

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО  
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення транспорту та інженерної механіки

Циклова комісія зварювальних технологій

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної роботи**

**фахового молодшого бакалавра**

**на тему: Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення  
ресивера кисню**

Виконав: студент II курсу, групи ПМ-422ск  
Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

**Назар КАРПЮК**

Керівник

**Володимир ГАВРИЛЮК**

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА  
ПУЛЮЯ»

Відділення \_\_\_\_\_ транспорту та інженерної механіки  
Циклова комісія \_\_\_\_\_ зварювальних технологій  
Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ фаховий молодший бакалавр  
Галузь знань \_\_\_\_\_ 13 Механічна інженерія  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Голова циклової комісії  
\_\_\_\_\_ Марія ДРАНІВСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я**

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

**КАРПЮКУ Назару Юрійовичу**

**Тема роботи** \_\_\_\_\_ Проект \_\_\_\_\_ вдосконалення \_\_\_\_\_ технологічного \_\_\_\_\_ процесу  
виготовлення ресивера кисню

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ ГАВРИЛЮК Володимир Ярославович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від \_\_\_\_\_ 17. 04. 2024 року № 4/9-185

**Термін подання студентом роботи** \_\_\_\_\_ 20.06.2024р.

**Вихідні дані до роботи** \_\_\_\_\_ креслення виробу, базовий технологічний процес  
виготовлення виробу

**Зміст розрахунково-пояснювальної записки**

**1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ**

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу  
(конструкції) та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи

**2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного



## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	23.05.2024	
2	Технологічний розділ	27.05.2024	
3	Конструкторський розділ	05.06.2024	
4	Організаційно-економічний розділ	10.06.2024	
5	Охорона праці	13.06.2024	
6	Графічна частина	17.06.2024	
7	Перевірка на плагіат	19.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Назар КАРПЮК

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Володимир ГАВРИЛЮК

(ім'я, прізвище)

## **АНОТАЦІЯ**

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення ресивера кисню є вдосконалення вже наявного заводського варіанту зі зміною способу зварювання, обладнання, матеріалів та інших виробничих операцій. В загальному технологія виготовлення конструкції представлена заготівельними, складальними, зварювальними, опоряджувальними, допоміжними та контрольними операціями. Виконання економічних розрахунків дозволяє оцінити можливість доцільності застосування даного технологічного процесу у виробництві. Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці займають важливе місце у технологічних процесах виготовлення конструкцій, оскільки від цього безпосередньо залежить здоров'я працівників підприємства.

## **ANNOTATION**

Welding processes have an important part in the manufacture technology of metal constructions. Complication of metal constructions can be of different levels. The feature of technological process are the improvement of factory process of oxygen receiver manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

## ЗМІСТ

	с.
ВСТУП . . . . .	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	8
1.1 Опис конструкції зварного виробу . . . . .	8
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу . . . . .	9
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу . . . . .	10
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції . . . . .	11
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів . . . . .	11
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів . . . . .	12
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу . . . . .	13
1.3.4 Вимоги до складання . . . . .	13
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції . . . . .	14
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи . . . . .	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	17
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання . . . . .	17
2.2 Вибір зварювальних матеріалів . . . . .	19
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . . . .	20
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування . . . . .	25
2.5 Вибір методу контролю якості виробу . . . . .	27
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції . . . . .	29
2.6.1 Заготівельні операції . . . . .	29
2.6.2 Складальні операції . . . . .	31
2.6.3 Складально-зварювальні операції . . . . .	31

<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Карлюк Н.			Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення ресивера кисню Пояснювальна записка
Перевір.		Гаврилюк			
Реценз.					
Н. Контр.		Залуцька			
Затв.		Дранівська			
			Літ.	Арк.	Аркушів
			4	76	
					ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	32
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	32
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	33
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	34
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	37
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції	. . . . .	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	41
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	50
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	51
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	57
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	58
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ.	. . . . .	62
5.1	Джерела та оцінка мікроклімату робочої зони при виконанні зварювання	. . . . .	62
5.2	Вимоги до організації робочого місця зварювальника	. . . . .	66
5.3	Техніка напівавтоматичного зварювання в захисних газах під час виготовлення ресивера кисню	. . . . .	69
	ВИСНОВКИ	. . . . .	72
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	73
	ДОДАТКИ	. . . . .	76

## ВСТУП

Скільки існують люди на Землі – кам'яний, бронзовий, залізний вік – їм завжди потрібно було щось між собою з'єднувати тобто утворювати нероз'ємне з'єднання. Людство розвивалося, а разом з цим утворювалися нові конструкційні матеріали та сплави з різними властивостями. Завдяки цьому з'явилося безліч різних видів зварювання та утворення швів близьких за складом та структурою до основного металу.

Зварювання вважається одним із ключових технологічних процесів у виробництві та ремонті виробів у різних галузях промисловості, будівництва та транспорту. Без цього процесу неможливе створення кораблів, літаків, автомобілів, турбін, мостів, турбін, реакторів та інших конструкцій. Зварювання дозволило інноваційно змінити конструкції машин і значно покращити технології виробництва. В порівнянні з іншими методами виготовлення, зварювання забезпечує легші та економні конструкції, з економією металу від 10 до 50%. Цей процес також дозволяє створювати міцні з'єднання майже всіх металів та сплавів різної товщини, від дрібних до дуже великих. Окрім традиційних конструкційних сталей, зварюються також спеціальні сталі та сплави на основі різних матеріалів, таких як цирконій, титан, молібден, ніобій та інші.

Умови для проведення зварювальних робіт значно розширилися. Електричне зварювання виконують у радіаційних умовах, високих температурах, під водою, глибокому вакуумі та навіть в умовах невагомості. Нові види зварювання, такі як світлове, електронно-променеве, дифузійне, електромагнітне, ультразвукове, лазерне та інші, активно впроваджуються. Можливості дугового та контактного зварювання також значно розширилися.

Для підвищення продуктивності праці та якості продукції зварювальному виробництві важливо активно впроваджувати останні наукові та технічні досягнення.

Напівавтоматичне зварювання - це процес, при якому електродний дріт

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



подається з постійною швидкістю в зону зварювання, одночасно в цю ж зону надходить захисний газ, такий як вуглекислий газ, аргон або інший, який захищає розплавлений або нагрітий електродний та основний метали від впливу навколишнього повітря. Захисний газ подається з балона через редуктор.

Напівавтоматичне зварювання доцільно використовувати не лише при масовому виробництві однотипних виробів, з'єднань значної протяжності а й при одиничному виробництві різних конструкцій, також він зручний для домашнього використання.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис конструкції зварного виробу

Виріб являє собою ресивер для зберігання газоподібного кисню. Ресивер є невід'ємною частиною промислових, металургійних та медичних установок. Кисень використовується для різання та зварювання металу, процесів випалу і синтезу у хімічній промисловості. Без кисню неможливо перетворити чавун у сталь, а рідкий кисень використовується для окислення ракетного палива. Повітрозбірник кисню також використовується для згладжування пульсацій, що покращує роботу компресора та зменшує кількість перезапусків.

Він складається з наведених нижче елементів:

- 1) обичайки - виготовляється з листа металу;
- 2) днища;
- 3) трубки;
- 4) рамки;
- 5) ніжок з труби;
- 6) вушок - відштамповані на станку;
- 7) кронштейна;
- 8) патрубків вертикальних та 9.горизонтальних;
- 10) фланців.

Ресивер виготовляється з конструкційної низьколегованої сталі марки 09Г2С, оскільки дана сталь характеризується великою міцністю і гарною зварюваністю. Дана сталь гарно підходить за своїми властивостями до даного виробу.

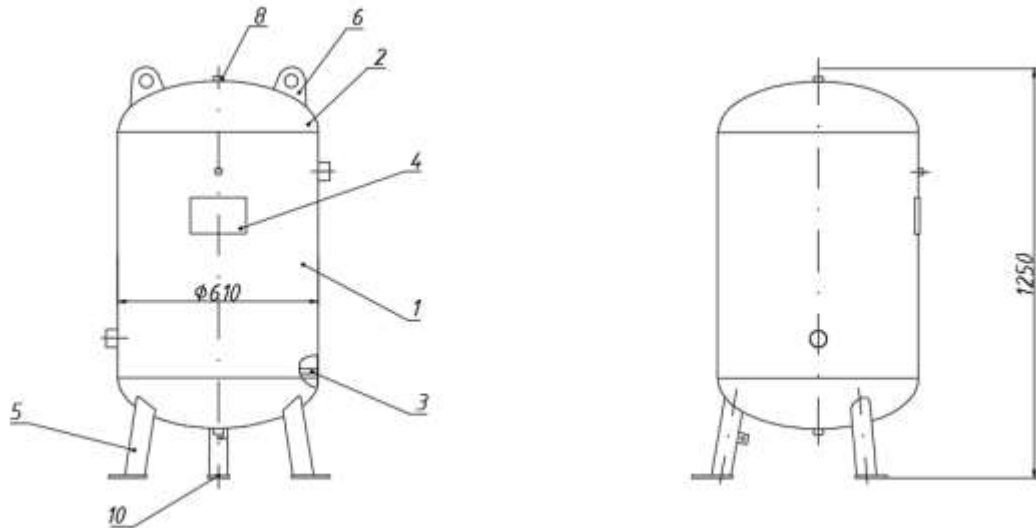
Габаритні розміри ресиверу наступні:

висота-1250мм;

діаметр-610.

Загальний вигляд ресиверу зображений на рисунку 1.1.

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – обичайка, 2 – днище, 3 – трубка, 4 – рамка, 5 – ніжка, 6 – вушко, 7 – кронштейн, 8 – патрубок вертикальний, 9 – патрубок горизонтальний, 10 – фланець

Рисунок 1.1 – загальний вигляд ресивера для кисню

### 1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Ресивер кисню - це сталевна зварна конструкція, що вимагає виготовлення відповідно до креслень, національних та галузевих стандартів, а також чинних нормативно-технічних документів, схвалених відповідно до встановлених процедур.

Основними технічними вимогами до виробу та процесу зварювання є точність розмірів деталей і належність параметрів режиму зварювання. Параметри зварювання повинні забезпечувати якісні зварні з'єднання, відповідно до встановлених вимог для кожного типу зварних з'єднань, залежно від товщини деталей що підлягають зварюванню, марок сталей, що використовуються та зварювальних матеріалів. Зварні шви повинні бути

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

очищені від шлаку, та відповідати нормам якості, а лицеві поверхні, які підлягають фарбуванню, мають бути вільні від бризок.

Грунтування та фарбування зварювального виробу має проводитися лише після перевірки та проходження нею контролю. Внесення правок у конструкцію після зварювання допускається за умови збереження міцності зварних швів. Всі необхідні технічні вимоги, що стосуються даного типу конструкцій, повинні бути зазначені на кресленнях.

