

**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**  
**воріт паркових**

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

**Роман АНДРІЄВСЬКИЙ**

Керівник

**Микола ПІДГУРСЬКИЙ**

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

**АНДРІЄВСЬКОМУ Роману Павловичу**

**Тема роботи** \_\_\_\_\_ Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення воріт паркових \_\_\_\_\_

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ ПІДГУРСЬКИЙ Микола Іванович  
(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 виробу (конструкції) \_\_\_\_\_

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції) і витрат матеріалів та електроенергії

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні виробу чи конструкції

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

### 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

### 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вплив компонентів зварювального аерозолю на здоров'я працівника

5.2 Страховий ризик і страховий випадок при загальнообов'язковому державному соціальному страхуванні

5.3 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення воріт паркових

### **Перелік графічного матеріалу**

1. Технологічний процес виготовлення воріт паркових – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення воріт паркових – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення стола складально-зварювального – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення струбцини гвинтової – 1.0 (форм. А1)

### **Консультанти розділів роботи**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний розділ	Оксана РЕДЬКВА, викладач	( підпис ) ( дата )	( підпис ) ( дата )
Охорона праці	Любов КИЦКАЙ, викладач	( підпис ) ( дата )	( підпис ) ( дата )

Дата видачі завдання 20.05.2024р.

## 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 )

Роман АНДРІЄВСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

## **АНОТАЦІЯ**

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення воріт паркових 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 park gates 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 . . . . .	8
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 . . . . .	14
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 . . . . .	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	18
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання . . . . .	18
2.2 Вибір зварювальних матеріалів . . . . .	19
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . . . .	21
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування . . . . .	26
2.5 Вибір методу контролю якості виробу . . . . .	28
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції . . . . .	30
2.6.1 Заготівельні операції . . . . .	30
2.6.2 Складальні операції . . . . .	31
2.6.3 Складально-зварювальні операції . . . . .	32

					<b>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення воріт паркових Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Андрієвський						4	72
Перевір.		Підгурський							
Реценз.									
Н. Контр.		Залуцька							
Затв.		Дранівська				ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск			

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	33
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	33
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	34
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	35
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	38
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	38
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	40
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	43
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	43
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	48
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	51
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	52
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	Вплив компонентів зварювального аерозолю на здоров'я працівника	. . . . .	62
5.2	Страховий ризик і страховий випадок при загальнообов'язковому державному соціальному страхуванні	. . . . .	64
5.3	Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення воріт паркових	. . . . .	66
	ВИСНОВКИ	. . . . .	69
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	70
	ДОДАТКИ	. . . . .	72

## ВСТУП

Виготовлення металевих конструкцій здійснюється з використанням різних технологічних процесів. Але все ж таки основну роль відіграє зварювання завдяки своїй високій технологічності та якості вже готових виробів.

Технологічний процес зварювання полягає у формуванні з'єднань зварювальних деталей за рахунок їх нагрівання або пластичного деформування, що дозволяє формуватися новим атомно-молекулярним зв'язкам між контактуючими поверхнями.

Важливість зварювання в сучасному промисловому комплексі є дуже великою. Оскільки даним процесом можна з'єднувати різні метали товщинами від декількох мікрметрів до одного метра. В залежності від використовуваної енергії процеси зварювання можна поділити на наступні класи: термічний – для формування з'єднань використовується тепло нагрівання, механічний – утворення з'єднань проходить із використанням енергії стискання, термомеханічний – поєднує в собі способи зварювання, де дія нагрівання та стискання є рівноцінною. Беручи до уваги, на сьогоднішній день все ж таки більша доля зварних конструкцій виготовляється методами зварювання плавленням, де використовуються процеси нагрівання, які розплавляють тверді кромки з'єднувальних поверхонь формуючи при цьому єдину зварювальну ванну.

Враховуючи потреби теперішнього ринку праці переважаючими є вакансії, що стосуються електродугових способів зварювання, в яких плавлення металу відбувається за рахунок горіння електричної дуги між торцем електроду або дроту та зварюваною деталлю. Електрична дуга – це розряд між двома елементами, які під'єднані до різних клем «-» і «+». До електродугових методів зварювання відносяться: ручне покритими електродами, механізоване в захисних газах, автоматичне як в захисних газах, так і під шаром флюсу, аргонодугове, електрошлакове.

