого зварити з перекриттям попереднього шва на довжину 20...50 мм.

Для зменшення короблення зварюваних деталей рекомендується знімати їх з пристосування тільки після повного остигання металу шва.

2.6.4 Контроль якості зварного виробу

Контроль якості зварного виробу здійснюється за допомогою зовнішнього огляду та кольорової дефектоскопії.

Зовнішній огляд здійснюється для оцінки якості збирання і якості готового виробу [16]. Під час зовнішнього візуального огляду на деталях до зварювання виявляються тріщини, поверхневі пори, кратери, вм'ятини, задири, закати, бруд і мастило на поверхні кромки, перевіряються зазори між кромками.

Контроль процесу збирання до зварювання полягає в перевірці точності складання частин деталі. Підготовка кромки під зварювання і геометричні розміри

готового зварного шва повинні відповідати розмірам приведеним на рис. 2.1. Відхилення кромки за висотою не має перевищувати 0,15 мм.

Під час зовнішнього візуального огляду на деталях після зварювання виявляють тріщини, поверхневі пори, кратери. Титан і його сплави не схильні до утворення кристалізаційних (гарячих) тріщин. Основною причиною зниження довговічності їх зварних з'єднань є пори.

Про якість газового захисту, здійсненої в процесі зварювання, можна судити за зовнішнім виглядом шва. Сріблястий колір говорить про хороший захист і якісному шві, світлий солом'яний відтінок свідчить про незначні порушення захисту. Інші кольори - коричневий, блакитний, сірий з нальотом - говорять про поганий захист шва і матеріал шва містить непотрібні домішки, що утворилися при контакті нагрітого титану з атмосферним повітрям. Таке з'єднання неміцне і може зруйнуватися при найменшому зусиллі.

Розміри зварного шва визначають спеціальними шаблонами, а розміри дефектних ділянок – вимірювальним інструментом (штангенциркуль, лінійка).

Метод кольорової дефектоскопії ґрунтується на виявленні поверхневих дефектів у виробах за допомогою пенетрантів – речовин, що мають високу проникну здатність. За рахунок капілярних сил пенетранти можуть проникати в місця найменших поверхневих дефектів. Видаливши залишки пенетранту з поверхні виробу, за допомогою спеціальних сорбентів витягують пенетрант з дефектів. Останні виявляються за зміною забарвлення сорбенту.

Для контролю якості зварного виробу застосовуємо метод кольорової дефектоскопії. Кольоровий метод контролю виконується комплектом фарб ЦМ15 – В згідно інструкції ОГМ78 – 2013 в наступній послідовності:

1. Попереднє очищення поверхні. Щоб барвник міг проникнути в дефекти на поверхні, її попередньо слід очистити ацетоном. Після цього поверхня висушується, щоб усередині дефекту не залишалася води або очищувача;

2. Нанесення пенетранта. Пенетрант червоного кольору (суміш 85% гасу та 15% фарби), наноситься на поверхню пензлем на 15 – 20 хв;

3. Видалення надлишків пенетранта. Надлишок пенетранта видаляється промиванням водою, після чого поверхня висушується струменем повітря;

4. Нанесення проявника. Після просушування відразу ж на поверхню тонким рівним шаром наноситься проявник (білий пігментований лак);

5. Контроль. Виявлення наявних дефектів починається безпосередньо після закінчення процесу проявлення. При контролі виявляються і реєструються індикаторні сліди. Інтенсивність забарвлення яких говорить про глибину і ширину розкриття дефекту, чим блідіше забарвлення, тим дефект дрібніше. Інтенсивне забарвлення мають глибокі тріщини. Після проведення контролю проявник видаляється ацетоном.

Допускаються без виправлення наступні відхилення виявлені капілярним контролем на 100 мм довжини шва:

– зовнішні раковини та пори виявлені після зварювання: одиничні – не більше 0,7 мм, чи сумарної величини – не більше 4,0 мм. Відстань між окремими крупними порами або раковинами не менше 10 мм;

– подрізи на зварювальних швах не більше 0,1 мм одиничною або сумарною протяжністю не більше 0,2 мм;

– ланцюжок дефектів не більше 25 мкм [9].

Виправлення дефектів (крім кольорів мінливості) здійснюється підваркою. Місця розташування дефектів перед підваркою ретельно зачищають, а кінці тріщин засверлюють. Підварку одного і того ж місця рекомендується проводити не більше двох разів у камері з контрольованою атмосферою, з використанням тих ж режимів зварювання, що і для зварювання виробу [19, 20].

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИ РОЗРОБКИ

3.1 Технічна характеристика прийнятого стандартного обладнання і оснащення

Збирання звальцьованої проставки корпусу здійснюється за допомогою струбцин (рис 3.1).

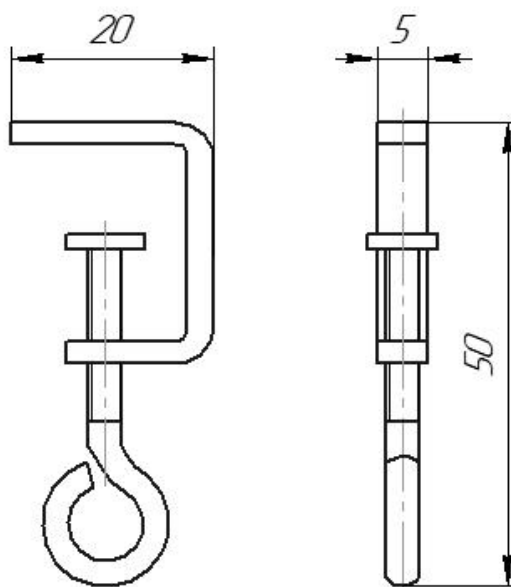


Рисунок 3.1 – Струбцина для збирання і зварювання проставки корпусу

Автоматичне зварювання проставки виконується у спеціальному пристосуванні (рис 2.2), яке складається зі штанги 1 та консолі 2 на яку встановлюється проставка та кріпиться разом з підкладкою за допомогою струбцин 3.

Збирання і зварювання корпусу виконується за допомогою спеціальної оснастки (рис. 2.3) встановленій на маніпуляторі (рис. 3.2).

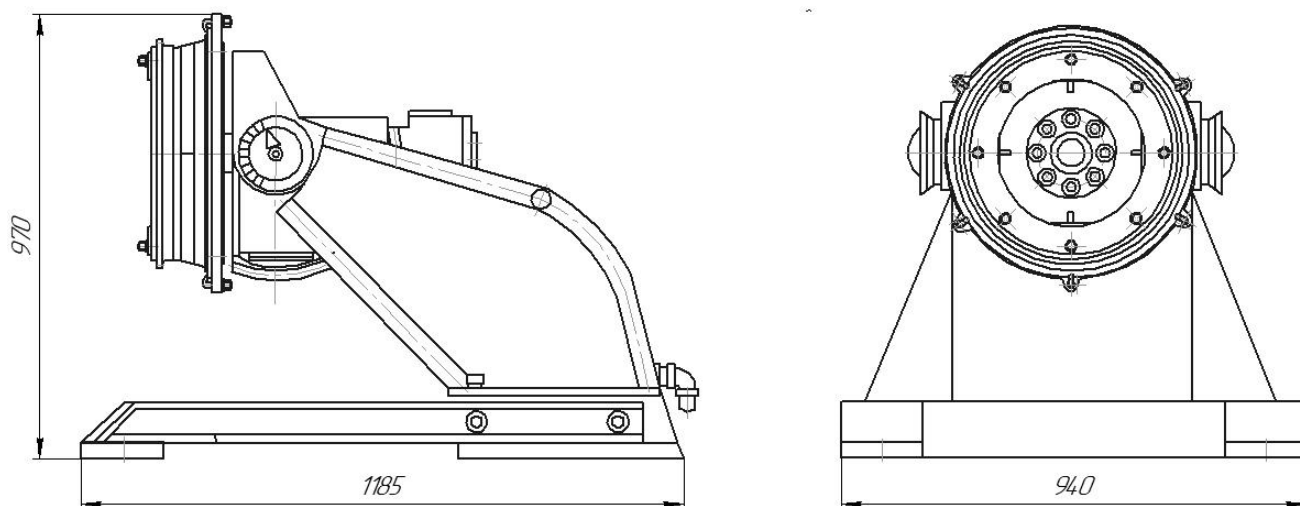


Рисунок 3.2 – Зварювальний маніпулятор HD-50

Технічні характеристики зварювального маніпулятора HD-50 приведені в табл. 3.1.