## 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Ресивер виготовляється з конструкційної низьколегованої сталі марки 09Г2С. Хімічний склад сталі зображені в таблиці 1.1 механічні властивості приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – хімічні властивості сталі 09Г2С [1]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,12	1,3-1,7	0,5-0,8	0,035	0,04	0,3	0,3	0,3	0,08

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С за ДСТУ 8804 [1]

ДСТУ	Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_5$
		МПа		%
		не менше		
8804	Прокат гарячекатаний	345	490	21

Для того щоб визначити властивість металу піддаватися зварюванню застосовується термін зварюваність, який дозволяє де визначають еквівалентний вміст вуглецю по формулі [2, с.127]:

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де С, Mn, Ni, Cr, Mo, Cu, V, В – вміст хімічного елемента в сталі, %.

$$C_e = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,3}{10} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} = 0,51 \text{ \%}.$$

Оскільки еквівалент вуглецю становить 0,51 %, що перевищує допустиме значення 0,45 %, тому зварюваність даної сталі є обмеженою і це потребує додаткової термічної обробки.

### 1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

#### 1.3.1 Вимоги до матеріалу виробу та напівфабрикатів

Усі матеріали та напівфабрикати, необхідні для складання ресивера кисню, мають бути супроводжені сертифікатами заводу-виробника або супровідними документами. Без наявності таких документів вони не можуть бути допущені до виробництва без попередніх випробувань для визначення відповідності стандартам та технічним умовам постачання. Випробування також проводяться за вказівкою ВТК у випадку виявлення відхилень властивостей матеріалів та напівфабрикатів від паспортних даних під час виготовлення зварної конструкції.

Якість і характеристики матеріалів мають бути підтвержені відповідними сертифікатами якості, виданими виробником. У випадку відсутності таких сертифікатів, дані про відповідність та якість матеріалу можуть бути надані заводською лабораторією.

Перевірка зварювального дроту здійснюється на чистоту його поверхні, а також він повинен зберігатися в сухому та чистому приміщенні, щоб уникнути можливості його окислення та забруднення. Захисні гази також

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

перевіряють на відсутність шкідливих домішок і вологи перед використанням.

### 1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричної форми та розмірів

Шорсткість поверхні визначається як сукупність нерівностей, формуючи мікрорельєф поверхні деталі. Це переважно виникає внаслідок пластичної деформації поверхневого шару заготовки під час її обробки, через нерівності ріжучих кромek інструменту, тертя, виривання часток матеріалу з поверхні заготовки, вібрації заготовки та інструменту тощо. Шорсткість поверхні є важливим параметром в технічних характеристиках виробу, який впливає на експлуатаційні властивості деталей і вузлів машин, такі як зносостійкість поверхонь, втомна міцність, корозійна стійкість, збереження натягу при нерухомих посадках тощо.

Основними вимогами є:

- 1) чим менша шорсткість, тим менше шанс виникнення поверхневих тріщин від втоми металу;
- 2) дотримання розмірів деталей у відповідності з кресленням в межах допусків;
- 3) малу шорсткість поверхні також необхідно використовувати для надання виробові красивого зовнішнього вигляду або для забезпечення зручності у підтриманні поверхонь у чистоті.

При виготовленні ресивера кисню та на етапі його проектування важливо зберегти геометричні розміри і форму виробу, а також забезпечити необхідну чистоту поверхонь з герметичністю. Це досягається за допомогою встановлення ряду вимог, таких як:

- розроблення конструкції з урахуванням технічних особливостей виробництва;
- дотримання оформлення всіх зварних з'єднань з урахуванням методів зварювання, видів швів та їх розмірів;

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- використання технологій для попередження виникнення напружень і деформацій під час приварювання деталей конструкції.

### 1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Під час виготовленні ресивера кисню, його вигляд та розташування зварних з'єднань повинні забезпечувати наступні критерії:

- 1) проведення зварювання з дотриманням всіх встановлених вимог;
- 2) можливість розміщення пристроїв для підігріву металу до, під час і після зварювання в залежності від ситуації;
- 3) можливість проведення контролю якості зварних з'єднань за допомогою назначених видів контролю якості з'єднань;
- 4) забезпечення можливості проведення ремонту в разі необхідності.

Зварні з'єднання , мають мати максимально наближенні до основного металу механічні та хімічні властивості, тому встановлюються мінімально допустимі показники, такі як ударна в'язкість, міцність, пластичність та хімічний склад з'єднання.

### 1.3.4 Вимоги до складання

Складання деталей та вузлів перед зварюванням рекомендується проводити за допомогою спеціальних складально-зварювальних пристосувань, стендів або позиціонерів, які забезпечують правильне позиціонування та, фіксацію деталей для отримання зварних вузлів та конструкцій в цілому. Розміри основних деталей, які визначають габаритні розміри вузлів та конструкції, слід встановлювати з урахуванням осаджування металу.

Для того, щоб вибрати складально-зварювальне обладнання, установку або стенд важливо враховувати деформації, які виникають під час зварювання

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

вузлів та конструкції.

При виконанні складання перед зварюванням, біляшовна зона повинна бути очищена від вологи, іржі, окалини, мастила талюбих інших забруднень, що впливають на якість і цілісність структури зварного шва.

### **1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції**

Якість виробу забезпечується його відповідністю вимогам:

- визначення кількісних або якісних характеристик виробу в результаті його дії під час функціонування;
- проведення перевірок на усіх стадіях виготовлення конструкції;
- суворе дотримання виробничих процесів, процедур та правил, які встановлені для забезпечення якості і ефективності виробництва;
- перевірка якості сировини та допоміжних матеріалів, що використовуються при виготовленні виробу;
- забезпечення якісного і точного складання деталей;
- перевірка зварного з'єднання на наявність зовнішніх та внутрішніх дефектів.

### **1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи**

При виготовленні ресивера кисню використовуються заготовки з обичайки, фланців, вушок, труб, патрубків, кронштейна та днища.

Технологічний процес включає наступні етапи: очищення; розмічування; різання; вальцювання; штампування; складання; зварювання; зачищення і проведення контролю якості.

Очищення проводиться ручним методом болгаркою марки START PRO SAG-1170 з використанням кругів для зачищення. Розмічування проводиться

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



за допомогою рисувалкою, лінійкою та кутника. Різання деталей виконується болгаркою марки START PRO SAG-1170 з використанням кругів для різання металу відповідного діаметру. Вальцювання проводилось на верстаті для вальцювання металу Isitan MRM-H 2550. Штампування виконувалося на Штампувальному пресі марки WEINGARTEN AP 80. Для зачищення зварних з'єднань використовуються механічні методи з використанням болгарки марки START PRO SAG-1170, металевих щіток та оббивання шлаку молотком.

Технологічний процес виконується за допомогою напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі, що дозволяє отримати якісні зварні з'єднання. Для цього процесу використовуються зварювальний напівавтомат марки Vitals Master MIG 1400 SN Mini.

Для зварювання ресивера кисню застосовуються подальші зварювальні матеріали – зварювальний дріт марки Св-08Г2С  $\varnothing$  1,6 мм вуглекислота I сорту (з вмістом домішок до 0,5 %).

Параметри режимів зварювання вказані в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Параметри режимів зварювання у вуглекислоті

Діаметр електродного дроту, мм	2
Сила зварювального струму, А	345
Напруга на дузі, В	32
Швидкість зварювання, м/год	35
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	190
Витрати вуглекислоти, л /хв	16

Для попередження появи дефектів необхідно систематично контролювати всі етапи виробництва.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Перед зварюванням важливо перевірити підготовку та стикування поверхонь, а також їх геометрію.

Під час процесу зварювання необхідно ретельно контролювати виконання всіх параметрів технологічного процесу, зокрема режими зварювання.

Після завершення зварювання проводиться контроль якості готового виробу, щоб переконатися у відсутності дефектів.

Недоліки зварювання в захисних газах включають:

- відкрита дуга, яка може створювати небезпеку для зору через світлове випромінювання;

- потреба у захисті зони зварювання від протягу, особливо при використанні струминного захисту, що може складати труднощі при зварюванні на відкритому повітрі або в монтажних умовах;

- втрати металу на розбризування, що може призводити до непотрібного витрати матеріалу;

- наявність газової апаратури і, в деяких випадках, потреба у водяному охолодженні пальників, що може підвищувати складність процесу зварювання.

Основні переваги зварювання в захисних газах включають:

- висока продуктивність: зварювання в захисних газах має вищу продуктивність порівняно з ручним дуговим зварюванням з покритими електродами, що може збільшити ефективність виробництва;

- низька вартість: використання активних захисних газів може знизити витрати на зварювання;

- простота механізації та автоматизації: процес зварювання в захисних газах може бути легко механізований або автоматизований.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Залежно від виду енергії зварювання поділяють на три класи: термічний, термомеханічний та механічний.

До термічного класу належать види зварювання за допомогою плавлення, в яких для розплавлення металу використовують теплову енергію [3, с.6]:

- 1) ручне дугове покритими електродами – Е;
- 2) електрошлакове зварювання – Ш;
- 3) неплавким електродом в інертних газах – ПІ;
- 4) механізоване та автоматизоване в захисних газах – УП;
- 5) плазмове – П;
- 6) автоматичне під шаром флюсу – Ф;
- 7) газове – Г;
- 8) лазерне зварювання – Л.

При розгляді вибору методу зварювання важливо враховувати різноманітні фактори, які можуть впливати на його ефективність та результативність.

Сталь 09Г2С підходить для використання в зварюванні вище перерахованими методами зварювання.

Ручне дугове зварювання покритими електродами можна використовувати для виготовлення ресиверу кисню через його відносну простоту та доступність устаткування. Але, цей метод має свої недоліки, такі як низька продуктивність процесу зварювання, навіть якщо він виконується вручну, а також вимагає додаткові витрати часу на видалення шлаку з наплавленої поверхні.

Зварювання під флюсом є одним з найпоширеніших методів

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

механізованого дугового зварювання металів. Автоматичне зварювання під флюсом є найбільш вигідним при виробництві великих обсягів однотипних металевих виробів, які мають зручні для утримання флюсу з'єднання правильної форми. Напівавтоматичне зварювання також є доцільним не лише при великосерійному виробництві однотипних виробів, але й у випадках виготовлення виробів зі з'єднаннями значної протяжності, коли зручно утримувати флюс.

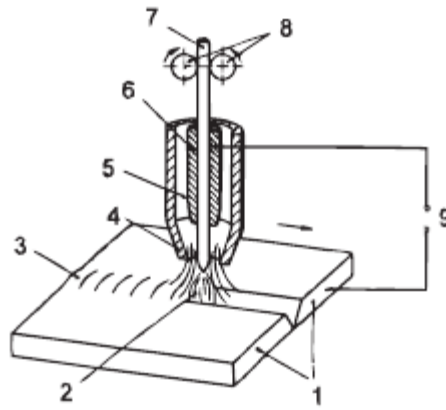
Напівавтоматичне зварювання в захисних газах має високу продуктивність (у 2,5 рази вища порівняно з ручним дуговим зварюванням покритими електродами), можливість зварювати в будь-якому просторовому положенні, малу зону термічного впливу й відносно невеликі деформації виробу внаслідок високого ступеня концентрації дуги, високу якість зварних з'єднань і захисту і також відсутність шлаку після зварювання. Проте і цей метод має свої недоліки такі як: відкрита дуга яка збільшує ризик ураження зору світловим випромінюванням; можливі втрати металу через розбризкування; присутність газової апаратури, що збільшує ризик; потреба у водяному охолодженні пальників у деяких ситуаціях.