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



Важливість вибору способу зварювання залежить від особливостей виробу або конструкції, організації технологічного процесу виготовлення, а також не менш важливий вплив має його економічна ефективність.

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис конструкції зварного виробу

Ворота паркові – це розпашна металоконструкція, що встановлюється у проїздах та проходах для обмеження або взагалі для закриття проїздів або проходів. Дані ворота можуть бути встановлені не тільки в парках, але і на інших об'єктах господарської діяльності. Дані ворота показані на рисунку 1.1.

Для виготовлення воріт використовуються профільні труби: 40x80x3,0 – стійка, 40x80x2,0 – обрамлення, 10x10x1,0 – пруток. Також для виготовлення перемичок застосовується смуга 40x4,0. Гарний естетичний вигляд воріт забезпечується кованими елементами в кількості 40 штук та піками – 20 штук. Розведення воріт можливе за рахунок завісів, які монтуються з однієї сторони на стійках, а з іншої з'єднані із секціями воріт.

Довжина воріт паркових складає 3280 мм, висота – 3500 мм, а ширина рівна величині профілю, відповідно 80 мм.

### 1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Ворота паркові є зварною конструкцією, тому основні вимоги стосуватимуться процесу зварювання, а саме можливості одержання швів, які своїми властивостями повністю задовольнятимуть відповідні вимоги. Для цього потрібно особливу увагу звернути на режими зварювання, які повинні зберігатись впродовж усього циклу виготовлення конструкції, тому що від цього залежить її міцність, а відповідно і надійність в процесі роботи.

Даний виріб відноситься до категорії підвищеної естетичності, оскільки він встановлюється в громадських місцях. Тому технологія зварювання повинна бути такою, щоб зовнішні поверхні швів мали гарний вигляд і прилягаючі поверхні деталей якомога менше забруднювались бризками чи шлаком, або взагалі не забруднювались. Як тільки виріб пройшов операцію контролю якості, то на його поверхні відразу наносять шар антикорозійного