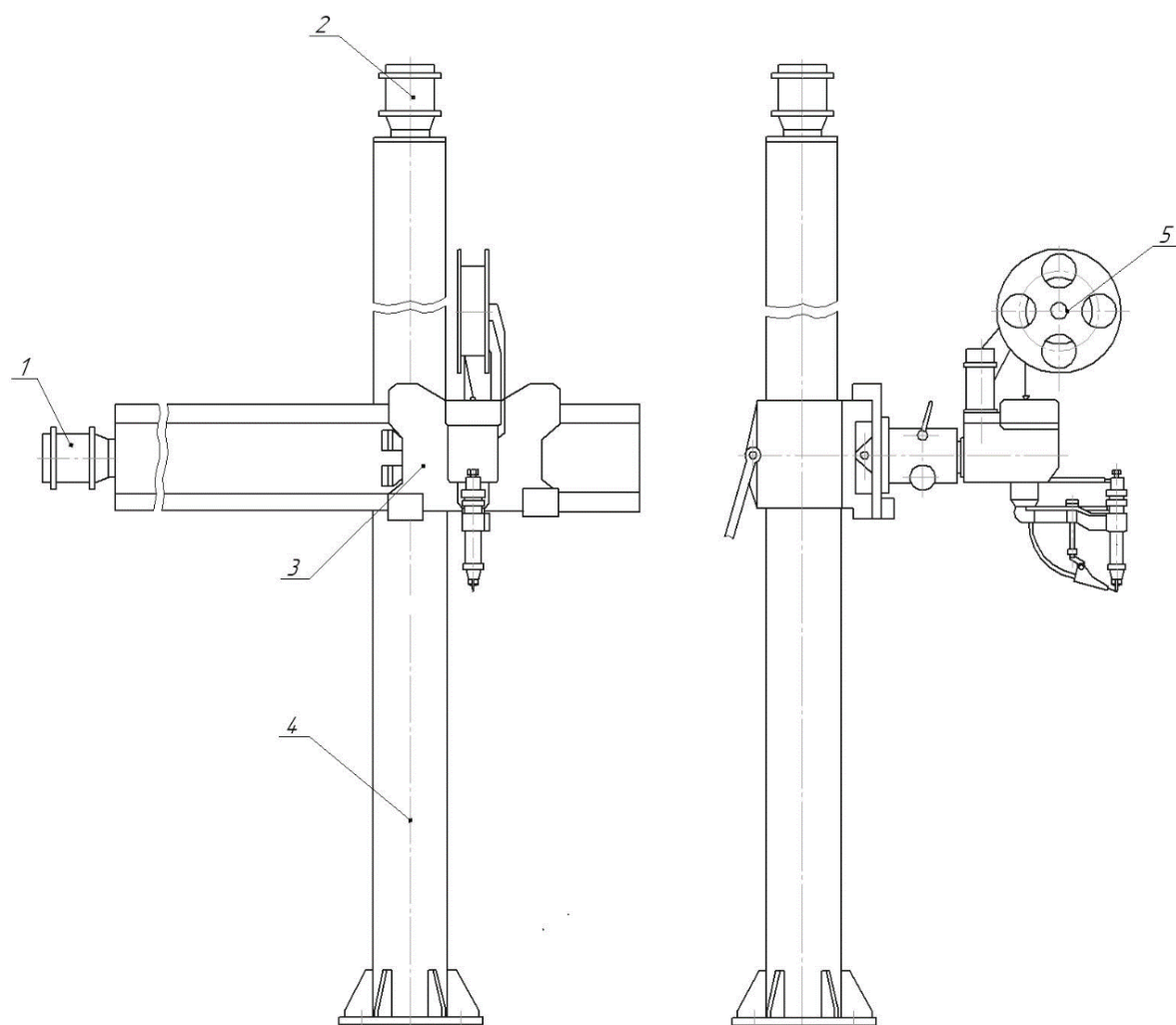
Таблиця 3.1 – Технічні характеристики зварювального маніпулятора HD-50

Параметр	Величина
Максимальна вага зварюваного виробу, кг	50
Швидкість обертання планшайби, об/хв	0,2 – 2,5
Максимальний кут нахилу планшайби, град	90
Максимальний момент відносно осі нахилу, кГс·м	30
Максимальний момент відносно осі обертання, кГс·м	45
Габаритні розміри, мм	1185x940x970
Вага, кг	90

Спеціальна оснастка для збирання корпусу кріпиться на планшайбі, за допомогою болтів, на муфті шпинделя маніпулятора. Після чого деталь збирається у

оснастці та фіксується в радіальному напрямі за допомогою розтискних секторів 1 та в осьовому за допомогою кришки 3 (рис. 2.3).

Зварювання повздовжнього та кільцевих швів ведеться зварювальним автоматом А1002 з встановленим пальником Robacta TTW 4500, які закріплені на поворотній колоні типу ПК-2 (рис. 3.3). Автомат А1002 призначений для дугового зварювання вольфрамовим електродом у середовищі аргону.



1 – електродвигун переміщення зварювальної каретки; 2 – електродвигун підйому направляючої балки; 3 – каретка; 4 – колона; 5 зварювальний автомат

Рисунок 3.3 – Поворотна колона ПК-2 зі зварювальним автоматом А1002

Технічні характеристики автомата А1002 з встановленим пальником Robacta TTW 4500 представлені в табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики зварювального автомата А1002 з встановленим пальником Robacta TTW 4500

Параметр	Значення
Швидкість зварювання, м/год	8-120
Номінальний зварювальний струм при ПВ = 60%, А	160
Габаритні розміри апарату, мм	950x600x1850
Вага апарату, кг	400
Габаритні розміри шафи управління, мм,	930x944x1395
Вага шафи управління, кг	132

Пальник зварювальної головки має сопло збільшеного діаметру, всередині якого розміщені «газові лінзи», що забезпечують ламінарне витікання захисного газу і представляють собою вкладиші з пористого матеріалу. Сопло виконано у вигляді конуса з кутом 15-25°. Конус закінчується циліндричною частиною, довжина якої не менше діаметра (зазвичай 30 мм). Охолодження пальника – повітряне.

В якості зварювального джерела живлення обираємо випрямляч ВСВУ-160 технічні характеристики якого приведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики випрямляча ВСВУ-160 [16]

Параметр	Значення
1	2
Напруга мережі живлення, В	380
Рід зварювального струму	Постійний
Номінальний струм зварювання, А (при ТН, %)	160 (60)
Напруга холостого ходу, В	48
Робоча напруга, В	30

Продовження табл. 3.3

1	2
Діапазон регулювання зварювального струму, А	3 ... 180
Розміри, мм	292x394x490
Вага, кг	240

Випрямляч ВСВУ-160 призначений для живлення установок автоматичного і напівавтоматичного дугового зварювання звичайною, стиснутою, імпульсною та безперервною дугою вольфрамовим електродом жароміцних нержавіючих сталей і титанових сплавів в середовищі захисних газів.

Захист кореня шва та прилеглих розігрітих ділянок основного металу здійснюється за рахунок щільного підтискання кромки до сталеві підкладки з формуючою канавкою і отворами для подачі (піддуву) інертного газу (рис. 3.4).

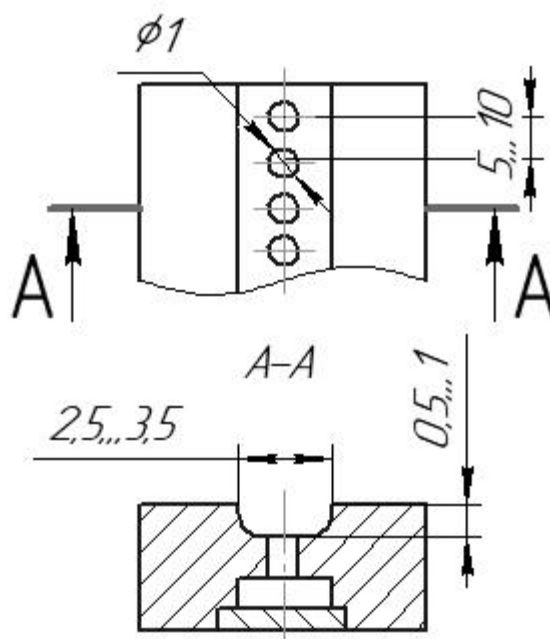


Рисунок 3.4 – Формуюча підкладка для захисту зворотної сторони (кореня) шва

Захист зворотної сторони стику проставки корпусу, при її збиранні на прихватках ручним аргано-дуговим зварюванням, здійснюється за допомогою

піддуву аргону спеціальним додатковим пристосуванням (рис. 3.5). Пристосування заводиться у середину проставки та утримується вручну зварювальником.

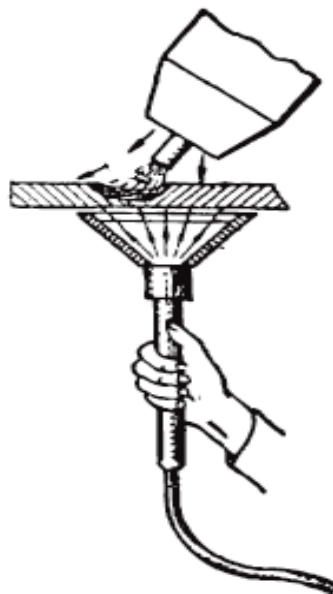


Рисунок 3.5 – Спеціальне додаткове пристосування для піддуву аргону зі зворотної сторони стику при збиранні на прихватках

Для збирання проставки на прихватках використовуємо установку Fronius TransTig 2500 (рис. 3.6). Також дана установка використовується для підварювання дефектів у камері з контрольованою атмосферою. Установка Fronius TransTig 2500 призначена для аргоно-дугового зварювання неплавким електродом (режим TIG) на постійному або змінному струмі всіх металів. Має перемикання змінний/постійний струм (AC/DC). Джерело установки має тиристорне управління, широкий діапазон плавного регулювання зварювального струму, забезпечує легке збудження і стійке горіння дуги за рахунок вбудованого збудника-стабілізатора підвищеної надійності і потужності.

Технічна характеристика установки Fronius TransTig 2500 представлені в табл. 3.4.