Використання газового зварювання для виготовлення цієї конструкції не рекомендується через його застарілість, значну зону термічного впливу, вибухонебезпечність і відсутність можливості механізації, що обмежує підвищення продуктивності. Крім того, воно вимагає використання громіздкої апаратури та небезпечних балонів з киснем.

Враховуючи переваги і недоліки кожного способу, зварювання буде виконуватись напівавтоматичним методом в суміші захисних газів.

Спосіб напівавтоматичного зварювання в захисних газах показаний на рисунку 2.1.

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



1– виріб; 2 – електрична дуга; 3 – зварний шов; 4 – захисний газ; 5 – сопло; 6 – мундштук; 7 – дріт; 8 – допоміжні ролики; 9 – пальник

Рисунок 2.1 - Схема зварювання в захисних газах

## 2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Вибір матеріалу для виготовлення виробу повинен враховувати потрібні характеристики, такі як корозійна стійкість, міцність, зварюваність, пластичність, зносостійкість і стійкість. Отже, матеріал обирається залежно від конкретних умов та вимог, що ставляться до виробу.

Ресивер кисню буде виготовлятися зі низьковуглецевої конструкційної сталі марки 09Г2С.

При виборі матеріалів для зварювання важливо враховувати їхні функції, такі як надійний захист зони зварювання від впливу атмосфери, стабільність процесу зварювання, формування якісних зварних швів.

Використання захисних сумішей під час зварювання надає можливість підвищити продуктивність і забезпечити більш ефективне перенесення електродного металу у вигляді струменів дрібних крапель. Це призводить до зменшення інтенсивності розбризкування та уникнення необхідності очищення поверхонь виробу від частинок розбризаного металу.

Так, застосування напівавтоматичного зварювання в захисній суміші газів МІХ-1, яка складається з 82% аргону, 18% вуглекислого газу, є вибраним

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

способом для зварювання дверей напіввагона. Ця суміш газів оптимально підходить для забезпечення якісного і продуктивного зварювання, дозволяючи зменшити розбризування та поліпшити струменеве перенесення електродного металу.

Зварювальний дріт марки Св-08Г2С, хімічний склад якого приведений в таблиці 2.1. Використовується даний дріт для зварювання сталі 09Г2С як у механізованому, так і автоматизованому зварюванні, незалежно від просторового положення зварних швів. Його хімічний склад сприяє підвищенню процесів розкислювання завдяки вмісту марганцю і кремнію, оскільки кисень має більшу спорідненість саме з цими елементами, ніж з залізом.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [4]

Марка дроту	Вміст, %							
	С	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
							не більше	
Св-08Г2С	0,5-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	0,20	0,25	0,25	0,025	0,030

### 2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Для досягнення правильного формування зварних швів необхідно коректно підібрати параметри режиму зварювання. Це включає розрахунок або вибір напруги на дузі, сили зварювального струму, швидкості подачі дроту та зварювання, а також діаметру електродного (зварювального) дроту.

Для отримання необхідних показників міцності і надійності використовуються такі умови:

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а) коефіцієнт форми провару  $\varphi_{np} = l/n$  - повинен бути в межах 0,8-4;

б) коефіцієнт підсилення шва  $\varphi_b = l/g$  - не повинен бути більшим ніж

7...10.

Розрахунок параметрів режиму зварювання для зварювання в захисних газах виконується за типом з'єднання показаним на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Схема стикового з'єднання С2

При виготовленні ресивера кисню використовується напівавтоматичне зварювання в захисних газах, його показано на рисунку 2.2.

Визначаємо силу зварювального струму за формулою:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100 \quad [5, \text{с.192}] \quad (2.1)$$

де  $h$  – глибина проплавлення, мм, при повному проплавленні,  $h = 5$  мм;

$k$  – коефіцієнт пропорційності, величина якого залежить від умов проведення зварювання (рід струму, полярність), мм/100А.

Для електродного дроту діаметром 2.0 мм,  $k=1,45$  мм/100А [5, с.193].

$$I_{зв} = \frac{5}{1,45} \cdot 100 = 344,83 \sim 345 \text{ А.}$$

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зварювальний струм становить 345 А.

Діаметр електродного дроту визначається за формулою:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad [5, \text{с.193}] \quad (2.2)$$

де  $I_{зв}$  – сила зварювального струму, А;

$j$  – густина струму, А/мм<sup>2</sup>;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{345}{100}} = 2,1 \text{ мм.}$$

В даному випадку діаметр електродного дроту рівний 2 мм.

Напругу на дузі визначається за формулою:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \quad [5, \text{с.194}] \quad (2.3)$$

де  $I_{зв}$  – струм зварювальний, А;

$d_e$  – діаметр електродного дроту, мм;

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2,1^{0,5}} \cdot 345 \pm 1 = 32,2 \text{ В.}$$

Приймаємо напругу на дузі 32 В.

Площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва дорівнює сумі площ підсилення і величини зазору в у перерізі.

Площа підсилення в поперечному перерізі шва визначається за формулою:

$$F_1 = 0,75 \cdot l \cdot q, \quad (2.4)$$

де  $l$  – ширина зазору шва, м;

$q$  – величина підсилення шва, м;

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



$$F_1 = 0,75 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Площу наплавленого металу в зазорі шва визначається за формулою:

$$F_2 = h_{ш} \cdot l + h_p \cdot \text{tg}\alpha \cdot h_p, \quad (2.5)$$

де  $h_{ш}$  – висота шва, м;

$l$  – ширина зазору шва, м;

$h_p$  – висота розроблення, м;

$\alpha$  – кут розроблення;

$$F_2 = 5 \cdot 2 + 0 = 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Тоді площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва буде рівна:

$$F = F_1 + F_2, \quad (2.6)$$

де  $F_1$  – площа поперечного перерізу підсилення шва,  $\text{м}^2$ ;

$F_2$  – площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва,  $\text{м}^2$ ;

$$F = 3 \cdot 10^{-6} + 10 \cdot 10^{-6} = 13 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт наплавлення розраховується за формулою:

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}}, \quad [6, \text{с.246}] \quad (2.7)$$

де  $A$  – коефіцієнт пропорційності, при постійному струмі,  $A=2,3$ ;

$B$  – коефіцієнт пропорційності при постійному струмі,  $B=0,065$ ;

$I_{зв}$  – сила зварювального струму, А;

$d_{ел}$  – діаметр зварювального дроту, мм;

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{345}{2} = 13,5 \frac{\text{г} \cdot \text{А}}{\text{год}}.$$

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Швидкість подачі електродного дроту в зону зварювання визначається за формулою:

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma}, \quad [6, \text{с.246}] \quad (2.8)$$

де  $\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення,  $г \cdot А / год$ ;

$I_{зв}$  – сила зварювального струму,  $А$ ;

$\pi$  – геометрична константа,  $\pi=3,14$ ;

$d_{ел}$  – діаметр електрода,  $мм$ ;

$\gamma$  – густина наплавленого металу,  $кг/м^3$ . Густина сталі рівна  $7800кг/м^3$ ;

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 13,5 \cdot 345}{3,14 \cdot 2^2 \cdot 7,8} = 190,16 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання розраховується за формулою:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad [6, \text{с.250}] \quad (2.9)$$

де  $\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення,  $г \cdot А / год$ ;

$I_{зв}$  – сила зварювального струму,  $А$ ;

$F_n$  – площа поперечного перерізу наплавленого металу,  $м^2$ ;

$\gamma$  – густина наплавленого металу,  $кг/м^3$ ;

$$V_{зв} = \frac{13,5 \cdot 10^{-3} \cdot 345}{13 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 35,32 \approx 35 \text{ м/год.}$$

Результати розрахунків параметрів режиму зварювання заносимо в таблицю 2.2.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Параметри режиму напівавтоматичного зварювання в захисних газах стикового шва С2 ресивера кисню

Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год	Швидкість подачі дроту, м/год
2	345	32	35	190

## 2.4 Вибір та обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання ресивера кисню виконується зварювальним напівавтоматом марки Vitals Master MIG 1400 SN Mini [7].

Зварювальний апарат напівпрофесійного класу Vitals Master MIG 1400 SN Mini призначений для напівавтоматичного зварювання. Це чудовий надійний помічник у гаражі, автосервісі, на виробництві. Апарат застосовується в авторемонті, будівництві, невеликих виробництвах, а також при монтажі металоконструкцій.

Завдяки тривалому режиму роботи на максимальних струмах зварювальний апарат чудово підходить для використання як у професійних, так і побутових цілях. Відмінно візуалізоване керування всіма важливими параметрами зварювання на передній панелі дозволяє налаштувати напівавтомат для широкого спектру зварювальних робіт.

Зварювальний апарат Vitals Master MIG 1400 SN Mini може працювати у трьох режимах: MMA, MIG-MAG, Lift-Tig, а також із порошковим самозахисним дротом у режимі NO GAS.

Додаткова перевага апарату – можливість зварювання навіть при значному просіданні напруги. Vitals Master MIG 1400 SN Mini здатний працювати при падінні напруги до 160 вольт.[7]

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Комплектування [7]:

- зварювальний апарат;
- пальник MIG;
- кабель утримувача електрода;
- кабель утримувача маси;
- 2 х контактних наконечника Sx2 0.8 мм для зварювання сталі;
- газовий шланг.

Технічні характеристики зварювального напівавтомату показані у таблиці 2.3, а його загальний вигляд на рисунку 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального апарату Vitals Master MIG 1400 SN Mini [7]

Характеристика	Значення
Напруга мережі, В	320
Частота струму, Гц	50
Напруга холостого ходу, В	51.5
Межі регулювання зварювального струму, А	20 – 140
Діаметр дроту, мм	1.6 – 4
Клас захисту	IP 21 S
Маса, кг	8



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата Vitals Master MIG 1400 SN Mini [7]

## 2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості виробу - це систематичний процес, спрямований на забезпечення відповідності продукції встановленим стандартам, вимогам та очікуванням споживачів. Основна мета контролю якості полягає у виявленні та усуненні дефектів чи невідповідностей продукції перед її випуском на ринок.

Контроль якості виробу є важливою складовою частиною виробничого процесу, оскільки він забезпечує високу якість продукції, задовольняє потреби споживачів і сприяє підвищенню довіри до бренду. Крім того, він допомагає уникнути витрат на переробку чи відновлення дефектних виробів, що може позначитися на репутації компанії та призвести до втрати прибутку.

Враховуючи вимоги до зварювальних швів та міцності конструкції, дефекти можуть бути прийнятними або неприйнятними, проте в обох випадках вони потребують усунення або мінімізації. Будь-який дефект у

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зварювальних швах становить загрозу цілісності та надійності з'єднань, що збільшує ризик потенційної поломки.

Дефекти швів поділяються на внутрішні та зовнішні. При огляді зварювального шва можна виявити тільки зовнішні дефекти. Для визначення наявності внутрішніх дефектів необхідно провести дефектоскопію, механічну обробку або рентгенографію.

Для виявлення зовнішніх дефектів після зварювання ресивера кисню використовується візуально-оптичний метод, який є відносно простим і дешевим. Цей метод дозволяє виявити наявність подрізів і напливів геометричної форми, пропалів і непроварів, а також кратерів, що не були заварені.