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

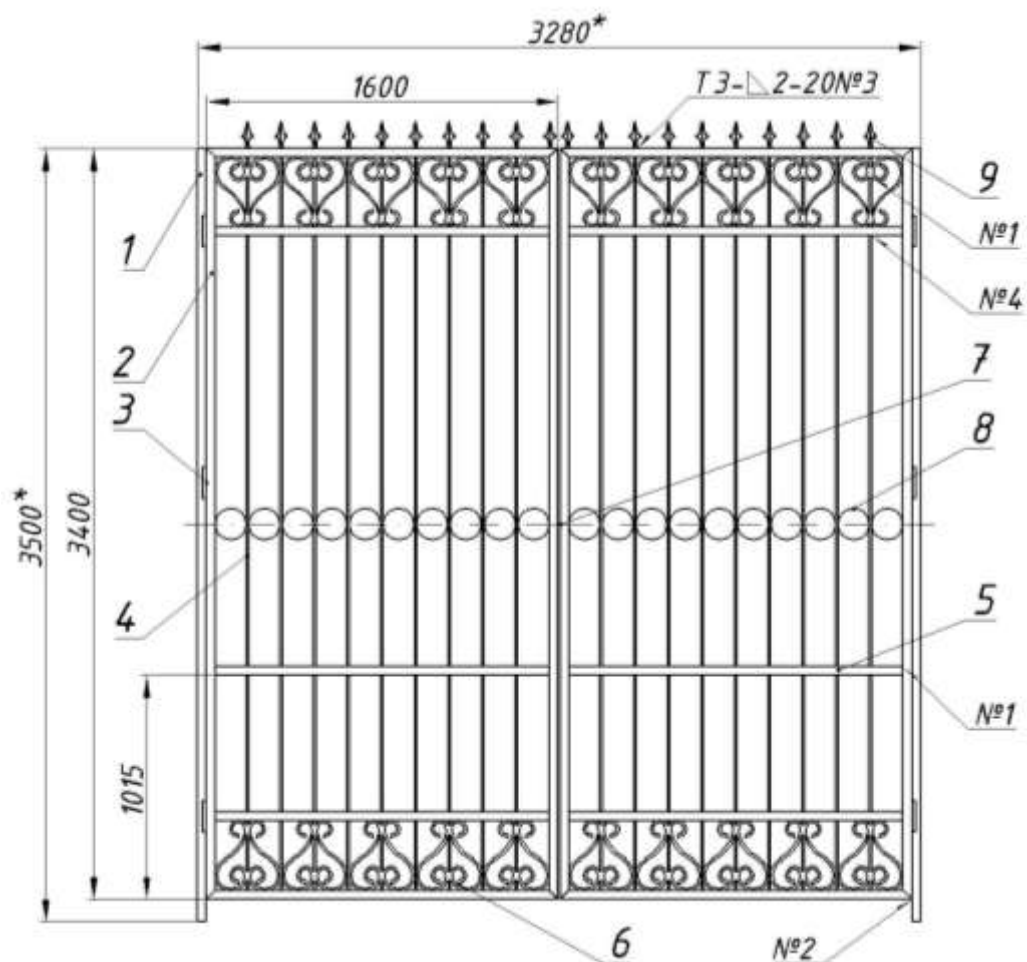


Рисунок 1.1 – Ворота паркові

1 – стійка, 2 – обрамлення, 3 – завіс, 4 – пруток, 5 – перемичка, 6 – кований елемент, 7 – провушина, 8 – кільце, 9 – піка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.01.00.00.000.ПЗ

Арк.

9

покриття, що в подальшому послужить захисним бар'єром від корозійних процесів, які відбуватимуться у навколишньому середовищі.

## 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Беручи до уваги умови експлуатації паркових воріт, то дана конструкція є малонавантаженою і відноситься до невідповідального типу. Тому для її виготовлення можливо використати конструкційну низьковуглецеву сталь звичайної якості із максимально можливим вмістом вуглецю до 0,25%. Марка сталі СтЗсп є найкращим варіантом як технологічно, так і економічно. Її механічні властивості та хімічний склад записані в таблицях 1.1 та 1.2 [1].

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі СтЗсп [1]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_5$ ,
	МПа		%
	не менше		
Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі СтЗсп, % [1]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
не більше								
0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Важливим у розробленні технологічного процесу виготовлення конструкції є врахування зварюваності металу, тобто характеристики, яка визначає якісні умови формування зварних з'єднань згідно відповідної технології. Найкращий результат – це отримання бездефектних зварних з'єднань, які за своїми властивостями нічим не поступаються основному зварюваному металу.

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Як правило зварюваність розраховується за еквівалентним вмістом вуглецю  $C_{\text{екв}}$ , формула приведена нижче [3, с.127]:

$$C_{\text{екв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де C, Mn, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст відповідного елемента в сталі, %.

Підставивши значення:

$$C_{\text{екв}} = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,30}{24} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,44 \%$$

Результати розрахунку показали, що  $C_{\text{екв}}=0,44\%$  для сталі Ст3сп, отже її зварюваність є доброю, що сприяє відмінному формуванню з'єднань при виконанні зварювання.

### 1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

#### 1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Паркові ворота виготовлятимуться із профільного прокату – основного матеріалу, а також для його з'єднання використовуються зварювальні матеріали як додаткові. Всі матеріали і напівфабрикати повинні мати супроводжувальні документи, які підтверджують їх якість. А виготовлення самої конструкції повинно здійснюватися згідно вимог спеціальних документів.

Стосовно правил вибору матеріалів, то вони повинні бути безпечними, доступними, а саме головне – це забезпечувати відповідні властивості виробу, що ставляться до нього вимагаючою документацією.

Тому основний метал повинен мати регламентуючу свою границю міцності, а зварювальні матеріали повинні в свою чергу забезпечувати:

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- задані властивості швів і їх зовнішній вигляд;
- стабільну якість при достатній продуктивності;
- безпеку та комфорт при виконанні зварювальних робіт.

Всі властивості використовуваних матеріалів повинні відповідати їхнім сертифікаційним паспортним даним, якщо є якась підозра на невідповідність якості, то вже саме підприємство може провести самостійні дослідження для її визначення.