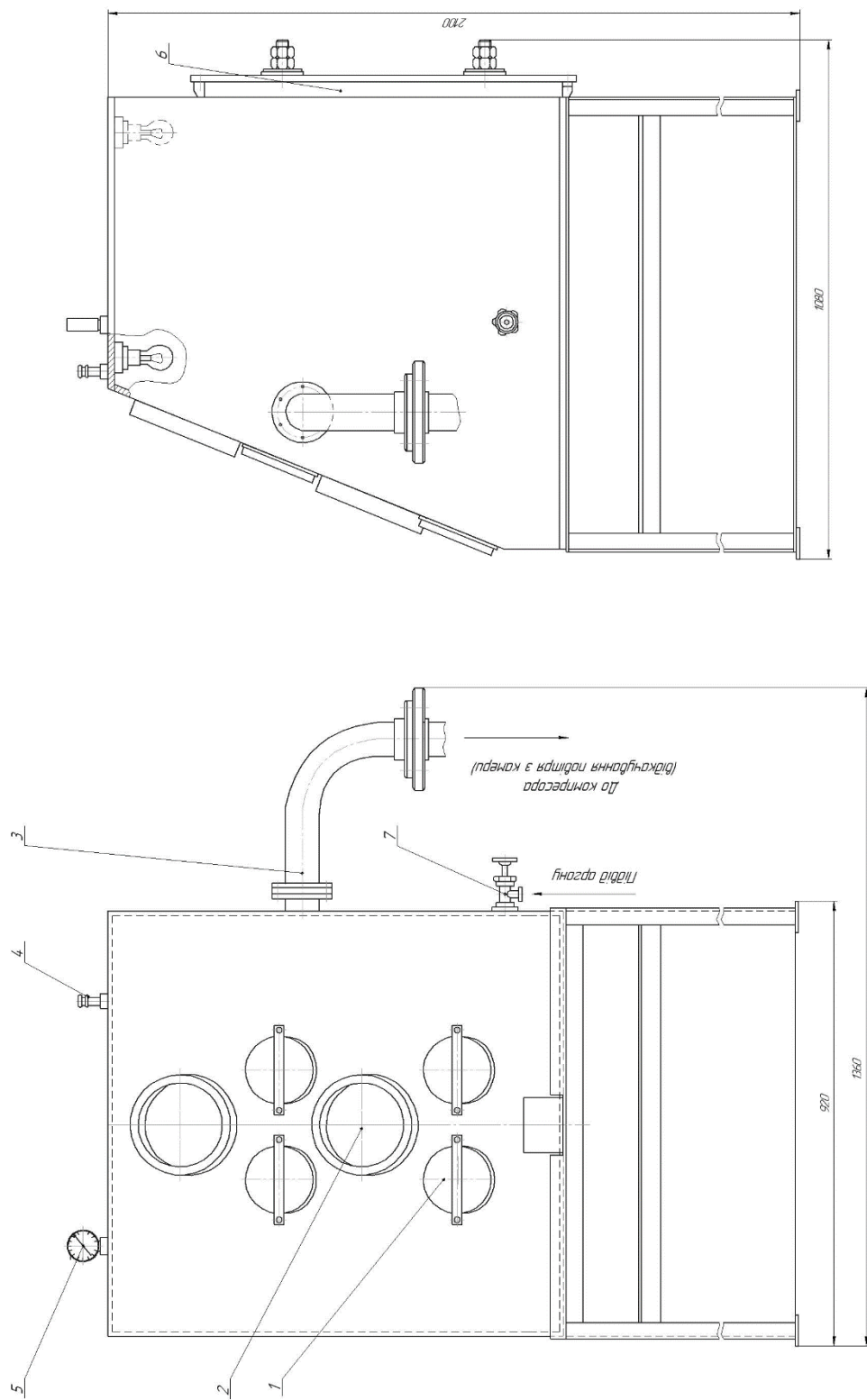


Рисунок 3.6 – Зварювальний апарат Fronius TransTig 2500

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики зварювальної установки Fronius TransTig 2500

Найменування параметру	Значення
Напруга живлячої мережі, В	380
Номінальний зварювальний струм в режимі TIG, А	120
Напруга холостого ходу, В	85
Межі регулювання зварювального струму в режимі TIG, А	3-250
Межі регулювання напруги в режимі TIG, В	10-20
Діаметр вольфрамового електроду (режим TIG), мм	0,8-2
Вага, кг	24,2
Габарити, мм	560x250x435

Підварювання дефектних зон виконується у камері з контрольованою атмосферою (рис 3.7). Деталь завантажується до камери через люк 6, який знаходиться зі зворотної сторони камери. Після чого камера закривається та відбувається відкачування повітря за допомогою насосу через патрубок 3. Величина розрідження у камері вимірюється за допомогою манометра. Далі відкривається вентиль для подачі аргону 7, камера наповнюється аргоном. Зварювальник виконує зварювання через спеціальні отвори з гумовими рукавицями 2. Спостереження за процесом зварювання відбувається через смотрове віконце 1 зі встановленими світлофільтрами.



1 – отвори з гумовими рукавицями; 2 – смогрове вікно; 3 – патрубок для відкачування повітря з камери; 4 – запобіжний клапан; 5 – манометр; 6 – кришка люку для завантаження деталей; 7 – вентиль подачі аргону

Рисунок 3.7 – Камера з контрольною атмосферою

4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Організація виробництва продукції

В даному дипломному проекті розроблений технологічний процес збирання і зварювання корпусу компресора авіаційного двигуна ТВ3-117В. Для проектування ділянки по впровадженню цього технологічного процесу необхідно:

- пронормувати операції технологічного процесу;
- встановити річну виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання і виробничу площу ділянки;
- розрахувати чисельність персоналу.

4.1.1 Технічне нормування операцій

Сума затрат основного і допоміжного часу, а також часу на обслуговування робочого місця, на відпочинок та природні потреби, називається нормою штучного часу [21]. Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{ш} = (T_o + T_d + T_{п.з.}) \cdot K \quad (4.1)$$

де: T_o – основний час, год;

T_d – допоміжний час, год;

$T_{п.з.}$ – підготовчо-заключний час, год ;

K – коефіцієнт, який враховує затрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби.

Основний час – це час який витрачається безпосередньо на зварювання. Основний час визначається за формулою:

$$T_o = L_{ш} / V_{зв} \quad (4.2)$$

де: $L_{ш}$ – сумарна довжина зварного шва, м;

$V_{зв}$ – швидкість зварювання, м/год.

Основний час який витрачається на зварювання звальцьованої проставки:

$$T_o = 0,036 / 10 = 0,0036 \text{ год} = 0,22 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- транспортування проставки до місця зварювання – 3 хв;
- встановлення проставки на консоль пристосування для зварювання – 14 хв;
- зняття звареної проставки з консолі – 4 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням проставки складає 21 хв.

Основний час який витрачається на зварювання фланців з проставкою:

$$T_o = 2,66 / 10 = 0,266 \text{ год} = 16 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- транспортування деталей виробу (фланців і проставки) до місця складання і зварювання – 3 хв;
- збирання деталей виробу на спеціальній оснастці – 30 хв;
- прихвачування деталей виробу автоматичним аргоно-дуговим зварюванням – 8 хв;
- зняття готового виробу – 5 хв;
- транспортування виробу до місця контролю – 3 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі збиранням і зварюванням корпусу складає 49 хв.

Підготовчо-заключний час витрачається на наступні елементи робіт: отримання виробничого завдання, наряду, технологічної документації і креслень; ознайомлення

з отриманим завданням; отримання пристосувань і інвентарю; наладку обладнання на задані режими роботи; зняття пристосувань і інструментів; здачу виконаної роботи, пристосувань, інструментів, технічного завдання.

В крупносерійному виробництві у зв'язку з незначними витратами часу на підготовчо-заключну роботу для спрощення нормування його включають у норму штучного часу у розмірі 2 – 3 % від оперативного часу (суми основного та допоміжного часу [21]). Отже формула 1.1 приймає наступний вигляд:

$$T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot K_1 \quad (4.3)$$

де: K_1 – коефіцієнт, який враховує затрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби, а також підготовчо-заключний час.

Положення зварювальника при зварюванні зручне, виробництво крупносерійне. Відповідно до використовуваного способу зварювання, в умовах крупносерійного виробництва коефіцієнт $K_1 = 1,15$ [21].

Штучний час на зварювання проставки буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (0,22 + 21) \cdot 1,15 = 24,4 \text{ хв} = 0,41 \text{ год}$$

Штучний час на збирання і зварювання корпусу :

$$T_{ш} = (16 + 49) \cdot 1,15 = 74,8 \text{ хв} = 1,25 \text{ год}$$

Норми штучного часу на виготовлення корпусу приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Норми штучного часу на виготовлення корпусу

Номер операції	Назва операції	Норма штучного часу, н/год
1	Підготовка деталей корпусу до зварювання (зачистка та знежирення зварюваних кромок)	0,4
2	Збирання звальцьованої проставки на прихватках	0,25
3	Зварювання проставки на пристосуванні	0,41
4	Збирання і зварювання корпусу	1,25
5	Контроль якості зварного виробу	0,35
Усього		2,66

Річна виробнича програма приведена в табл. 4.2

Таблиця 4.2 – Виробнича програма виробів на рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб, нормо-годин	Виробнича програма	
		одиниць	нормо-годин
Корпус	2,66	3700	9842

4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою [22]:

$$G_p = \sum_{i=1}^m \frac{t_i \cdot N_i}{F_{до}}, \quad (4.3)$$

де: G_p – кількість устаткування за розрахунком, шт;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -ої операції, нормо/год;

N_i – річна виробнича програма виробів, шт;

$F_{до}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

Дійсний річний фонд часу роботи устаткування визначаються за формулою:

$$F_{до} = F_{ном}(1 - k_{п}), \text{ год} \quad (4.4)$$

де: $k_{п}$ – коефіцієнт втрат часу на ремонт і обслуговування устаткування, $k_{п} = 0,1$;

$F_{ном}$ – номінальний фонд часу, год;

Номінальний річний фонд часу обладнання при п'ятиденному робочому тижні та однозмінному режимі роботи – 4160 год;

$$F_{до} = 2080(1 - 0,1) = 1872 \text{ год,}$$

Прийняте кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини ($G_{пр}$). Коефіцієнт завантаженості устаткування:

$$K_з = \frac{G_p}{G_{пр}}; \quad (4.5)$$

Всі розрахунки по устаткуванню, його завантаженні та потужності наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок кількості обладнання, його завантаження та потужності

Найменування обладнання	Норма часу, год	Розрахункова кількість обладнання, од	Прийнята кількість обладнання, од	Коефіцієнт завантаження	Потужність двигуна (одиниці), кВт / год	Потужність двигуна (усього обладнання), кВт / год
1. Пост збирання звальцьованої проставки (зварювальний апарат)	0,25	0,5	1	0,5	–	–
2. Пост автоматичного зварювання проставки (зварювальний автомат)	0,41	0,81	1	0,81	2,0	2,0
3. Пост автоматичного зварювання корпусу (зварювальний автомат і маніпулятор)	1,24	2,47	3	0,82	6,0	18
Всього	–	3,78	5	0,76	8	20

Виробнича площа ділянки розраховується виходячи з кількості обладнання, робочих місць і площі з додаванням 20% (проходи, проїзди та ін.). Площа ділянки приймається рівною $12 * 18 = 216 \text{ м}^2$.

4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки

Чисельність основних виробничих робітників ділянки на нормованих роботах розраховується за операціями згідно розрядам і професіям за формулою:

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot N_i}{F_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \text{ чол} \quad (4.6)$$

де: R_0 – чисельність основних виробничих робітників;

m – кількість видів роботи;

t_i – норма штучного часу на i – тій операції, нормо / год;

N_i – річна виробнича програма i – того виробу, одиниць;

$F_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу одного робітника, год;

$k_{\text{в.н.}}$ – коефіцієнт виконання норм виробітку ($k_{\text{в.н.}} = 1,05$)

Дійсний фонд часу працівника визначається за формулою:

$$F_{\text{д.р}} = F_{\text{ном}}(1 - h), \text{ год} \quad (4.7)$$

де: $F_{\text{ном}}$ приймаємо для однозмінного режиму 2080 годин.

h - плановий коефіцієнт невиходу працівників на роботу (0,12-0,15)

Тоді

$$F_{\text{д.р}} = 2080(1 - 0,14) = 1788,8 \text{ год}$$

Чисельність допоміжних робітників за професіями розраховується за нормами обслуговування обладнання.