Виявлення внутрішніх дефектів можливе за допомогою різних методів неруйнівного та руйнівного контролю, які обираються з урахуванням шорсткості поверхні, матеріал заготовок, структуру матеріалу, геометрію зони контролю, умов проведення контролю, призначення конструкції, умов зварювання та можливостей кожного методу. У даному технологічному процесі буде використовуватися гідравлічний метод контролю з використанням повітря. На практиці застосовують три основних методи: випробування стиснутим повітрям, пневмогідравлічним і вакуумуванням.

Випробування стисненим повітрям проводять після герметизації контрольованої системи (трубопроводу, посудини) в ній створюють випробувальний тиск, який дорівнює 1,1-1,2 робочого тиску. Виявлення течі проводять за допомогою піноутворюючих складників, якими зобні покривають усі шви. У місцях, де є наскрізні дефекти, під дією повітря утворюються бульбашки, за якими й визначають місце знаходження дефекту. Піноутворюючу речовину наносять на поверхню швів пензликом або за допомогою пульверизаторів. [8]

На рисунку 2.4 показано схему контролю з'єднань гідравлічним методом контролю з використанням повітря.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

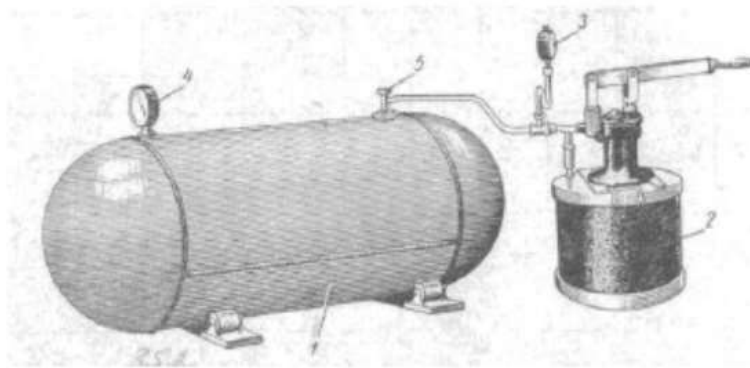


Рисунок 2.4 – Схема гідравлічного контролю зварних з'єднань стисненим повітрям [9]

## 2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Процес виготовлення ресивера кисню включає кілька кроків, від отримання заготовок до збирання, зварювання та контролю якості, а також різноманітні допоміжні операції, які необхідні для створення високоякісного продукту.

### 2.6.1 Заготівельні операції

Деталі з яких зварюється ресивер кисню виготовляються за допомогою вальцювання, штампування, різання та розмічування.

Матеріалом для заготовки служить фланці, труби та листи металу. Вальцювання або прокатка — такий вид обробки металів тиском, коли заготовка силами тертя втягується у проміжок між: обертальними валками, які її пластично деформують, зменшуючи площу поперечного перерізу і збільшуючи довжину [10].

Для цього використовуємо верстат для вальцювання металу Isitan MRM-Н 2550, який зображений на рисунку 2.5.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 2.5 – Верстат для вальцювання металу Isitan MRM-H 2550 [11]

Для розмічування заготовки використовують такі прилади як лінійка, рисувалка, кутник. Різання листа здійснюється кутошліфувальною машинкою START PRO SAG-1170 (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Кутошліфувальна машина START PRO SAG-1170 [12]

Для штампування металу використовується штампувальний прес WEINGARTEN AP 80, який зображений на рисунку 2.7.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30





Рисунок 2.7 – Штампувальний прес WEINGARTEN AP 80 [13]

### 2.6.2 Складальні операції

Під час складальних операцій важливо забезпечити правильне розташування та фіксацію виробу у визначеному проектному положенні, щоб зберігалася його коректна форма і забезпечувалась відповідність геометричних розмірів та конструктивних зазорів. Послідовність складання повинна бути чітко описана в технічних умовах для виготовлення конструкції, а розміри вказані на кресленнях. Тому для виконання цих операцій, а також подальшого зварювання ресивера кисню, використовуються спеціальні пристосування, які спрощують технологічний процес виготовлення.

### 2.6.3 Складально-зварювальні операції

У даному випадку операції складання та зварювання проводяться в рамках одного технологічного циклу. Як було зазначено раніше, велика увага

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

приділяється правильному виконанню складальних робіт, тому в цьому випадку більший акцент робиться на операції зварювання.

Спосіб зварювання має відповідати вимогам технології виробництва і одночасно забезпечувати формування зварних швів, які мають за механічними властивостями бути максимально наближеними до основному металу.

Якість зварювання залежить від процесу зварювання, використаних матеріалів і обладнання і параметрів режимів зварювання.

Порядок виконання складальних робіт передбачає наступні етапи: спочатку проводиться підготовка деталей, включаючи їх очищення та обробку, після чого відбувається вирівнювання деталей перед їх прихопленням. Далі відбувається процес прихоплення деталей, спрямований на збереження їх геометричної форми.

#### **2.6.4 Опоряджувальні операції**

Опоряджувальні операції - це роботи, які включають у себе підготовку та організацію робочого місця, забезпечення необхідними інструментами, матеріалами та обладнанням для виконання основних операцій або процесів. Опоряджувальні операції можуть також включати підготовку робочої документації, встановлення технічних параметрів обладнання, налаштування робочих інструментів та машин. Вони мають на меті забезпечити ефективність та безпеку виконання основних операцій.

#### **2.6.5 Допоміжні операції**

Допоміжні операції — це різноманітні процеси або дії, які виконуються під час виробництва або обробки продукції з метою забезпечення ефективності, якості та безпеки основних виробничих або технологічних процесів. Вони можуть включати підготовку робочого місця, транспортування

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

матеріалів, обробку відходів, очищення обладнання, підтримку робочого процесу та інші дії. Ці операції не є безпосередньою частиною виробничого процесу, але вони відіграють важливу роль у забезпеченні його ефективності та продуктивності.

### 2.6.6 Контроль якості

Контроль якості виробу є важливою складовою частиною виробничого процесу, оскільки він забезпечує високу якість продукції, задовольняє потреби споживачів і сприяє підвищенню довіри до бренду.

Перевірка розміщення та якості зварних швів, а також загальної якості конструкції проводиться спочатку за допомогою зовнішнього огляду відповідно до стандартних рекомендацій. Наступним етапом є використання неруйнівного гідравлічного контролю з використанням стисненого повітря. Цей метод контролю є загальним і використовується за допомогою компресора 4 ВП 1-5/9 для виявлення внутрішніх дефектів шляхом закачування стисненого повітря в виріб.

Компресора 4 ВП 1-5/9 показаний на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Компресора 4 ВП 1-5/9 [14]

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

## 2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії

Нормувальним витратам, при напівавтоматичному зварюванні в захисних газах, підлягають зварювальний дріт і захисний газ. Тому всі розрахунки повинні виконуватись відповідно до стандарту ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [15].

Маса наплавленого металу обчислюється за формулою:

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.10)$$

де  $\alpha_H$  – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку  $\alpha_H=13,5$  г/Агод;

$I_{зв}$  – сила зварювального струму,  $I_{зв}=345$  А;

$l_{ш}$  – загальна довжина зварних швів,  $l_{ш}=5,4$  м.

$$Q_H = 13,5 \cdot 10^{-3} \cdot 345 \cdot 5,4 = 25,15 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу обчислюються за формулою:

$$H_{ел} = Q_p + Q_{нп}, \quad (2.11)$$

де  $Q_p$  – маса розплавленого електродного матеріалу,

$$Q_p = Q_H \cdot K_p, \quad (2.12)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт витрат зварювального дроту,  $K_p=0,7$ ;

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_p = 25,15 \cdot 0,7 = 17,60 \text{ кг,}$$

$Q_{\text{нп}}$  – маса наплавленого металу,

$$Q_{\text{нп}} = Q_{\text{н}} \cdot K_0, \quad (2.13)$$

де  $K_0$  – коефіцієнт втрат зварювального дроту,  $K_0=0,5$ ;

$$Q_{\text{нп}} = 25,15 \cdot 0,5 = 12,57 \text{ кг.}$$

Підставивши значення отримаємо:

$$H_{\text{ед}} = 17,60 + 12,57 = 30,17 \text{ кг.}$$

Норми витрат захисного газу обчислюються за формулою:

$$H_{\text{г}} = Q_p \cdot K_{\text{г}}, \quad (2.14)$$

де  $K_{\text{г}}$  – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту,  $K_{\text{г}}=0,85\dots0,9$ ;

$$H_{\text{г}} = 17,60 \cdot 0,9 = 15,84 \text{ л/хв.}$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу обчислюються за формулою:

$$E = \frac{U_{\text{д}}}{\alpha_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}, \quad (2.15)$$

де  $U_{\text{д}}$  напруга на дузі, В;

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$\eta_H$  – коефіцієнт корисної дії, %;

$K_H$  – коефіцієнт корисної дії джерела дуги,  $K_H=0,75$ ;

$$E = \frac{32}{13,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,51 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва обчислюються за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_H \cdot K_H}, \quad (2.16)$$

де  $t_0$  – час зварювання одного метра шва,  $t_0=0,04$  год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 32 \cdot 345 \cdot 0,059}{0,9 \cdot 0,75} = 9,64 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на загальне зварювання виробу обчислюються:

$$E_{\Sigma} = E \cdot l_{ш}, \quad (2.17)$$

$$E_{\Sigma} = 9,64 \cdot 5,4 = 52 \text{ кВт.}$$

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Вибір та обґрунтування зварювального пристосування

Розробка та вибір пристосувань - ключовий етап у підготовці виробництва.

Призначення складально-зварювальних пристосувань зводиться до наступного:

- 1) збереження з необхідною точністю габаритів, геометричної форми та взаємного розміщення деталей і вузлів виготовлюваних зварних конструкцій;
- 2) зменшення обсягу ручних робіт при складанні та зварюванні виробів;
- 3) підвищення продуктивності праці;
- 4) зменшення трудомісткості робіт;
- 5) скорочення тривалості виробничого циклу;
- 6) полегшення умов праці за рахунок механізації ручних робіт;
- 7) використання менш кваліфікованої робочої сили;
- 8) зменшення вартості виготовлюваних зварних конструкцій;
- 9) розширення технологічних можливостей зварювального устаткування;
- 10) підвищення якості зварних виробів та забезпечення їх взаємозамінності;
- 11) підвищення рівня комплексної механізації та автоматизації виробництва зварних конструкцій [16, с.16].

Вибір між різними пристосуваннями ґрунтується на їх техніко-економічному порівнянні, з урахуванням їхньої технічної ефективності та економічної вигідності. Зазвичай обирається найбільш раціональний технічно та економічно вигідний варіант. Складально-зварювальне обладнання може бути універсальним, спеціалізованим або спеціальним.

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Універсальна оснастка призначена для різноманітної номенклатури зварних виробів в одиничному та дрібносерійному виробництві, тому вона особливо корисна для підприємств, які виготовляють різноманітні вироби в невеликих обсягах, оскільки вона забезпечує гнучкість в переналагодженні та адаптації до змінних потреб виробництва.

Спеціалізована складально-зварювальна оснастка використовується для виробництва однотипних виробів у серійному та крупносерійному виробництві зварних конструкцій. Вона забезпечує оптимальну ефективність та якість продукції в порівнянні з універсальною оснасткою. У свою чергу, спеціальна оснастка застосовується для виготовлення обмеженої групи виробів у крупносерійному та масовому виробництві зварних конструкцій, забезпечуючи високу продуктивність та якість зварювання.