### **1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів**

Ворота паркові повинні виготовлятися відповідно до нормативно-технологічної документації із дотриманням необхідних відхилень розмірів згідно поля допусків. Тому що перевищення цієї допустимої межі може спричинити неправильну геометричну форму виробу, що в подальшому призводить до браку.

Важливим показником воріт є забезпечення їх технологічності, що означає раціональність їхніх форм і перерізів, а також відносну легкість та зручність виконання всіх операцій технологічного процесу виготовлення. Неправильне компонування конструкції стає причиною виникнення надмірних напружень і деформацій у зварних з'єднаннях, що може призвести до появи дефектів геометричності форми чи зварних швів, присутність в яких сторонніх включень є джерелами виникнення корозії.

Для виготовлення конструкції в основному використовується профільний прокат коробчастого перерізу, тому виконання зварювання цих складових елементів повинно відповідати всім пунктам розробленої технології.

Стикування деталей конструкції повинно здійснюватися з дотриманням відповідних зазорів та без різкого перепаду перерізів стикувальних частин, оскільки це зумовить появу небажаних лишніх напружень, що негативно позначиться на робочому застосуванні паркових воріт.

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Характерною особливістю процесу зварювання є самовільне утворення деформацій за рахунок нерівномірної теплової дії зварювальної дуги. Тому цю особливість потрібно враховувати ще на стадії проектування конструкції, так як ці залишкові викривлення зумовлюють зміну геометричних розмірів, а відповідно правильність форм також втрачається.

### **1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу**

Важливою вимогою при виготовленні зварної конструкції є отримання зварних з'єднань, які за своїми властивостями нічим не поступаються основному металу. Тому основні властивості зварної конструкції будуть залежати від характеристик зварювального матеріалу, швів та зони термічного впливу – ділянки, яка розділює метал і шов. Для цієї зони характерні послаблені механічні властивості, так як вона піддавалася впливу підвищених температур в процесі зварювання.

Великий вплив на зварювальний процес має чистота поверхонь деталей, тому перед зварюванням їх рекомендується зачищати до металевого блиску, щоб не було забруднень у швах. Також для повного проплавлення металів більших товщин потрібно скошувати кромки, точність виконання цієї операції впливає на характер заповнення стика розплавленим присадним металом. Скіс кромки мусить безпосередньо відповідати вибраному типу зварного з'єднання згідно затвердженого стандарту.

Якщо зварна конструкція є особливою, тобто вона зварюється нестандартними з'єднаннями, то обов'язково інформація про них має бути в технічних умовах, а також конструктивні характеристики цих з'єднань повинні вказуватись на кресленнях.

Раціональне розміщення на конструкції зварних швів сприяє кращому сприйнятті діючих навантажень та меншому виникненню внутрішніх напружень у з'єднаннях під час виконання зварювання.

					<b>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

### 1.3.4 Вимоги до складання

Процеси складання залежать у великій степені від якості отримуваних заготовок, а саме від їх геометричних особливостей. Так перед складанням одержані заготовки повинні бути попередньо підготовлені для забезпечення площинності чи співвісності складальних поверхонь. Складання виконується чітко по встановленій технології від виставлення зазорів чи без них, все це залежить від товщини складальних деталей.

Перед складанням заготовки конструкції мають пройти певні операції, також попереднє їх очищення з метою непопадання різнорідних включень в метал зварного шва, тому що від цього залежить його якість, а відповідно і надійність всієї зварної конструкції.

Якість виконання складальних робіт залежить від використання складально-зварювальних пристосувань. Тому що за рахунок даного устаткування можливо здійснювати базування деталей для їх проектного положення, подальшої фіксації та закріплення. Орієнтування заготовок на даних пристосуваннях має відповідати кресленню готового зварного виробу. За рахунок використання спеціалізованого обладнання досягається висока точність складання та зростання продуктивності виконання даних робіт.

Також для підвищення жорсткості закріплених одна відносно одної деталей допускається їх прихоплення між собою, однак перед зварюванням підсилення прихоплень повинні бути видалені для того щоб не перешкоджати повному проплавленню металу, що зварюється.

### 1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість готового виробу суттєво залежить від кожної операції, що входить у його технологічний цикл виробництва. Процеси зварювання є прогресивними методами отримання нероз'ємних з'єднань, однак вони супроводжуються підвищеною вірогідністю утворення дефектів. Тому

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



проектувальникам потрібно максимально можливо зменшити кількість швів на зварній конструкції. Отже раціонально застосовувати заготовки складної конфігурації, що отримуються способами гнуща, прокатки, штампування та ін.