Чисельність керівників і фахівців ділянки (майстер, технолог) розраховують за штатним розкладом.

Загальна чисельність персоналу ділянки наведена в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність Персоналу, чол	У т.ч. за розрядами					
		I	II	III	IV	V	VI
1. Основні робітники:							
– зварювальник	4					4	
– слюсар-збиральник	2				2		
Всього	6				2	4	
2. Допоміжні робітники							
– слюсар-ремонтник	1			1			
– контролер	1		1				
Всього	2		1	1			
3. Керівники і спеціалісти:							
– майстер	1						
– технолог	1						
Всього	2						
Разом	10		1	1	2	4	

4.2 Планування витрат на виробництво

У даному підрозділі необхідно запланувати матеріальні витрати на основні засоби, розрахувати фонд оплати праці персоналу, скласти калькуляцію собівартості продукції.

4.2.1 Матеріальні витрати

Вартість основних і додаткових матеріалів розраховується на основі норм використання та цін. Крім того, необхідно врахувати транспортно – заготівельні витрати (5-7% від вартості матеріалів) та вартість оборотних відходів.

Розрахунок вартості закупівельних виробів наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок вартості закупівельних виробів

Найменування закупівельних комплектуючих виробів та напівфабрикатів	Кількість у виробі, одиниць	Вартість за одиницю, грн	Кількість виробів, одиниць	Вартість загальна, тис.грн
Передній фланець	1	2700	3700	9 990
Листовий прокат (звальцьована проставка)	1	1200	3700	4 440
Задній фланець	1	2300	3700	6 210
Всього	–	–	–	20 640

Балансова вартість напівфабрикатів $20\,640\,000 \cdot 1,05 = 21\,672\,000$ грн

До додаткових матеріалами слід віднести ті матеріали, які використовуються для здійснення технологічних процесів (захисні гази, зварювальні дроти і т.д.). Вартість додаткових матеріалів приведена в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості основних та допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Норма витрат		Ціна за 1 т матеріалу/ за один балон, грн	Вартість на програму, тис. грн	Балансова вартість на програму, тис. грн
	На виріб, кг/л	На програму, т /л			
1.Захисний газ (аргон)	180	666 000	200	21	22,05
2. Присадковий дріт (титан ВТ20св)	2,7	10	600 000	6000	6300
Всього	–	–	–	6021	6322,5

Примітка: В одному 40-літровому балоні 6200 літрів газоподібного аргону.

4.2.2 Вартість основних засобів

Вартість основних виробничих фондів передбачає такі розрахунки:

- Вартість будівель визначається на основі розрахованої загальної площі і вартості 1 м² будівель (800 – 1000 грн за 1 м²)

$$V_{\text{буд}} = 216 \cdot 800 = 172\,800 \text{ грн};$$

- Вартість споруд 5% від вартості будівель

$$V_{\text{ср.}} = 172800 \cdot 0,05 = 8640 \text{ грн};$$

- Вартість обладнання (наведена в таблиці 4.6) з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу (10 - 15%);

- Вартість цінних інструментів, пристосувань, інвентарю (3 – 5% балансової вартості обладнання);

- Вартість транспортних засобів (3% балансової вартості обладнання).

Розрахунок вартості обладнання і основних виробничих фондів наведено в табл. 4.7 і табл. 4.8.

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн	Кількість одиниць	Балансова вартість, грн
1. Самохідний підвісний апарат А1002 для аргоно-дугового зварювання	60 000	4	264 000
2. Зварювальна колона ПК-2	12 000	4	52 800
3. Зварювальний маніпулятор HD-50	18 000	3	59 400
4. Зварювальне джерело живлення ВСВУ-160	50 000	4	220 000
5. Зварювальний апарат Fronius TransTig 2500	9 000	1	9 900
ВСЬОГО	149 000	16	606 100

Таблиця 4.8 – Вартість основних засобів

Найменування основних фондів	Балансова вартість, грн	Структура, %	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн
1.Виробничі будівлі	172 800	20,7	8	13,8
2. Споруди	8 640	1,0	8	0,7
3. Обладнання	606 100	72,5	24	145,5
4.Цінні інструменти, пристосування	30 300	3,6	40	12,1
5. Транспортні засоби	18 200	2,2	24	4,4
ВСЬОГО	836 040	100	–	176,5

4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, формує фонд оплати праці. Фонд заробітної плати розраховується за прийнятими формами і системами оплати праці. Оплата праці основних робітників здійснюється за відрядно-преміальною формою оплати праці; допоміжних робітників – за почасово-преміальною формою оплати праці; керівників та спеціалістів – за штатно-окладною формою оплати праці.

Плановані доплати і премії для робітників приймаємо в розмірі 50% від тарифної заробітної плати. Премії з прибутку складають для робітників - 15% до тарифної заробітної плати, для керівників і фахівців - 40%.

Розраховуємо тарифний фонд заробітної плати основних робітників за формулою:

$$Z_{\text{тар}} = N \sum_{i=1}^m P_i, \text{ грн} \quad (4.8)$$

де: m - кількість операцій технологічного процесу;

P_i - розцінка на i -ту операцію, грн;

N - річна виробнича програма виробів, шт;

Розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = C_i \cdot t_i \quad (4.9)$$

де: C_i - годинна тарифна ставка i -того розряду, грн;

t_i - норма штучного часу на t_i -ту операцію, нормо-год;

Розрахунок розцінок зведений в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 - Розрахунок розцінок за операціями

Найменування операції	Норма часу, н/год	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн	Розцінка, грн.
1. Підготовка і збирання деталей виробу	0,65	4	40	26
2. Автоматичне зварювання повздовжнього стику проставки	0,41	5	50	20,5
3. Автоматичне зварювання корпусу	1,25	5	50	62,5
Всього	2,31	—	—	109

Основний фонд заробітної плати допоміжних робітників, які знаходяться на погодинній оплаті праці, розраховується по формулі:

$$Z_{\text{доп.}} = C_i \cdot K_{\text{тар.ср.}} \cdot F_{\text{д.р.}} \cdot R_{\text{доп}} \quad (4.10)$$

де: C_i – часова тарифна ставка 1-го розряду;

$F_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу робітника, год;

$R_{\text{доп}}$ – чисельність допоміжних робітників;

$K_{\text{тар.ср.}}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$Z_{\text{доп}} = 109 \cdot 1,17 \cdot 1788,8 \cdot 2 = 71\,550 \text{ грн}$$

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i R_{\text{доп}i}}{R_{\text{доп}}} \quad (4.11)$$

m – кількість розрядів робіт допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду

$R_{\text{доп}i}$ – кількість допоміжних робітників i -го розряду.

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{1,11 + 1,23}{2} = 1,17$$

Відрахування до єдиного соціального внеску розраховується відповідно до чинного законодавства – 22 % від фонду оплати праці.

Фонд оплати праці розрахований і приведений в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Фонд оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність персоналу, чол.	Фонд заробітної плати, тис.грн.			Середня зарплата в місяць, грн
		Основна зарплата	Додаткова зарплата	Всього	
1.Основні виробничі робочі	6	403,3	201,6	604,9	8401
2.Допоміжні робочі	2	71,5	35,7	107,3	5140
3. Майстер	1	72,6	36,3	108,9	9075
4. Технолог	1	69,9	34,9	104,8	8735
ВСЬОГО	10	617,4	308,5	925,9	7837,8

4.2.4 Собівартість виробу

4.2.4.1 Прямі витрати

1. Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати – 21 672 тис. грн. (таблиця 4.5);
2. Основні та допоміжні матеріали – 6 322,5 тис. грн. (таблиця 4.6);
3. Основна заробітна плата основних виробничих робітників – 403,3тис. грн. (таблиця 4.10);
4. Додаткова заробітна плата, премії –201,6 тис. грн. (таблиця 4.10);
5. Відрахування до єдиного соціального внеску від фонду оплати праці основних виробничих робітників – 133 тис. грн. (таблиця 4.10);
6. Паливо та енергія на технологічні цілі:

$$E = S \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot t \cdot N \quad (4.12)$$

де: $S = 2,57$ грн – вартість 1 кВт електроенергії;

$U = 10$ В – напруга на дузі;

$I = 0,9$ кА – сила струму;

$\cos\varphi = 0,4$ – коефіцієнт потужності зварювального джерела живлення;

$t_{\text{шт.звар.}} = 0,27$ год – час зварювання.

$$E = 2,57 \cdot 10 \cdot 0,9 \cdot 1,66 \cdot 0,27 \cdot 3700 = 38\,357 \text{ грн}$$

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників.

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію обладнання:

$$ВУО = 400\% \cdot ОЗ_{\text{оп}} = 1\,613\,200 \text{ грн}$$

Розмір витрат на утримання та експлуатацію обладнання, що припадає на одиницю виробу розраховуються за формулою 4.13.

$$ВУ_i = \frac{L}{100} \cdot З_{\text{oi}} \quad (4.13)$$

де: $З_{\text{oi}}$ – основна заробітна плата на одиницю продукції, грн

$$ВУ_i = \frac{403300}{100} \cdot 109 = 439\,597 \text{ грн}$$

Розрахунок загальноновиробничих витрат за формулою:

$$ЗВВ = 225\% \cdot 03ор = 907\,425 \text{ грн} \quad (4.14)$$

Загальногосподарські або адміністративні витрати – це витрати на управління, виробниче і господарське обслуговування на рівні підприємства як єдиної системи. Сума загальногосподарських або адміністративних витрат визначається прямим розрахунком або укрупнено відповідним відсотком до основної заробітної плати виробничих робітників (150–200%). Витрати на збут вміщують витрати пов'язані з утриманням складів готової продукції, витрати на упаковку, транспортування готової продукції та інші (2% виробничої собівартості). Дані розрахунку калькуляції собівартості продукції зведені у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Калькуляція собівартості продукції

Стаття витрат	Витрати	
	всього витрат, грн	на одиницю, грн
1	2	3
1. Основні та допоміжні матеріали	6 322 500	1 710
2. Закупівельні комплектуючі та напівфабрикати	21 672 000	5 860
3. Основна заробітна плата основних робітників	403 300	109
4. Додаткова заробітна плата основних робітників	201 600	54,5
5. Відрахування на до єдиного соціального внеску	203 698	55,1
6. Паливо і енергія на технологічні цілі	38 357	10,3
7. Утримання та експлуатація машин і обладнання	1 613 200	436

Продовження табл. 4.11

1	2	3
8. Загальновиробничі витрати	907 425	245,3
9. Виробнича собівартість	31 362 080	8 476,2
10. Адміністративні витрати	435 200	118
11. Витрати на збут	588 800	159
12. Повна собівартість	32 386 080	8753

4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

В даному розділі необхідно розрахувати річний економічний ефект, який можливо отримати при виробництві виробів на спеціалізованій дільниці по запропонованому технологічному процесу в порівнянні з виробництвом цих же виробів на діючому підприємстві. Крім цього необхідно оцінити ефективність і результативність діяльності виробничої дільниці.