Розробка методів виготовлення зварних конструкцій включає в себе визначення, вибір, розробку та замовлення нового обладнання для забезпечення виробничих потреб. Таким чином, для успішної реалізації технологічного процесу необхідне використання відповідних пристосувань.

При виготовленні ресивера кисню я використовував зварювальний позиціонер.

### **3.2 Опис роботи пристосування**

Виконання процесу складання повинно бути систематичним та послідовним, оскільки це визначає загальну якість конструкції та її властивості. Тому розташування деталей має відповідати конкретному порядку, визначеному на кресленні конструкції. Крім цього, важливо дотримуватись певних зазорів та уникати зміщення торців з'єднувальних деталей.

Складально-зварювальні операції передбачають процес з'єднання деталей для створення зварної конструкції. Ці операції вимагають

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



правильного позиціонування деталей під час зварювання для забезпечення точності і якості з'єднання. Для цього використовується зварювальний позиціонер.

Розроблений для чудового позиціонування великих і громіздких заготовок, він є важким позиціонером середнього рівня з механічним регулюванням швидкості нахилу та обертання по трьох осях. Це дає можливість ретельно контролювати висоту, обертання та нахил значних заготовок. Повністю сумісний з маніпуляторами та роботизованими зварювальними системами, він сприяє автоматизації рутинних зварювальних завдань, максимізуючи продуктивність. Покращені ергономічні функції підвищують продуктивність роботи, забезпечуючи ідеальне положення зварювання для забезпечення послідовних і першокласних зварних швів. З вантажопідйомністю 3 тони при навісному навантаженні від 0 до 300 мм і регульованими налаштуваннями висоти від 760 до 1300 мм, він оптимізує використання. Регулювання висоти центру з кроком 130 мм знижує вантажопідйомність матеріалів і знижує виробничі витрати, пов'язані з робочою силою, матеріальними збитками та потребою в додатковому обладнанні. Це призводить до значного підвищення безпеки та продуктивності на робочому місці.

Вигляд позиціонера зварювального зображений на рисунку 3.1.

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

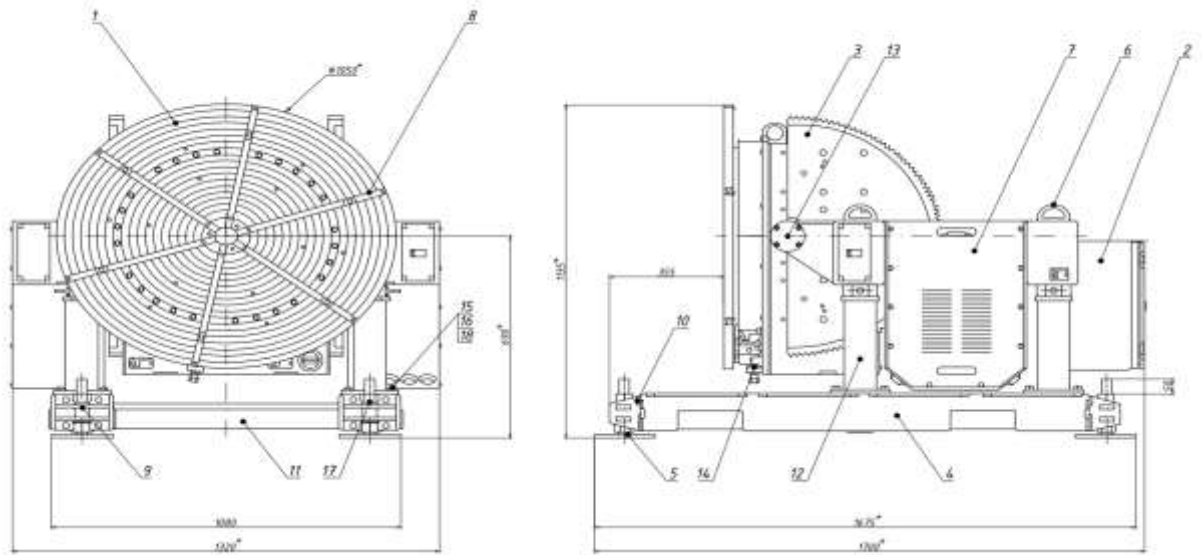


Рисунок 3.1 – Позиціонер зварювальний

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Розрахунок кількості обладнання

Всі вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблицях 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1 - Характеристика ресивера кисню

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	ø610x1250	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
листовий прокат 09Г2С	кг	100	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	1,2	
захисна суміш МІХ-1	кг	1,8	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	6,4	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
листовий прокат:			
сталь 09Г2С	грн	56	55,5
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	130	129,25
захисна суміш МІХ-1	грн	22,5	22
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	32	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення ресивера кисню

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна	Назва	Ціна		
1	2	3	4	5	6	7	8
Очищення	$\frac{3}{П}$	Кутошліфувальна машина Start Pro SAG-1170 VP	1600	щітка	76	IV	3,9
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рисувал. кутник лінійка маркер	192 280 137 108	IV	5,4
Різання	$\frac{3}{П}$	Кутошліфув. машина Start Pro SAG-1170 VP	1600			IV	$\frac{6,1}{5,3}$
Вальцювання	$\frac{3}{П}$	Вальцювальний верстат Isitan VRM-H 2550	1390000			IV	2,0
Штампування	$\frac{3}{П}$	Штампувальн. прес WEINGARTEN AP 80	3600000	молоток	220	IV	1,8
Складання	$\frac{3}{П}$	Позиціонер	550000	молоток кутник	220 280	IV	$\frac{6,5}{5,4}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний апарат Vitals Master MIG 1400 SN mini	6900			IV	$\frac{5,9}{4,8}$
Зачищення	$\frac{3}{П}$	Кутошліфув. машина Start Pro SAG-1170 VP	1600	зачисн. диск молоток щітка	69 220 76	IV	4,6
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Компресор повітряний 4BY1-5/9	127000	лупа 050	70	V	3,1
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Електротельфер	72000			IV	2,2

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 35,4;

по проекту 32,4;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,2;

по проекту 2,2.

Загальна штучна норма часу: по заводу 37,6;

по проекту 34,6.

Для виготовлення ресивера кисню застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [17, с.9]:

$$\Phi_{yc} = D_{роб} \cdot S \cdot g \cdot (1 - K_p), \quad (4.1)$$

де  $D_{роб}$  ~ кількість робочих днів в році,  $D_{роб} = 253$  дні;

$S$  - кількість робочих змін в добу;

$g$  - тривалість зміни, год;

$K_p$  - нормативний коефіцієнт простою устаткування в ремонті, обумовлений конструктивними та виробничими характеристиками,  $K_p = 0,03...0,1$ .

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,04) = 1943 \text{ год.}$$

Потреба в устаткуванні (робочих місцях) розраховується по кожній операції технологічного процесу або по сумі трудомісткості операцій, що виконуються на однотипному устаткуванні.

Розрахунок проводять за формулою [17, с.10]:

$$n = \frac{T_{шт} \cdot B_{пр}}{\Phi_{yc} \cdot K_{вн}}, \quad (4.2)$$

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

де  $T_{шт}$  - штучний час на операції, що виконуються на однотипному устаткуванні, нормованих в машино-год. (таблиця 4.2);

$K_{вн}$  – коефіцієнт виконання,  $K_{вн}=3,1$ .

$B_{пр}$  – програма випуску продукції, у нашому випадку  $B_{пр} = 2700$  шт.

Кількість робочих місць для виконання очищувальних операцій при виготовленні ресивера кисню:

$$n = \frac{3,9 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 1,75 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування становить:

$$n = \frac{5,4 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 2,42 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для вирізання заготовок:

- заводський варіант:

$$n = \frac{6,1 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 2,73 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,3 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 2,38 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для вальцювання становить:

$$n = \frac{2,0 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 0,9 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для штампування становить:

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$n = \frac{1,8 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 0,81 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для складання необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{6,5 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 2,91 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,4 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 2,42 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для виконання зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,9 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 2,65 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,8 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 2,15 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

$$n = \frac{4,6 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 2,1 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу:

$$n = \frac{3,1 \cdot 2700}{1943 \cdot 3,1} = 1,39 \approx 1 \text{ шт.}$$

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Кількість засобів конвеєрного типу (мостових, козлових, порталних кранів) визначається за формулою [17, с.12]:

$$n = \frac{\sum_1^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де  $B_{mp}$  - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 2700 шт;

$m$  - кількість різновидів вантажних об'єктів;

$N_{кр}$  - кількість кранових операцій на один  $i$ -тий об'єкт;

$t_{кр}$  - тривалість одної операції, год;

$\Phi_n$  - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

$K_{кр}$  - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається

$K_{кр} = 0,6...0,7$ .

$$n = \frac{2700 \cdot 3 \cdot 0,2}{2100 \cdot 0,65} = 1,19 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один електричний тельфер для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

## 4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [17, с.13]:

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



$$r_{oi} = \frac{B \cdot \sum_1^y T_{um} i}{\Phi_{ef} \cdot K_{вн}}, \quad (4.4)$$

де  $r_{oi}$  - кількість основних працівників  $i$ -тої професії, чол;

$\sum_1^y T_{um} i$  - штучна норма часу по  $i$ -тим операціям, год;

$B$  - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо  $B_{пр} = 2700$  шт;

$\Phi_{ef}$  - ефективний річний фонд часу роботи одного робітника, приймається 1850 год;

$K_{вн}$  - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається  $K_{вн} = 3,1 \dots 3,2$ .

Необхідна кількість очищувальників:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 3,9}{1850 \cdot 3,2} = 1,79 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічальників:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 5,4}{1850 \cdot 3,2} = 2,46 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 6,1}{1850 \cdot 3,2} = 2,78 \approx 3 \text{ чол,}$$

- проектний варіант:

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 5,3}{1850 \cdot 3,2} = 2,42 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість вальцювальників:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 2,0}{1850 \cdot 3,2} = 0,91 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість штампувальників:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 1,8}{1850 \cdot 3,2} = 0,82 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 6,5}{1850 \cdot 3,2} = 2,97 \approx 3 \text{ чол.}$$

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 5,4}{1850 \cdot 3,2} = 2,46 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників для виконання зварювання всіх швів:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 5,9}{1850 \cdot 3,2} = 2,69 \approx 3 \text{ чол.}$$

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 4,8}{1850 \cdot 3,2} = 2,19 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 4,6}{1850 \cdot 3,2} = 2,1 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів:

$$r_{oi} = \frac{2700 \cdot 3,1}{1850 \cdot 3,2} = 1,41 \approx 1 \text{ чол.}$$

Виходячи з кількості транспортних засобів приймаємо необхідну кількість транспортувальників  $r_{oi} = 1$  чол.