4.3.1 Розрахунок економічного ефекту

Порівняльна економічна ефективність полягає у визначенні найбільш економічного варіанта рішення господарської задачі. Показниками порівняльної економічної ефективності є: сума зведених витрат, сума ефекту за розрахунковий рік.

Показник зведених витрат:

$$Z = C_i + E_n \cdot K_i \quad (4.15)$$

де: C_i – поточні витрати (повна собівартість) за i -тим проектом (варіантом), грн;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

($E_n = 0,15$);

K_i – капітальні вкладення за i -тим проектом (варіантом), грн.

Економічний ефект за розрахунковий рік:

$$E = (Z_1 - Z_2) \cdot Q_i \quad (4.16)$$

Для базового варіанту:

$$Z_1 = 9000 + 0,15 \cdot 836\,040/3700 = 9034 \text{ грн}$$

Для проекту:

$$Z_2 = 8753 + 0,15 \cdot 836\,040/3700 = 8787 \text{ грн}$$

$$E = (9034 - 8787) \cdot 3700 = 913\,900 \text{ грн}$$

4.3.2 Ефективність та результативність

Оцінку ефективності та результативності діяльності можна здійснити по показникам:

1) Річний випуск виробів:

– в натуральному вимірі, одиниць, (табл. 4.2);

– по трудомісткості, нормо-годин (табл. 4.2);

– в грошовому вимірі, грн (табл. 4.13);

2) Виробнича площа ділянки, лінії, m^2 .

3) Вартість основних засобів, грн (табл. 4.8).

- 4) Спискова чисельність персоналу усього, осіб (табл. 4.4) в тому числі:
- основні робітники;
 - допоміжні робітники;
 - керівники і спеціалісти;
- 5) Фонд оплати праці, грн (табл.4.10).
- 6) Середня заробітна плата на місяць, грн (табл. 4.10).
- 7) Продуктивність праці одного працівника, грн/чол:

$$ПП = \frac{C_{\Pi}}{R} = \frac{32\,386\,080}{10} = 3\,238\,608 \frac{\text{грн}}{\text{чол}} \quad (4.17)$$

де: C_{Π} – повна собівартість виробу за рік, грн;

R – чисельність персоналу, чол.

- 8) Фондовіддача:

$$f = \frac{C_{\Pi}}{\Phi_{\text{осн}}} = \frac{32\,386\,080}{836\,040} = 38,7 \text{ грн/грн} \quad (4.18)$$

де: $\Phi_{\text{осн}}$ – основний капітал.

- 9) Фондомісткість:

$$f' = \frac{\Phi_{\text{осн}}}{C_{\Pi}} = \frac{836\,040}{32\,386\,080} = 0,026 \text{ грн/грн} \quad (4.19)$$

- 10) Коефіцієнт завантаження обладнання (табл. 4.3).

- 11) Собівартість одиниці продукції, грн. (табл. 4.11).

- 12) Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.

Показники ефективності і результативності діяльності виробничої ділянки приведені в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Показники ефективності і результативності

Найменування показника	Значення показника
1. Річний випуск виробів - в натуральному вимірі, одиниць - по трудомісткості, нормо-год - в грошовому вимірі, грн	3700 9 842 32 386 080
2. Виробнича площа ділянки, м ²	216
3. Вартість основних засобів, грн	836 040
4. Спискова чисельність персоналу усього, осіб - основні робітники - допоміжні робітники - керівники і спеціалісти	10 6 2 2
5. Фонд оплати праці, грн	925 900
6. Середня заробітна плата за місяць, грн	7 837,8
7. Продуктивність роботи одного працівника, грн/чол	3 238 608
8. Фондовіддача, грн/грн	38,7
9. Коефіцієнт завантаження обладнання	0,76
10. Фондомісткість, грн/грн	0,026
11. Собівартість одиниці продукції, грн	8 753
12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн	913 900

4.4 Висновки по розділу техніко–економічні розрахунки

Економічне обґрунтування розробленої технології виготовлення корпусу компресора авіаційного турбовального двигуна ТВ3-117В за допомогою автоматичного аргоно-дугового зварювання вольфрамовим електродом показало, що

економічний ефект, при річній програмі 3700 одиниць, у порівнянні з базовою технологією виготовлення складає 913 900 тис. грн. Такий економічний ефект досягається за рахунок зменшення часу виготовлення зварної проставки корпусу в результаті заміни ручного аргано-дугового зварювання у камері з контрольованою атмосферою на автоматичне зварювання (час на підготовку камери до зварювання, а також основний час, який витрачається безпосередньо на зварювання проставки).

Розроблена технологія виготовлення корпусу методом автоматичного аргано-дугового зварювання вольфрамовим електродом є економічно вигідною, оскільки повна собівартість виробу в цьому випадку на 2,73 % менша у порівнянні з повною собівартістю у базовій технології.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі розглянуті основні заходи з охорони праці на зварювальній ділянці автоматичного дугового зварювання в контрольованому середовищі.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) можливість отримання механічних травм, що може бути пов'язаними з порушенням правил ОП, внаслідок не проведення відповідних інструктажів на робочому місці, невикористання або невідповідність індивідуальних засобів захисту, зокрема: спеціального одягу, спеціального взуття, спеціальних рукавиць, що може призвести до травмування нижніх кінцівок при падінні заготовок або деталей, порізів гострими кромками;

б) можливість отруєння інертними газами внаслідок неефективного відбору газів у місці їх утворення або використання невідповідних шлангів, неправильне їх з'єднання або механічне ушкодження, що може призвести до витoku цих газів і, як наслідок, отруєння;

в) небезпеки що пов'язані з незадовільною професійною підготовкою робітників, зокрема виконання хибних дій на виробництві, які можуть привести до порушення технологічного процесу, і як наслідок до випадків травматизму та аварійних ситуацій;

г) можливість отримання термічних опіків внаслідок випадкового торкання нагрітих поверхонь обладнання, деталей або заготовок, порушення правил з техніки безпеки або не використання індивідуальних засобів захисту;

д) можливість ураження електричним струмом. Головними причинами ураження можуть бути невиконання правил електробезпеки, невикористання індивідуальних засобів захисту, відсутність захисного заземлення, частково оголені

проводи, відкриті скрутки, пробій ізоляції, що може призвести до електричних травм або летальних наслідків;

е) електроофтальмія, причинами якої є ультрафіолетове випромінювання зварювальної дуги, що може призвести до ушкодження органів зору;

є) раптове руйнування судин для зберігання робочих газів під тиском. Основними причинами можуть бути: використання балонів з терміном придатності, який скінчився; порушення правил зберігання балонів; порушення правил переміщення балонів; порушення правил експлуатації судин під тиском, що може призвести до масштабних руйнувань виробничих приміщень, тяжких травм та летальних наслідків;

ж) незадовільні параметри повітряного середовища, причинами яких є неефективна система опалення та повітрообміну, що призводить до зниження комфортності праці та виникнення загальних захворювань;

з) незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної їх забрудненості. Це може призвести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, і як наслідок до травмування;

и) можливість загорянь причинами яких є порушення правил пожежної безпеки, виток горючих робочих газів, коротке замикання, що може призвести до пожеж;

і) неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є невідповідність персоналу до дій в умовах НС, низька ефективність управління в цих умовах, що може призвести до тяжких травм або летального наслідку;

5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) для виключення механічного травмування передбачається ряд заходів: наявність знаків безпеки; проведення навчання і перевірки знань з охорони праці;

забезпечення працівників спеціальним одягом і спеціальними засобами індивідуального захисту.

Робітники зварювальних ділянок повинні забезпечуватись захисним спецодягом та індивідуальними захисними засобами згідно ГОСТ 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация», брезентові захисні костюми згідно ГОСТ 12.4.221-2002 «ССБТ Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования», рукавиці брезентові згідно ГОСТ 12.4.010-75 «ССБТ Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия», спеціальне взуття (ботинки, напівсапоги) із захисними носками згідно ДСТУ 10998-74 «ССБП Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних пошкоджень», спеціальні окуляри захисні - ГОСТ 12.4.038-83.

Перед початком роботи необхідно: оглянути робоче місце, привести його в порядок, звільнити проходи і не захаращувати їх, оглянути, привести в порядок і надіти засоби індивідуального захисту, переконатися в тому, що підлога суха;

б) для виключення можливості отруєння інертними газами необхідно виконувати наступні вимоги: гнучкі шланги мають бути тільки армовані; поєднання шлангів гладкими з'єднувачами неприпустимо. Кріплення виконуються тільки хомутом; герметизація проривів ізострічкою неприпустима, пошкоджену ділянку вирізати і поєднати з'єднувачем типу «ЙОРШ»; Після закінчення зварювання проводити продувку повітрям робочої зони, а також приямків і обладнання, розташованого нижче рівня підлоги;

в) для виключення негативних наслідків, які пов'язані з незадовільною професійною підготовкою фахівців, в проекті передбачені наступні заходи. Допуск до роботи людей не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання за фахом, окреме навчання з електробезпеки, атестацію на відповідну групу з електробезпеки, відповідно НПАОП 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;

г) для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних захисних засобів, зокрема, рукавиці брезентові - ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ

«Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия»;

д) Для попередження ураження електричним струмом необхідно здійснювати наступні заходи захисту:

Організаційні заходи: до виконання робіт допускаються особи віком не молодше 18 років, що пройшли навчання та перевірку знань з електробезпеки згідно ДНАОП 1.1.10 – 1.01 - 2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок – споживачів» та отримали допуск з електробезпеки відповідної групи.

Для кожного електроспоживного обладнання повинні бути складені експлуатаційні схеми нормальної і аварійної роботи.

Технічні заходи: Всі не ізольовані струмопровідні елементи електрообладнання повинні бути надійно огорожені суцільними огороженнями, зняття або відкриття можливе тільки за допомогою спеціальних пристроїв.

Розташування струмоведучих частин на недоступній висоті. Висота розташування визначається значенням напруги: при напрузі до 1000 В – не менше 3,5 м, при напрузі більше 1000 В – не менше 6 м. Зварювальні проводи мають бути гнучкими з гнучкою та міцною ізоляцією, довжина дроту до електродотримача ≤ 3 м.

Захисне заземлення або занулення. Принцип дії захисного заземлення або занулення полягає у зниженні до безпечних значень напруги дотику, яка обумовлена замиканням на корпус. Електрообладнання необхідно заземлювати або занулювати у відповідності з ПУЕ - 2009 «Правила улаштування електроустановок». Огороджувальні пристрої та інші металеві неструмоведучі частини повинні бути заземлені.

При роботах, що пов'язані з можливістю ураження електричним струмом необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту: сухі брезентові рукавиці, роба, взуття.

Використовувати на робочих місцях при зварюванні діелектричні килимки згідно ГОСТ 4997-75 «Килими діелектричні гумові. Технічні умови», ізолюючі підставки і інші електрозахисні засоби, що забезпечують електробезпеку. Для

попередження працівників про можливість ураження електричним струмом на ділянках зварювання повинні бути вивішені попереджувальні написи, плакати та знаки безпеки.

Загальні технічні умови» в відповідності з НПАОП 40.1-1.01.97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». Для виключення можливості враження електричним струмом, передбачено проведення навчання з електробезпеки, атестації на відповідну групу електробезпеки та отриманням посвідчення встановленого зразку, відповідно НПАОП 0.00.4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», проводити періодичний контроль ізоляції не рідше одного разу на рік виміром її активного опору при випробуванні підвищеною напругою протягом 1 хвилини.

Перед початком роботи перевірити наявність і справність: огорожень і запобіжних пристроїв, струмоведучих частин електричної апаратури (пускачів, трансформаторів, кнопок і інших), заземлювальних пристроїв, захисних блокувань. При виявленні несправностей до роботи не приступати, про несправності повідомити своєму безпосередньому керівнику.

е) для захисту від впливу ультрафіолетового опромінення передбачено використання щитків зі світوفільтрами ГОСТ 12.4.035-78 «ССБТ Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Технические условия», захисних окулярів типу ГС-3, ГС-7, ГС-12 або встановлення світوفільтрів в камері наплавлення;

є) для попередження руйнування судин під тиском слід виконувати наступні вимоги ДНАОП 0.00-1.07-94 «Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском»:

Недопуск балонів без відповідного маркування або з нечітким маркуванням: на верхній сферичній частині горловини марковані: номер, ємність балону, робочий та випробувальний тиск, дата випробування та дата наступного випробування, наявність паперового сертифікату. Важливим є забарвлення балонів;

Балони повинні зберігатися в спеціальних приміщеннях, які є легкозаймливими. Допускаються зберігання балонів під навісом. Зберігання в одному приміщенні кисневих та ацетиленових балонів неприпустимо;

Зберігання в вертикальному положенні на спеціальних пристосуваннях з кріпленням хомутами;

Переміщення балонів допускається тільки в спеціальних візках. При транспортуванні наявність запобіжного ковпака є обов'язковою;

Експлуатація балонів потребує певного часу витримки в умовах дільниці для вирівнювання температури;

Для з'єднання вентиля балона з технологічним обладнанням використовують гнучкі шланги. З'єднання виконуються обмідненим гайковим ключем для уникнення іскроутворення. Особливу увагу слід приділяти усуненню жиркових та масляних забруднень. Перед комутацією слід продути вентиль, відкривши його на $\frac{1}{4}$ оберту;

Відстань від будь-якого джерела тепловипромінення ≥ 5 м. Відкриття вентиля має бути плавним. Тиск на манометрі редуктора не має перевищувати технологічний. Протікання газу неприпустиме (перевірити пробою на омилування);

Випрацьовувати повністю газ не можна (залишковий тиск має складати 1...2 атм). Для виключення надмірного підвищення тиску внаслідок надмірного нагріву балонів (40°C) необхідно передбачати спреєрне охолодження.

При зварюванні в середовищі захисних газів можна застосовувати тільки редуктори згідно ГОСТ Р 54791-2011 «Обладнання для газового зварювання, різання та споріднених процесів» з справними манометрами.

При експлуатації редуктора можуть виникнути наступні несправності:

Самоплив – поступання газу при закритому вентилі, – такий редуктор має бути заміненим;

Замерзання редуктора – відігрівання відкритим полум'ям заборонено, лиш гарячою водою;

Спрацьовуваність різьби на штуцерній або відкидній гайці – потребує негайної заміни.

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

ж) для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища на ділянці для зварювання передбачено влаштування загально обмінної механічної вентиляції згідно ДСТУ 12.4.021-75 «Система стандартів безпеки труда. Системы вентиляционные. Общие требования», а також пристрої системи водяного або парового опалення згідно СНиП 2.04.05-91 «Строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование», враховувалися вимоги згідно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» і СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий», що забезпечує оптимальні параметри, які вказані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Метеорологічні умови в приміщенні ділянці

Період року	Температура, С °	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	18-22	40-60	0,1-0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1-0,4

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях.

Молібден, мг/м ³	Окис вуглецю, мг/м ³	Окис заліза, мг/м ³	Хромовий ангідрид, мг/м ³
2	20	4	0,01

Для зменшення концентрації шкідливих речовин на робочих місцях до гранично допустимих, застосовані місцеві витяжні панелі і фільтровитяжні агрегати, витяжні шафи та ін., згідно СНиП 2.04.05-91 «Строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование».

з) згідно СНиП 11-4-79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» проектування природного і штучного освітлення здійснюється з урахуванням особливості технологій і габаритів ділянки. У виробничих одноповерхових приміщеннях з висотою 6 м природне освітлення - верхнє природне, штучне освітлення - система загального освітлення, при цьому світильники вбудовані в стелю.

Рівні освітлювання для зварювання деталей, встановлені відповідно до чинних нормативних документів і складають 300 лк, для забезпечення загального освітлення і для освітлення підсобних приміщень згідно СНиП 11-4-79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

Освітленість проходів і частин приміщення, де роботи не проводяться, повинна складати не менше 25% освітлення, що створюється світильниками загального освітлення на робочих місцях, але не менше 75 лк при застосуванні газорозрядних ламп і 30 лк при використанні ламп накаливання.

а) Вибір системи освітлення. За розряду зорової роботи IVa вибираємо загальне освітлення з освітленістю 300 лк. У темному кольорі фону і малому контрасті об'єкта з фоном.

б) Визначення рівня нормованої освітленості $E_n = 300$ лк.

в) Джерелом світла вибираємо ртутні дугові лампи ДРЛ-1000.

г) Вибір типу світильників - РПП, $IP = 54$, $L / h = 1,4$.

д) Оцінка коефіцієнта запасу і коефіцієнта нерівномірності освітлення:

$k_3 = 1,6$; $z = 1,15$ – для газорозрядних ламп високого тиску.

е) Чисельне значення індексу приміщення визначають за рівнянням:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} = \frac{18 \cdot 12}{4,06 \cdot (18+12)} = 1,77, \quad (5.1)$$

де: A - довжина приміщення, м;

B - ширина приміщення, м;

h - висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

$$h = H - h_p - h_3 = 10 - 0,8 - 0,63 = 8,57 \text{ м}, \quad (5.2)$$

де: H – висота виробничого приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м;

h_3 – висота звису світильника від стелі, м.

Так як h_3 не задана, то розрахунок проводимо за формулами:

розрахуємо кількості рядів світильників в приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H-h_p) \cdot (L \div h)} = \frac{12}{(10-0,8) \cdot 1,4} = 0,93 \approx 1, \quad (5.3)$$

де: $(L \div h)$ – числове значення коефіцієнта світильника.

Визначаємо максимальну припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{max} = \frac{B}{N_p} = \frac{12}{1} = 12 \text{ м} \quad (5.4)$$

Розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{max}}{L \div h} = \frac{12}{1,4} = 8,57 \text{ м} \quad (5.5)$$

Знаходимо висоту схилу світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h = 10 - 0,8 - 8,57 = 0,63 \text{ м}. \quad (5.6)$$

Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{\eta} = \frac{300 \cdot 216 \cdot 1,6 \cdot 1,15}{0,61} = 195462 \text{ лм}, \quad (5.7)$$

де: S – площа освітлюваної поверхні, м^2 .

Визначаємо максимальну відстань L_{\max} між рядами і сусідніми світильниками в ряду:

$$L_{\max} = [L \div h] \cdot h = 1,4 \cdot 8,57 = 11,99 \text{ м}. \quad (5.8)$$

Визначаємо кількість рядів світильників в приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{L_{\max}} = \frac{12}{11,99} = 1. \quad (5.9)$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників в приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N^* = \frac{A \cdot B}{L_{\max}^2} = 2 \text{ шт}. \quad (5.10)$$

Розраховуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{л}}} = \frac{195462}{2} = 97731 \text{ лм}, \quad (5.11)$$

де: $N_{\text{л}}$ – загальна кількість ламп в приміщенні, шт:

$$N_{\text{л}} = N^* \cdot n = 2 \cdot 1 = 2 \text{ шт}, \quad (5.12)$$

де: n – кількість ламп у світильнику.

Визначаємо коефіцієнт m - співвідношення між розрахунковим світловим потоком $\Phi_{\text{л}}^*$ та фактичним світловим потоком обраної стандартної лампи $\Phi_{\text{л}}$:

$$m = \frac{\Phi_l^*}{\Phi_l} = \frac{97731}{103000} = 0,95 \quad (5.13)$$

Визначаємо оптимальну кількість світильників в приміщенні:

$$N = N^* \cdot m = 2 \cdot 0,95 = 1,9 \approx 2 \text{ шт.} \quad (5.14)$$

Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p в приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_l \cdot N \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z} = \frac{103000 \cdot 2 \cdot 0,61}{216 \cdot 1,6 \cdot 1,15} = 316,17 \text{ лк.} \quad (5.15)$$

При правильному виборі типу і кількості стандартних ламп має виконуватись умова:

$$E_p = (-10\% \dots + 20\%) \cdot E_n, \text{ лк;} \quad (5.16)$$

$$316,17 \text{ лк} = 270 \dots 360 \text{ лк.}$$

Умова виконується.

Визначаємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_\Sigma = N_l \cdot P_l = 2 \cdot 1000 = 2 \text{ кВт.} \quad (5.17)$$

Ескіз розташування світильників на плані приміщення, враховуючи розмір світильників (рис. 5.1, 5.2)

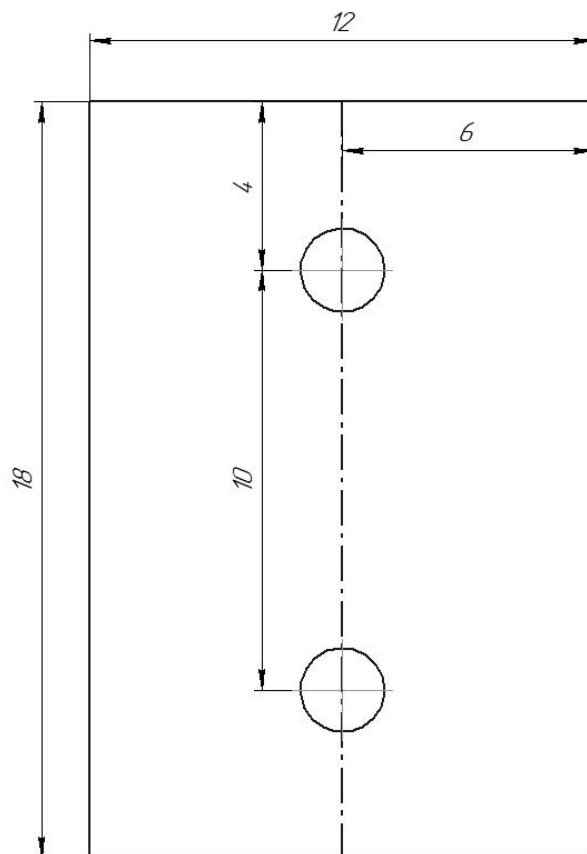


Рисунок 5.1 - Схема розміщення світильників на ділянці

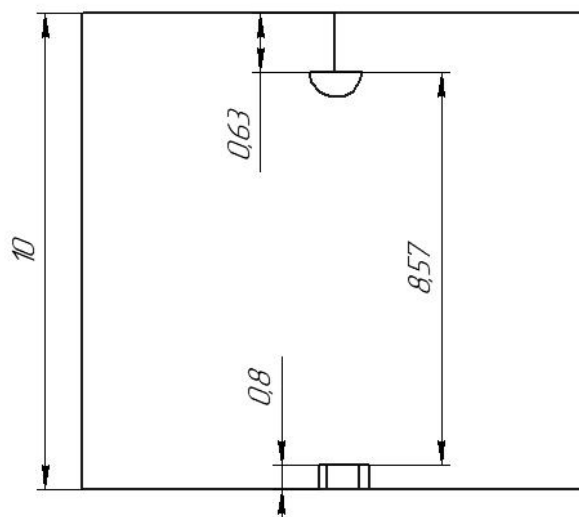


Рисунок 5.2 - Схема розміщення світильників над робочою поверхнею

5.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Для виключення можливості загорянь, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, необхідно проводити інструктаж і перевірку знань правил пожежної безпеки, відповідно до НПАОП 28.52-1.15-60 «Правила по техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України» і НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Ділянка складання і зварювання, згідно НАПББ 03.002 - 2007 «Норми визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відноситься до категорії «Г», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається як «С».

Площа ділянки складає 216 м². Виходячи з цього, згідно НАПБ.03.001-2004 «Типові норми причетності вогнегасників» вибирається три порошкових вогнегасника ємністю 8 літрів.

На ділянці розташований пожежний щит. До складу щита входить:

- вогнегасник - 3 шт.;
- ящик з піском - 1 шт.;
- покривало розміром 2 х 2 - 1 шт.;
- гаки - 3 шт.;
- лопати - 2 шт.;
- лом - 2 шт.;
- сокира - 2 шт.

5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Цивільний захист на підприємстві, в установі, організації (далі – об'єкті) організується з метою своєчасної підготовки об'єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення заходів по евакуації, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об'єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення НС і оповіщення працівників цих об'єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про цивільну оборону України" власники таких об'єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах). Відповідно до затвердженої Державної цільової соціальної програми розвитку цивільного захисту, вищезазвані локальні системи мають бути створені до 2013 року на всіх об'єктах підвищеної небезпеки.

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе керівник цього об'єкта, він є начальником ЦЗ об'єкта і підпорядковується своєму старшому начальнику (міністерства чи відомства), а в оперативному відношенні начальнику цивільного захисту міста чи району.

Начальник цивільного захисту об'єкта несе відповідальність за:

- створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на підпорядкованому об'єкті;
- забезпечення захисту персоналу (а на об'єктах підвищеної небезпеки і за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на

цих об'єктах) під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

- організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;
- створення і організацію роботи системи оповіщення на об'єкті;
- створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії об'єкта;
- постійну готовність органів управління і невоєнізованих формувань об'єкта до функціонування в мирний і воєнний час;
- фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;
- підготовку і навчання персоналу до дій у НС.

Наказом начальника ЦЗ об'єкта призначаються заступники (як варіант – з евакуації, інженерно-технічної частини, з матеріально-технічного постачання, з оперативних питань).

Органом управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту об'єкта є штаб цивільної оборони та надзвичайних ситуацій (штаб ЦО та НС) (далі – штаб ЦО).

Штаб ЦО очолює начальник штабу, який є першим заступником начальника ЦЗ об'єкта. До складу штабу входять заступники начальника штабу і необхідні спеціалісти. Штаб комплектується як штатними працівниками ЦЗ об'єкта так і посадовими особами підприємства, не звільненими від виконання своїх основних обов'язків.

Начальник штабу ЦО відповідає за безпосередню організацію та функціонування сил і засобів цивільного захисту під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Він має право віддавати розпорядження з питань цивільної оборони, захисту від НС техногенного, природного та воєнного характеру від імені начальника цивільного захисту об'єкту.

Начальник штабу ЦО несе відповідальність за:

- організацію своєчасного оповіщення і збору персоналу об'єкта;
- організацію роботи і узгодженість дій створених на об'єкті органів управління і структурних підрозділів цивільного захисту;
- розробку планової документації з питань цивільного захисту, її своєчасне уточнення і коригування;
- стан готовності особового складу невоєнізованих формувань цивільного захисту до дій за призначенням;
- своєчасне доведення до виконавців рішень начальника цивільного захисту та організацію контролю за їх виконанням;
- організацію збору і аналізу інформації щодо вірогідного виникнення надзвичайних ситуацій, відпрацювання пропозицій щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від їх наслідків;
- виконання заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкта в воєнний час та при виникненні надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру;
- організацію взаємодії з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;
- організацію спеціальної підготовки і підвищення кваліфікації персоналу у сфері цивільної оборони, захисту від надзвичайних ситуацій.

На великому об'єкті для організації і проведення заходів захисту від НС на базі відповідних структурних підрозділів (відділів, цехів тощо) об'єкта, в залежності від характеру його виробничої діяльності створюються служби цивільного захисту:

- оповіщення і зв'язку;
- протипожежна;
- аварійно-технічна;
- сховищ і укриттів;
- медична;
- охорони громадського порядку;
- протирадіаційного та протихімічного захисту;

- харчування та торгівлі;
- автотранспортна;
- матеріально-технічного постачання та інші.

На невеликому об'єкті служби ЦЗ не створюються, а їх функції при необхідності виконують структурні органи управління цього об'єкта. Керівники цих служб (керівники підрозділів на базі яких створені ці служби) відповідають за постійну готовність сил і засобів, за забезпечення підлеглих формувань спеціальними засобами (засобами індивідуального захисту, спецобладнанням, апаратурою, приладами, технікою тощо), за навчання діям у надзвичайних ситуаціях.

Для виконання завдань цивільного захисту на об'єкті створюються невоєнізованні формування. Вони поділяються на формування загального призначення (наприклад, рятувальні загони, команди, групи) і формування служб (команди, групи, дружини, ланки, пости).

Невоєнізовані формування – це завчасно підготовлені до дій у НС групи робітників та службовців об'єкта, які об'єднані в окремі загони, команди, дружини, ланки, групи, пости зі спеціальною технікою, приладами та майном, без звільнення їх від основної роботи.

Таким чином найбільш важливими заходами з охорони праці є:

Для виключення можливості враження електричним струмом, передбачено проведення навчання з електробезпеки, атестації на відповідну групу електробезпеки та отриманням посвідчення встановленого зразку, відповідно НПАОП 0.00.4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», проводити періодичний контроль ізоляції не рідше одного разу на рік виміром її активного опору при випробуванні підвищеною напругою протягом 1 хвилини.

Для виключення механічного травмування передбачається ряд заходів: наявність знаків безпеки; проведення навчання і перевірки знань з охорони праці; забезпечення працівників спеціальним одягом і спеціальними засобами індивідуального захисту.

Робітники зварювальних ділянок повинні забезпечуватись захисним спецодягом та індивідуальними захисними засобами згідно ГОСТ 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация», брезентові захисні костюми згідно ГОСТ 12.4.221-2002 «ССБТ Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования», рукавиці брезентові згідно ГОСТ 12.4.010-75 «ССБТ Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия», спеціальне взуття (ботинки, напівсапоги) із захисними носками згідно ДСТУ 10998-74 «ССБП Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних пошкоджень».

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розроблена технологія збирання і зварювання корпусу компресора турбовального двигуна ТВЗ – 117В, з урахуванням недоліків базової технології виготовлення на підприємстві ПАТ «Мотор-Січ».

До одного з недоліків базової технології виготовлення корпусу можна віднести те, що проставка корпусу зварюється у камері з контрольованою атмосферою. У масовому виробництві доцільніше використовувати автоматичне зварювання з піддувом аргону. Це зменшує час зварювання (не потрібно кожен раз витратити час на відкачування камери). Ще одним з недоліків базової технології є те, що збирання деталей корпусу на спеціальній оснастці відбувається на слюсарній ділянці, після чого деталь зібрана на оснастці відправляється на ділянку зварювання, де вона встановлюється на зварювальний маніпулятор. У масовому виробництві такий технологічний маршрут не доцільний, тому що займає багато часу на встановлення та зняття оснастки з маніпулятора.