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
очищувальники	2	2	IV	IV
розмічувальники	2	2	IV	IV
різальники	3	2	IV	IV
вальцювальники	1	1	IV	IV
штампувальники	1	1	IV	IV
складальники	3	2	IV	IV
зварювальники	3	2	IV	IV

Продовження таблиці 4.3

зачищувальники	2	2	IV	IV
контролери	1	1	V	V
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	1	1	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер ділянки	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	24	21	—	—

### 4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

Вихідними даними для розрахунків є норми затрат матеріальних ресурсів на виріб та розмір поворотних відходів, ціни придбання матеріалів з врахуванням транспортно-заготівельних витрат (5...8% від преїскурантної ціни) та ціни реалізації відходів, обсяг випуску продукції.

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн			
					на один виріб		на програму	
З/П	Сталь 09Г2С	кг	56	55,5	5600	5550	15120000	14985000
З/П	Зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	130	129,25	156	155,1	421200	418770
З/П	Суміш МІХ-1	кг	22,5	22	40,5	39,6	109350	106920
Р-ом					5796,5	5744,7	15650550	15510690

Продовження таблиці 4.4

В- нт	Транспортно-заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	2,8	2,78	280	277,5	756000	749250	32	32	86400	86400
З/П	5	6,5	6,46	7,8	7,76	21060	20938,5				
З/П	5	1,13	1,1	2,03	1,98	5467,5	5346				
Р- ом		10,43	10,34	289,83	287,34	782527,5	775534,5	32	32	86400	86400

#### 4.4 Розрахунок фонду оплати праці

Приймаємо, що всі основні робітники оплачуються по відрядній системі оплати праці, допоміжні - по погодинній, ІТР та МОП - по штатно-окладній системі. Розрахунки проводяться по двох напрямках: на один виріб (для обчислення калькуляції собівартості виробу) та на програму (для визначення об'ємних економічних характеристик). В калькуляцію собівартості виробу безпосередньо включаються затрати по оплаті праці основних (виробничих) робітників.

Основна заробітна плата основних робітників визначається за формулою [17, с.18]:

$$Z_{oo} = \sum_1^y C_{pi} \cdot T_{um}, \quad (4.5)$$

де  $y$  - кількість технологічних операцій;

$C_{pi}$  - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для відрядної оплати праці, грн.

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [17, с.18].

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [17, с.18]:

$$Z_{oo} = Z_{oo} (D_1 + D_2), \quad (4.6)$$

де  $D_1$  - доплата за шкідливість, грн,  $D_1 = 12...24 \%$ , приймаємо  $D_1 = 20 \%$ ;  $D_2$  - інші доплати, грн,  $D_2 = 15...20 \%$ , приймаємо  $D_2 = 15 \%$ .

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [17, с.18]:

$$Z_{no} = Z_{oo} \cdot P, \quad (4.7)$$

де  $P$  - розмір премій та надбавок, грн,  $P = 40 \%$ .

Для визначення річного фонду оплати праці основних робітників результати розрахунків за формулами (4.5), (4.6) та (4.7) множаться на кількість виробів ( $B$ ).

Затрати по оплаті праці очищувальників:

$$Z_{oo} = 4,3 \cdot 26,5 \cdot 3,9 = 444,41 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 444,41 \cdot (0,2 + 0,15) = 155,54 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 444,41 \cdot 0,4 = 177,76 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

$$Z_{oo} = 3,2 \cdot 26 \cdot 5,4 = 449,28 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 449,28 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,25 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 449,28 \cdot 0,4 = 179,71 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 2,8 \cdot 27 \cdot 6,1 = 461,16 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 461,16 \cdot (0,2 + 0,15) = 161,41 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 461,16 \cdot 0,4 = 184,46 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 2,8 \cdot 27 \cdot 5,3 = 400,68 \text{ грн};$$

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$З_{до} = 400,68 \cdot (0,2 + 0,15) = 140,24 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 400,68 \cdot 0,4 = 160,27 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці вальцювальників:

$$З_{оо} = 8,2 \cdot 27,5 \cdot 2,0 = 451 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 451 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,85 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 451 \cdot 0,4 = 180,4 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці штампувальників:

$$З_{оо} = 8,7 \cdot 28,5 \cdot 1,8 = 446,31 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 446,31 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,21 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 446,31 \cdot 0,4 = 178,52 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 3,0 \cdot 28,5 \cdot 6,5 = 555,75 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 555,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 194,51 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 555,75 \cdot 0,4 = 222,3 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 3,0 \cdot 28,5 \cdot 5,4 = 461,7 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 461,7 \cdot (0,2 + 0,15) = 161,6 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 461,7 \cdot 0,4 = 184,68 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 3,6 \cdot 28,5 \cdot 5,9 = 605,34 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 605,34 \cdot (0,2 + 0,15) = 211,87 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 605,34 \cdot 0,4 = 242,14 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 3,6 \cdot 28,5 \cdot 4,8 = 492,48 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 492,48 \cdot (0,2 + 0,15) = 172,37 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 492,48 \cdot 0,4 = 196,99 \text{ грн.}$$

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

$$Z_{oo} = 3,7 \cdot 26,5 \cdot 4,6 = 451,03 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 451,03 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,86 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 451,03 \cdot 0,4 = 180,41 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 5,8 \cdot 31 \cdot 3,1 = 557,38 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 557,38 \cdot (0,2 + 0,15) = 195,08 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 557,38 \cdot 0,4 = 222,95 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 7,8 \cdot 29,5 \cdot 2,2 = 506,22 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 506,22 \cdot (0,2 + 0,15) = 177,18 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 506,22 \cdot 0,4 = 202,49 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [17, с.19]:

$$Z_{од} = r_{д} \cdot C_{р} \cdot \Phi_{ef}, \quad (4.8)$$

де  $Z_{од}$  - основна заробітна плата допоміжних робітників, грн;

$r_{д}$  - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

$C_{р}$  - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

Додаткова заробітна плата ( $Z_{од}$ ) та премії і надбавки ( $Z_{нд}$ ) допоміжних робітників розраховується так само, як для основних робітників (формули 4.6, 4.7).

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 37,5 \cdot 1850 = 69375 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 69375 \cdot 0,35 = 24281,25 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 69375 \cdot 0,4 = 27750 \text{ грн}.$$

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 37,5 \cdot 1850 = 69375 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 69375 \cdot 0,35 = 24281,25 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 69375 \cdot 0,4 = 27750 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 37,5 \cdot 1850 = 69375 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 69375 \cdot 0,35 = 24281,25 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 69375 \cdot 0,4 = 27750 \text{ грн}.$$

Для інженерно-технічних робітників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу, розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих за формулою [17, с.19]:

$$Z_{он} = r_n \cdot O_m \cdot 12, \quad (4.9)$$

де  $Z_{он}$  - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн;

$r_n$  - чисельність працівників відповідної категорії;

$O_m$  - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

$12$  - кількість місяців у році.

Додаткова заробітна плата ( $Z_{он}$ ) та премії і надбавки ( $Z_{пн}$ ) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 9800 \cdot 12 = 117600 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 117600 \cdot 0,35 = 41160 \text{ грн};$$

$$Z_{пш} = 117600 \cdot 0,4 = 47040 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8600 \cdot 12 = 103200 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 103200 \cdot 0,35 = 36120 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 103200 \cdot 0,4 = 41280 \text{ грн}.$$

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Результати розрахунків затрат по оплаті праці основних, допоміжних, інженерно-технічних робітників та молодшого обслуговуючого персоналу приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії робітників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
<b>Основні робітники:</b>						
очищувальники	224868,93		78704,13		89947,57	
розмічувальники	227335,68		79567,49		90934,27	
різальники	350020,44	202744,08	122507,15	70960,43	140008,18	81097,63
вальцювальники	114103		39936,05		45641,2	
штампувальники	112916,43		39520,75		45166,57	
складальники	421814,25	233620,2	147634,99	81767,07	168725,7	93448,08
зварювальники	459453,06	249194,88	160808,57	87218,21	183781,22	99677,95
зачищувальники	228221,18		79877,41		91288,47	
контролери	141017,14		49356		56406,86	
транспортувальники	128073,66		44825,78		51229,46	
<b>Допоміжні робітники:</b>						
налагоджувальники	69375		24281,25		27750	
ремонтники	69375		24281,25		27750	
електрики	69375		24281,25		27750	
ІТР	117600		41160		47040	
МОП	103200		36120		41280	
Разом	2836748,77	2291020,18	992862,07	801857,06	1542178,26	1323886,82

#### 4.5 Калькуляція собівартості виробу

В розрахунках по визначенню порівняльної економічності варіантів використовується калькуляційний розріз затрат, при якому всі затрати на виробництво групуються відносно до калькуляційних одиниць.

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:	5796,5	5744,7
сталь 09Г2С	5600	5550
зварювальний дріт Св-08Г2С	156	155,1
суміш МІХ-1	40,5	39,6
Поворотні відходи	32	
Паливо та енергія на технологічні цілі	195	194,75
Основна заробітна плата основних робітників	891,79	689,67
Додаткова заробітна плата основних робітників	312,13	241,38
Премії та надбавки основних робітників	356,72	275,87
Відрахування на соціальне страхування	21,85	16,9
Відрахування на медичне страхування	39,02	30,17
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	208,13	208,13
Цехові (дільничні) витрати	220,8	220,8
Всього цехова собівартість	8009,94	7590,37

#### 4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
очищувальне	2	2	1600	1600	80	80
різальне	3	2	1600	1600	80	80
вальцювальне	1	1	1390000	1390000	69500	69500
штампувальне	1	1	3600000	3600000	180000	180000
складальне	3	2	550000	550000	27500	27500
зварювальне	3	2	6900	6900	345	345
слюсарне	2	2	1600	1600	80	80
контрольне	1	1	127000	127000	6350	6350
транспортне	1	1	72000	72000	3600	3600
Інструменти:						
молоток	6	5	220	220	11	11
щітка	8	6	76	76	3,8	3,8
лінійка	6	5	137	137	6,85	6,85
кутник	6	5	280	280	14	14
рисувалка	2	2	192	192	9,6	9,6
зачисний диск	5	4	69	69	3,45	3,45
маркер	6	5	108	108	5,4	5,4
збільшувальна лупа	1	1	70	70	3,5	3,5
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрахув., %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	38000000	37899000	4,5	1710000	1705455
Устаткування:					
очищувальне	3280	3280	8	262,4	262,4
різальне	4880	3280	8	390,4	262,4
вальцювальне	1459500	1459500	8	116760	116760
штампувальне	3780000	3780000	8	302400	302400
складальне	1677500	1127500	23	385825	259325
зварювальне	21045	14145	19	3998,55	2687,55
слюсарне	3280	3280	8	262,4	262,4
контрольне	133350	133350	15	20002,5	20002,5
транспортне	75600	75600	19	14364	14364
Інструменти:					
молоток	1331	1111	17,5	232,93	194,43
щітка	611,8	459,8		107,07	80,47
лінійка	828,85	691,85		145,05	121,07
кутник	1694	1414		296,45	247,45
рисувалка	393,6	393,6		68,88	68,88
зачисний диск	348,45	279,45		60,98	48,9
маркер	653,4	545,4		114,35	95,45
збільшувальна лупа	73,5	73,5		12,86	12,86
Разом	45164369,6	44503903,6			2555303,81

**4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу**

Річний економічний ефект визначається за формулою [17, с.27]:

$$E_{\phi} = ((C_{nz} + E_n \cdot \Phi_{mz}) - (C_{nn} + E_n \cdot \Phi_{mn})) \cdot B, \quad (4.10)$$