В результаті проведеної роботи:

1. Спроектвана спеціальна технологічна оснастка для збирання і зварювання корпусу компресора з місцевим захистом кореня шва у процесі зварювання з використанням формуючих підкладок.

2. Підібрано технологічне обладнання для зварювання (зварювальний автомат, колона, маніпулятор, джерело живлення зварювальної дуги).

3. Розроблено технологічний процес збирання і аргоно-дугового зварювання корпусу компресора авіаційного турбовального двигуна ТВЗ-117В.

4. Спроектвана дільниця збирання і зварювання корпусу.

5. Проведено техніко – економічне обґрунтування дипломного проекту. Розроблена технологія виготовлення корпусу є економічно вигідною, оскільки повна собівартість виробу в цьому випадку на 2,73% менша у порівнянні з повною собівартістю у базовій технології.

В дипломній роботі передбачені заходи по охороні праці для забезпечення безпеки робітників при виготовленні корпусу компресора за розробленою технологією.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Изготовление и эксплуатация оборудования из титана / Г. М. Шеленков, В. Е. Блащук, Р. К. Мелехов и др. — Киев: Техника, 1984. — 120 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия. Т. II: Цветные металлы и сплавы / Под общ. ред. И. Н. Фридляндера. — М.:Машиностроение, 2001. — 880 с.
3. Блащук В. Е. Титан: сплавы, сварка, применение // Авто-мат. сварка. — 2004. — №3. — С. 39–46.
4. ГОСТ 19807-91 – Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки
5. Кеба И.В. Авиационный газотурбинный двигатель ТВ3-117 / И.В. Кеба. – М.: Машиностроение, 1977. — 176 с.
6. Иноземцев А.А. Газотурбинные двигатели. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – М.: Машиностроение, 2007. – 396 с.
7. ОСТ 92-1195-79 – Отливки из титановых сплавов. Технические требования
8. ГОСТ 22178-76 – Листы из титана и титановых сплавов. Технические условия
9. Сварка и контроль качества сварки корпуса. Технические условия 163–36. – ОАО “Мотор Сич”, 1988 – 18 с.
10. Быковский О.Г. Сварка и резка цветных металлов: справочное пособие / О.Г. Быковский, В.А. Фролов, В.В. Пешков. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2014. – 336 с.
11. Металлургия и технология сварки титана и его сплавов / С. М. Гуревич, В. Н. Замков, В. Е. Блащук и др. — Киев: Наук. думка, 1986. — 240 с.
12. Гуревич С. М. Справочник по сварке цветных металлов. — Киев: Наук. думка, 1990. — 512 с.
13. ГОСТ 23949-80 – Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия
14. ГОСТ 10157-79 – Аргон газообразный и жидкий. Технические условия
15. ГОСТ 27265-87 – Проволока сварочная из титана и титановых сплавов. Технические условия

16. Биковський О. Г., Пінковський І. В. Довідник зварника. – К.: Техніка, 2002. – 336 с.
17. Сварка и контроль качества сварки. Технологическая инструкция 77.25290.00074. – ЗМКБ “Прогресс” им. А.Г. Ивченко, 1988 – 147 с.
18. ОСТ 26-1-87 – Швы сварных соединений из титана и титановых сплавов. Типы и конструктивные элементов
19. Металлургия и технология сварки титана и его сплавов / С. М. Гуревич, В. Н. Замков, В. Е. Блащук и др. — Киев: Наук. думка, 1986. — 240 с.
20. Троицкий В. А. Краткое пособие по контролю качества сварных соединений. — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона, 1977. — 224 с.
21. Гитлевич А.Д. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах / А.Д. Гитлевич, Л.А. Животинский, Д.Ф. Жмакин – М.: МАШГИЗ, 1962. – 172 с.
22. Леженко Э.А. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов для студентов специальности «Оборудование и технология сварочного производства» / Э.А. Леженко – Запорожье: ЗГТУ. – 2005. – 36 с.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			ГКІЮ 080418.003 ЗВ	Загальний вид	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
б/к	1			Зварювальна колона ПК2	1	
б/к	2			Зварювальний автомат А1002	1	
б/к	3			Штанга	1	
б/к	4			Вивідні планки	2	
б/к	5			Струбцина	4	
б/к	6			Підкладка із нержавіючої сталі з піддувом	1	
б/к	7			Консоль	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Гончаренко В.В.	<i>[Signature]</i>	12.12.18
Проб.		Биковський О.Ф.	<i>[Signature]</i>	12.12.18
Н.контр.		Нетрепко В.В.	<i>[Signature]</i>	12.12.18
Утв.		Обчинников О.В.	<i>[Signature]</i>	

ГКІЮ 080418.003 ЗВ

Пост зварювання проставки	Лист	Лист	Листов
	Д П	1	1

ЗНТУ, кафедра ОТЗВ
Група ІФ-313м

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			ГКІЮ 0804.18.004 СК	Креслення складальне	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
б/к	1			Кришка	1	
б/к	2			Кільце зовнішнє	1	
A1	4		ГКІЮ 0804.18.001 СК	Корпус компресора	1	
б/к	5			Кільце внутрішнє	1	
б/к	6			Сектор	8	
б/к	9			Планшайба	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		3		Шпилька М10 ГОСТ 11764-66	8	
		7		Гайка М10 ГОСТ 8918-69	6	
		8		Болт М10 ГОСТ 9047-69	6	
		10		Трубка дренажна ГОСТ 3398-64	4	
		11		Штифт 3Гх10 ГОСТ 3128-70	6	

ГКІЮ 0804.18.004 СК

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Гончаренко В.В.	<i>[Signature]</i>	12.12.18
Пров.		Буковський О.Ф.	<i>[Signature]</i>	14.12.18
Н.контр.		Нетрепко В.В.	<i>[Signature]</i>	20.12.18
Утв.		Обчинников О.В.	<i>[Signature]</i>	

Оснастка для збирання
і зварювання корпусу

Лист	Лист	Листов
Д	П	1
ЗНТУ, кафедра ОТЗВ		
Група ІФ-313м		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			ГКІЮ 0804 18.005 ЗВ	Загальний вид	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
д/к		1		Зварювальна колона ПК2	1	
д/к		2		Зварювальний автомат А1002	1	
д/к		3		Планшайба	1	
д/к		4		Зварювальний маніпулятор HD-50	1	
д/к		5		Зварювальний корпус	1	

ГКІЮ 0804 18.005 ЗВ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Гончаренко В.В.	<i>[Signature]</i>	12.12.13
Пров.		Биковський О.Г.	<i>[Signature]</i>	12.12.13
Н.контр.		Петренко В.В.	<i>[Signature]</i>	12.12.13
Утв.		Обчинников О.В.	<i>[Signature]</i>	

Пост зварювання
корпусу

Лит.	Лист	Листов
Д П	1	1
ЗНТУ, кафедра ОТЗВ		
Група ІФ-313м		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			ГКІЮ 0804.18.006 ЗВ	Загальний вид	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
б/к		1		Кришка отвору для рук	4	
б/к		2		Смотровое віконце	2	
б/к		3		Манометр	1	
б/к		4		Запобіжний клапан	1	
б/к		5		Патрубок насосу для відкачування повітря з камери	1	
б/к		6		Вентиль подачі аргону	1	
б/к		7		Кришка люку для завантаження деталей в камеру	1	

ГКІЮ 0804.18.006 ЗВ			
Изм.	Лист	№ докум.	Предл. / Дата
Разраб.		Гончаренко В.В.	12.12.13
Пров.		Буковський О.Ф.	14.12.13
Н.контр.		Петрецько В.В.	14.12.13
Утв.		Обчинніжов О.В.	
Зварювальна камера з контрольованою атмосферою		Лит.	Лист
		Д П	1 1
		ЗНТУ, кафедра ОТЗВ Група ІФ-313м	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Гончаренко	<i>[Signature]</i>	20.12.18
Перевір.	Биковський	<i>[Signature]</i>	20.12.18
Н. контр.	Нетребко	<i>[Signature]</i>	20.12.18

Листів 4 Лист 1

ГКІЮ 080418

ДП

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Обвинніков О.В.

Нормоконтроль: В.В. Нетребко

Дата 20.12.18 *[Signature]*

Впровадження у виробництво

Акт № _____ Дата _____

Зав. кафедрою ОТЗВ: Овчинніков О.В.

Дата 20.12.2018 *[Signature]*

Комплект документів

відповідає

ТД

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
															Листів 4		Лист 4		
Розроб.			Гончаренко		<i>[Signature]</i>	12.12.18													
Перевір.			Биковський		<i>[Signature]</i>	12.12.18													
Н. контр.			Нетребко		<i>[Signature]</i>	28.12.18													
															ГКІЮ 080418				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.		Код найменування операції					Позначення документа								
Б	Код найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Найменування деталі, збир. одиниці або матеріалу					Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх				
А 43	35					Збирання													
О 44	Збирання та прихвачування бобишок з корпусом					Зварник V					0,03 0,22								
Б 45	Звар. апарат Fronius TT2500																		
М 46	Вольфрамовий електрод																		
Р 47	$d_e = 1,6 \text{ мм}; I_{зв} = 50-70 \text{ А}; U_d = 8-10 \text{ В}; Q_{Аг} = 3-4 \text{ л/хв}$																		
48																			
А 49	40					Зварювання													
О 50	Зварювання бобишок					Зварник V					0,02 0,8								
Б 51	Звар. апарат Fronius TT2500																		
52	Камера з контрольованою атмосферою																		
М 53	Вольфрамовий електрод; присадка ВТ20св по ГОСТ 27265-87																		
Р 54	$d_e = 2,0 \text{ мм}; I_{зв} = 70-90 \text{ А}; U_d = 8-10 \text{ В}; d_{пр.} = 1,6 \text{ мм};$																		
55																			
56																			
А 57	45					Контроль													
О 58	Капілярний контроль					Контролер					0,03 0,32								
Б 59	Стіл																		
М 60	Комплект фарб ЦМ15-В; лупа; лінійка																		
61																			
62																			
63																			