де  $C_{пз}$  - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ( $C_{пз}= 26070,46$  грн);

$C_{пн}$  - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ( $C_{пн}= 25099,2$  грн);

$\Phi_{мз}$  - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ( $\Phi_{мз}= 8009,94$  грн/шт);

$\Phi_{пн}$  - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ( $\Phi_{пн}= 7590,37$  грн/шт);

$E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, ( $E_n=0,15$ ).

$$E_{\phi} = ((26070,46 + 0,15 \cdot 8009,94) - (25099,2 + 0,15 \cdot 7590,37)) \cdot 2700 = \\ = 2792327,85 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [17,с.28]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{осз} - \Phi_{осп}}{E_{ур}}, \quad (4.11)$$

де  $\Phi_{осп}$  - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ( $\Phi_{осп}= 62575254$  грн);

$\Phi_{осз}$  - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ( $\Phi_{осз}= 64235916$  грн);

$E_{ур}$  - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [17, с.28]:

$$E_{ур} = B \cdot (C_{пз} - C_{пн}), \quad (4.12)$$

$$E_{ур} = 2700 \cdot (26070,46 - 25099,2) = 2622402 \text{ грн;}$$

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$T_{ок} = \frac{64235916 - 62575254}{2622402} = 0,63 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт.	2700	2700
Кількість технологічного устаткування	шт.	17	14
Собівартість товарної продукції	грн	26070,46	25099,2
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол.	24	21
- основних робітників	чол.	19	16
Фондомісткість продукції	грн/шт	8009,94	7590,37
Умовна річна економія	грн	-	2622402
Річний економічний ефект	грн	-	2792327,85
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,63
Місячна заробітна плата основних робітників:			
- очищувальники	грн	16331,88	16331,88
- розмічувальники	грн	16511,04	16511,04
- різальники	грн	16947,63	14724,99
- вальцювальники	грн	16574,25	16574,25
- штампувальники	грн	16401,89	16401,89
- складальники	грн	20423,81	16967,48
- зварювальники	грн	22246,25	18098,64
- зачищувальники	грн	16575,35	16575,35
- контролери	грн	20483,72	20483,72
- транспортувальники	грн	18603,59	18603,59

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Джерела та оцінка мікроклімату робочої зони при виконанні зварювання

Характеристика основних показників метеорологічних умов.

Життєдіяльність людини завжди протікає у певних метеорологічних умовах, що визначаються поєднанням температури повітря, швидкості його руху і відносної вологості, барометричним тиском та інтенсивністю теплового випромінювання. Ці показники в сукупності (за винятком барометричного тиску) характеризують метеорологічні умови середовища (мікроклімат) виробничого приміщення. Якщо робота виконується на відкритих майданчиках, то метеорологічні умови визначаються кліматичним поясом і сезоном року. Проте і в цьому випадку в робочій зоні створюється певний мікроклімат [18, с155].

Характеристика основних параметрів.

- Температура ( $t, ^\circ\text{C}$ ) є одним з основних параметрів повітря, що характеризує його тепловий стан (ступінь нагрятості), тобто кінетичну енергію молекулярних рухів повітря [18, с155-156]:

- Вологовміст повітря у виробничому приміщенні оцінюється відносною вологістю ( $\phi, \%$ ), тобто відношенням абсолютної вологості до максимально можливої при цій температурі.

- Швидкість (рухливість) повітря ( $V, \text{м/с}$ ) оцінюється вектором усередненої швидкості переміщення повітряних потоків (струменів) під дією різних сил, що їх викликають.

- Під атмосферним тиском ( $P, \text{мм рт. ст.}$ ) розуміють модуль величини, яка характеризує інтенсивність сил, зумовлених масою вищого стовпа повітря на одиницю поверхні. Нормальним прийнято вважати тиск, що дорівнює  $1013,25 \text{ ГПа}$  ( $760 \text{ мм рт. ст.}$ ). Для перерахування в гектопаскалі тиску, вираженого в мм рт. ст., користуються таким співвідношенням:  $P, \text{ГПа} = 4/3P$ ,

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



мм рт. ст. Інші фактори мікроклімату: тиск повітря, концентрація кисню в повітрі, ступінь іонізації повітря, а також температура навколишніх поверхонь – будуть розглянуті далі у відповідних підрозділа [18, с156].

- Мікроклімат в робочій зоні визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температурою навколишніх поверхонь. За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Величини показників, які характеризують допустимі мікрокліматичні умови, встановлюються для постійних і непостійних робочих місць [19].

Постійне робоче місце - місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, то вся ця зона вважається постійним робочим місцем.

Непостійне робоче місце - місце, на якому працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно [20].

Нормовані параметри мікроклімату: температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря в приміщенні встановлюються з урахуванням

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

періоду року та категорії робіт по енергозатратам. У зв'язку з тим, розрізняють теплий та холодний період року.

Теплий період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Холодний період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює  $+10^{\circ}\text{C}$  і нижче.

Всі роботи, що виконуються людиною, залежно від енерговитрат на їх виконання поділяються на три категорії (табл. 1) [19].

1) Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год.) – категорія Ia та 141-175 Вт (121-150 ккал/год.) – категорія Ib. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорії Ib належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

2) Фізичні роботи середньої важкості (категорія II) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 176-232 Вт (151-200 ккал/год.) – категорія IIa та 233-290 Вт (201-250 ккал/год.) – категорія IIb. До категорії IIa належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. До категорії IIb належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

3) Важкі фізичні роботи (категорія III) охоплюють види діяльності, при яких витрати енергії становлять 291-349 Вт (251-300 ккал/год.). До категорії III належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль. Зварювальні роботи відносять до третьої категорії [19].

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таблиця 5.1 - Категорії робіт за ступенем важкості [19]

Категорія робіт		Енерговитрати	
		ват	ккал/год
Легкі	Ia	До 139	До 120
	Iб	140-174	121-150
Середньої важкості	IIa	175-232	151-200
	IIб	233-290	201-250
Важкі III		Понад 290	Понад 250

При комфортному (оптимальному) мікрокліматі встановлюється стаціонарний тепловий стан системи «людина – оточуюче середовище», який характеризується тим, що кількість тепла, що утворюється за одиницю часу, дорівнює кількості тепла, що віддає організм за той же проміжок часу в оточуюче середовище. При цьому утворюються оптимальні умови для роботи всіх функціональних систем організму в сполученні з суб'єктивним відчуттям комфорту. Такі умови мікроклімату забезпечують високий рівень працездатності. Незначне відхилення стаціонарного стану від комфортного навіть на короткий час приводить до зниження працездатності людини в середньому на 10–15%, що особливо відчутно при інтенсивній розумовій праці [19].

В даному пункті ми розглянули основні показники мікроклімату на робочому місці і їх характеристику, різновид мікрокліматичних умов праці, види робочих місць, періоди року що мають доволі великий вплив на мікрокліматичні умови праці а також категорії важкості робіт за енерговитратами.

Зварювальні роботи належать до категорії важкої фізичної праці, яка потребує значних енерговитрат. Зварювальник постійно перебуває під впливом метеорологічних умов, які включають температуру, вологість, швидкість руху повітря та інші фактори, що визначають мікроклімат робочого

середовища. Забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов є важливим для підтримання теплового комфорту, високої працездатності та здоров'я зварювальника. Допустимі мікрокліматичні умови можуть викликати тимчасовий дискомфорт і напруження механізмів терморегуляції, але не повинні завдавати шкоди здоров'ю. Таким чином, створення належних мікрокліматичних умов на робочому місці є ключовим фактором для ефективної і безпечної роботи зварювальника.

## 5.2 Вимоги до організації робочого місця зварювальника

### Загальні вимоги

Організація робочого місця зварювальника повинна забезпечити ефективну та безпечну роботу, відповідати вимогам охорони праці, забезпечувати зручність і комфорт для працівника. Правильне розміщення обладнання, інструментів і матеріалів сприяє підвищенню продуктивності праці та зниженню ризику виробничих травм.

### Розташування робочого місця

Робоче місце зварювальника повинно бути розташоване таким чином, щоб забезпечувати зручний доступ до всіх необхідних матеріалів та обладнання. У приміщенні повинно бути достатньо простору для вільного пересування зварювальника та розміщення зварювальних апаратів, допоміжних інструментів і матеріалів.

На кожне стаціонарне робоче місце працівника з електрозварювальних робіт, крім площі, займаної устаткуванням і проходами, повинно бути відведено не менше 4,5 м<sup>2</sup>. На стаціонарних робочих місцях у положенні «стоячи» повинні використовуватися спеціальні підставки (підвіски) для зменшення статичного навантаження на руки працівника. Не дозволяється полегшувати навантаження на руку працівника перекиданням шланга (кабелю) через плече або навиванням його на руку працівника [21].

Робоче місце має бути обладнане стійкими і міцними столами,

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

верстаками або спеціальними підставками для зварювання. Важливо, щоб робоча поверхня була виготовлена з негорючих матеріалів і мала стійкість до високих температур.

#### Освітлення

Освітлення на робочому місці зварювальника повинно бути достатньо яскравим, рівномірним і не створювати тіней. Оптимальним варіантом є комбіноване освітлення, яке включає як природне, так і штучне освітлення. Лампи мають бути розташовані таким чином, щоб світло не засліплювало зварювальника і не створювало відблисків на робочій поверхні.

Для зварювальних робіт рекомендується використовувати лампи з високою світловіддачею і відсутністю мерехтіння. Також доцільно використовувати спеціальні зварювальні щитки або маски з автоматичним затемненням для захисту очей від яскравого світла дуги.

#### Вентиляція

Зварювальні роботи супроводжуються виділенням шкідливих газів, диму та пилю. Тому важливо забезпечити ефективну вентиляцію на робочому місці. Приміщення повинно бути обладнане витяжною вентиляцією з локальними відсосами, розташованими безпосередньо над робочою зоною зварювання.

Локальні відсоси повинні бути налаштовані таким чином, щоб максимально ефективно видаляти шкідливі виділення, не перешкоджаючи роботі зварювальника. Вентиляційна система повинна регулярно перевірятися і чиститися для підтримання її ефективності.

#### Захисні засоби

Зварювальне обладнання та робоче місце повинні бути забезпечені необхідними засобами захисту. Зварювальник повинен користуватися спеціальним одягом, включаючи вогнетривкий костюм, рукавиці, захисні окуляри або маску з автоматичним затемненням, а також взуття з негорючих матеріалів.

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Крім індивідуальних засобів захисту, робоче місце повинно бути обладнане захисними екранами або перегородками, які захищають інших працівників від яскравого світла дуги та шкідливих виділень.

#### Організація робочого процесу

Організація робочого процесу повинна передбачати зручний доступ до всіх необхідних інструментів і матеріалів. Інструменти та матеріали мають бути розміщені на спеціальних стелажах, полицях або візках, що дозволяє зварювальнику швидко знайти потрібний предмет і мінімізувати час на пошук.

Важливо забезпечити зручний доступ до зварювальних апаратів і розеток для підключення обладнання. Кабелі та шланги не повинні створювати небезпеку спотикання або перешкоджати руху зварювальника.

#### Техніка безпеки

Техніка безпеки при зварювальних роботах передбачає дотримання ряду вимог. Зварювальник повинен пройти спеціальне навчання з охорони праці та зварювальних технологій. Працювати з обладнанням, що знаходиться у справному стані, а також дотримуватися всіх правил зварювання та обслуговування апаратів.

На робочому місці повинні бути розміщені вогнегасники, аптечки першої допомоги та інші засоби для екстрених ситуацій. Важливо регулярно проводити інструктажі та перевірки з техніки безпеки для підтримання високого рівня безпеки на робочому місці.

У виробничих приміщеннях зварювальних цехів, де проводяться роботи зі шкідливими речовинами (кислотами, лугами), для промивання очей і шкіри повинні бути передбачені душі і фонтанчики. Працівники повинні бути забезпечені питною водою, якість якої повинна відповідати Державним санітарним нормам та правилам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПін 2.2.4-171-10. Оброблення поверхонь виробничих приміщень повинно унеможливлувати накопичення пилу, поглинання парів та газів і дозволяти систематичне прибирання поверхонь

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

вологим способом [22].

Організація робочого місця зварювальника є важливою складовою ефективного та безпечного виконання зварювальних робіт. Забезпечення належних умов праці, включаючи правильне розташування обладнання, достатнє освітлення, ефективну вентиляцію, захисні засоби та дотримання техніки безпеки, сприяє підвищенню продуктивності праці та зниженню ризику виробничих травм. Усе це забезпечує комфорт і безпеку зварювальника, що є ключовими факторами для успішного виконання робіт.

### **5.3 Техніка напівавтоматичного зварювання в захисних газах під час виготовлення ресивера кисню**

Напівавтоматичне зварювання - процес зварювання, при якому електродний дріт подається з постійною швидкістю в зону зварювання і одночасно в цю ж зону надходить вуглекислий газ, аргон або інший газ, який забезпечує захист розплавленого або нагрітого електродного та основного металів від шкідливого впливу навколишнього повітря. Захисний газ при цьому подається з балона через редуктор. [23]

Підготовка до зварювання

Матеріали та обладнання

1. Зварювальний апарат - напівавтоматичний зварювальний апарат, який може працювати в режимі MIG (метал інертний газ) або MAG (метал активний газ), залежно від типу захисного газу.

2. Захисний газ - використовуються інертні гази, такі як аргон, або суміші газів, зокрема аргон-кисень або аргон-двоокис вуглецю, для забезпечення захисту зони зварювання від окислення.

3. Зварювальний дріт - підбирається відповідно до матеріалу ресивера, часто використовується дріт із низьковуглецевої сталі або нержавіючої сталі.

4. Засоби індивідуального захисту - зварювальна маска, рукавиці, захисний одяг та взуття.

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## Підготовка поверхонь

Перед початком зварювання необхідно підготувати поверхні, які будуть зварюватися:

- Очищення поверхні - видалення іржі, окалини, фарби та інших забруднень з використанням шліфувальних машин або хімічних засобів.
- Підгонка деталей - точне припасування деталей, які будуть зварюватися, для забезпечення якісного зварного шва.
- Фіксація деталей - використання спеціальних затискачів або фіксаторів для утримання деталей у правильному положенні під час зварювання.

## Процес зварювання

### Налаштування зварювального апарату

- Вибір режиму зварювання - вибір відповідного режиму (MIG або MAG) залежно від використовуваного захисного газу.
- Налаштування параметрів - встановлення оптимальної сили струму, напруги, швидкості подачі дроту та витрати газу. Ці параметри підбираються відповідно до товщини металу та типу зварювального дроту.
- Підготовка дроту - зарядка зварювального дроту у подаючий механізм і забезпечення його плавного подання до зони зварювання.

### Техніка зварювання

- Запалення дуги - запалення зварювальної дуги між дротом і металом за допомогою пістолета. Важливо забезпечити стабільне горіння дуги для отримання рівного і міцного шва.
- Ведення пістолета - пістолет ведеться по лінії зварювання з постійною швидкістю та під правильним кутом. Рекомендований кут нахилу пістолета становить 10-15 градусів відносно поверхні деталі.
- Контроль зони зварювання - постійне спостереження за зоною зварювання, щоб уникнути перегріву, пор або інших дефектів шва.
- Охолодження шва - після завершення зварювання шов повинен охолонути природним чином, без використання води або інших

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



охолоджувальних засобів, щоб уникнути появи тріщин і внутрішніх напружень.

#### Контроль якості зварювальних швів

- Візуальний огляд - перевірка шва на наявність видимих дефектів, таких як пори, тріщини, подрізи або непровари.

- Неруйнівний контроль - застосування методів неруйнівного контролю, таких як ультразвукова дефектоскопія, рентгенографія або капілярний метод, для виявлення внутрішніх дефектів шва.

- Механічні випробування - проведення механічних випробувань, таких як розтягування, вигин або удар, для оцінки міцності і пластичності зварного з'єднання.

#### Безпека при зварювальних роботах

- Захисні засоби - використання всіх необхідних засобів індивідуального захисту, таких як зварювальна маска з автоматичним затемненням, захисний одяг, рукавиці та взуття.

- Вентиляція - забезпечення ефективної вентиляції робочого місця для видалення шкідливих газів і диму, що утворюються під час зварювання.

- Вогнезахист - робоче місце повинно бути оснащено вогнегасниками та іншими засобами пожежогасіння, а також не містити легкозаймистих матеріалів у безпосередній близькості.

Таким чином, напівавтоматичне зварювання в захисних газах є ефективним методом зварювання, який забезпечує високу якість швів та продуктивність роботи. При виготовленні ресивера кисню важливо дотримуватися всіх технологічних та безпекових вимог, щоб забезпечити герметичність та міцність зварних з'єднань. Організація робочого місця, підготовка матеріалів та обладнання, а також контроль якості зварних швів є ключовими факторами успішного виконання зварювальних робіт. Дотримання всіх необхідних вимог і правил дозволяє досягти високих результатів та забезпечити безпечні умови праці для зварювальника.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## ВИСНОВКИ

У цій роботі проведено аналіз наявної технології зварювання ресивера кисню, яка використовується для його виробництва. Виявлено низку недоліків, що перешкоджають підвищенню продуктивності та забезпеченню відповідної якості продукції.

На основі проведеного аналізу запропоновано вдосконалення існуючої технології зварювання, що дозволить забезпечити необхідну якість зварних швів і підвищити продуктивність праці.

Було проведено економічний розрахунок для обґрунтування доцільності впровадження розробленого технологічного процесу та вибору обладнання. За результатами економічного розрахунку встановлено, що реалізація розробленого технологічного процесу є доцільною, оскільки термін окупності складає 0,63 року, річний економічний ефект становить 2 560 721,9 грн, а умовна річна економія – 2 792 327,85 грн. У цьому розділі також проведено розрахунки з оплати праці працівників, у результаті яких запропоновано наступні суми: розмічувальники – 16 511,04 грн, різальники – 16 947,63 грн, очищувальники – 16 331,88 грн, складальники – 20 423,81 грн, зварювальники – 22 246,25 грн, зачищувальники – 16 575,35 грн, контролери – 20 483,72 грн, транспортувальники – 18 603,59 грн.

Внаслідок запропонованих інженерних рішень кількість працівників, зайнятих у виробництві виробу, зменшується з 24 до 19, що призводить до зменшення витрат на оплату праці і, відповідно, до зниження цехової собівартості виробу.

У розділі "Охорона праці" розглянуто питання джерел та оцінки мікроклімату робочої зони, а також питання, що стосуються вимог до організації робочого місця зварювальника та розроблення заходів. Також було розглянуто техніку напівавтоматичного зварювання в захисних газах.

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь 09Г2С. Конструкційна сталь: веб-сайт. URL: [http://www.splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=120](http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=120) (дата звернення: 15.03.2024).
2. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
3. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
4. Дріт зварювальний Св-08Г2С. Зварювальні матеріали: веб-сайт. URL: <http://harvest-garant.com.ua/homeua/provoloka-svarochnaya-sv08g2s.html> (дата звернення: 15.03.2024).
5. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
6. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
7. Зварювальний апарат Vitals Master MIG 1400 SN Mini. Зварювальні інвертори Vitals: веб-сайт. URL: <https://allo.ua/ua/svarochnye-inventory/svarochnyj-apparat-vitals-master-mig-1400-sn-mini.html> (дата звернення: 15.03.2024).
8. Пневматичні випробування. Контроль якості зварних з'єднань: веб-сайт. URL: [https://tvpursit1muzyka.blogspot.com/2020/04/11\\_99.html](https://tvpursit1muzyka.blogspot.com/2020/04/11_99.html) (дата звернення: 17.03.2024).
9. Випробування гідравлічним тиском. Гідравлічні випробування: веб-сайт. URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-kontrol-yakosti-ta-gidravlichni-viprobuvannya-227026.html> (дата звернення: 17.03.2024).
10. Вальцювання. Види вальцювання: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Вальцювання> (дата звернення: 20.03.2024).

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

11. Верстат для вальцювання металу Isitan MRM-H 2550. Згинальні верстати: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p2042522441-verstat-dlya-valtsyuvannya.html> (дата звернення: 20.03.2024).

12. Кутошліфувальна машина Start Pro SAG-1170. Кутові шліфмашини (болгарки): веб-сайт. URL: <https://startpro.ua/ua/shlifmashinka-uglovaya-start-pro-sag-1170> (дата звернення: 20.03.2024).

13. Ексцентриканий прес – одноколонний WEINGARTEN AP 80. Преси ексцентриканий одноколонний 55-99т: веб-сайт. URL: <https://www.werktuigen.com/weingarten-ap+80/wt-814-9409> (дата звернення: 20.03.2024).

14. Компресор 4 ВП 1-5/9. Компресорні станції: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p555085259-kompressor-4vu.html> (дата звернення: 20.03.2024).

15. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

16. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві/2-ге видання, перероблено та доповнено: навчальний посібник. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

17. Редьква О.З. Економіка та організація виробництва: методичні вказівки до виконання дипломного проекту. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2022. 30 с.

18. В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін. Основи охорони праці: навч. посіб. Харків: Факт, 2007. 480 с.

19. Дослідження параметрів мікроклімату. Теоретична частина: веб-сайт. URL: [https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/40293/mod\\_resource/content/1/Практична%20робота%20№5.pdf](https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/40293/mod_resource/content/1/Практична%20робота%20№5.pdf) (дата звернення: 01.06.2024).

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

20. Постанова N 42 від 01.12.99 м. Київ. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 01.06.2024).

21. Новини. Які є основні вимоги до умов праці під час виконання зварювання металів: веб-сайт. URL : <https://oppb.com.ua/news/yaki-ye-osnovni-vymogy-do-umov-praci-pid-chas-vykonannya-zvaryuvannya-metaliv> (дата звернення: 01.06.2024).

22. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПіН 2.2.4-171-10). НАКАЗ 12.05.2010 № 400: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 01.06.2024).

23. Напівавтоматичне зварювання MIG-MAG. Напівавтоматичне зварювання: веб-сайт. URL: [https://kemppi.in.ua/articles/poluavtomat\\_svarka.htm](https://kemppi.in.ua/articles/poluavtomat_svarka.htm) (дата звернення: 01.06.2024).

					<i>КР.422.06.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

					КР.422.06.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76