Можлива присутність дефектів у швах повинна бути визначена та прийняті певні заходи по усуненню причин утворення даних нещільностей. Якщо технологія допускає, то дефектні ділянки шва вирізаються і метал зварюється заново, однак дану процедуру не можна проводити більше двох раз в одному і тому ж самому місці.

Питання технологічності конструкції повинно проглядатися на кожному етапі її виготовлення і для прикладу якщо виріб складної форми, то його доцільніше розібрати на окремі вузли для того, щоб полегшити виконання складальних робіт.

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

Для виготовлення паркових воріт використовується профільний прокат 40x80x3,0, 40x80x2,0, 10x10x1,0, смуга, квадрат, а також заготовки – піки, які виливають у спеціальних формах.

Ворота складаються із двох секцій розміри яких становлять: висота 3400 мм, довжина 1600 мм кожної.

Існуючий технологічний процес виготовлення воріт розпочинається із виготовлення заготовок. Для цього здійснюється ручне розмічання із застосуванням вимірювальних інструментів, а їх подальше вирізання та очищення виконується механічними методами із використанням кутових шліфувальних машинок.

На стадії проектування конструкції повинні враховуватись вимоги щодо заготовок, а саме:

					<b>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- раціональність форм та легкість їх встановлення у складально-зварювальному обладнанні;
- легка доступність в місцях виконання зварних швів;
- безперешкодність їх з'єднанню у нижньому положенні шва;
- точність геометричних розмірів від яких залежить майбутня форма вже готової конструкції;
- відносна піддатливість в процесі зварювання, що впливає на величину залишкових напружень у зварних з'єднаннях.

Зварювання воріт здійснюється ручним дуговим способом із застосуванням електродів марки АНО-21 діаметром 3 мм. Ці електроди мають рутилове покриття і відносяться до класу Е46. В якості джерел живлення слугують інверторні зварювальні апарати Dnipro-M SAB-255, що видають максимальний зварювальний струм 250 А.

Що стосується техніки виконання зварювання, то процес виконується нахиленим електродом під кутом  $75^\circ$ , при цьому проміжок між поверхнею деталі і торцем електрода повинен знаходитись в межах 1 – 3 мм. Для кращого проплавлення металу зварювання здійснюється на прямій полярності. Інформація про режими зварювання паркових воріт міститься в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Режимы ручного дугового зварювання паркових воріт

Катет шва, мм	2,0
Діаметр електроду, мм	2,5
Зварювальний струм, А	90

Зовнішній огляд контролю якості застосовується на всіх технологічних етапах виготовлення конструкції, так як він є все-доступним і достатньо інформативним. Контролюють виготовлені заготовки, процеси складання і зварювання та загальну якість вже готової конструкції. Тільки після повного

контролю конструкції робиться технологічний висновок стосовно її придатності чи непридатності до експлуатаційного застосування.

Використання ручного дугового способу зварювання не забезпечує високу продуктивність процесу, тому що витрачається багато часу на постійну заміну електродів. Крім того вимагається додаткова механічна обробка зварних швів і прилягаючих поверхонь від шлаку і бризок несплавленого металу, що додатково потребує трудових і матеріальних затрат.

Також загальний цикл виготовлення паркових воріт займає багато часу через відсутність будь-якого складально-зварювального обладнання, що є суттєвим недоліком технологічного процесу.

Тому покращення технологічного процесу виготовлення паркових воріт повинно базуватися на врахуванні таких рекомендацій:

- вирізання заготовок повинно виконуватись на спеціалізованому устаткуванні для того, щоб підвищити їх якість;
- замінити в існуючій технології спосіб зварювання на більш продуктивний, який би не забруднював прилягаючі поверхні бризками присадкового металу;
- обов'язкове застосування при виконанні складальних робіт спеціалізованого устаткування та пристосувань до нього.

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Ворота паркові представляють собою зварну конструкцію, яка виготовляється з використанням сортового та профільного металопрокату. Тому їх зварювання можливе за допомогою наступних методів:

1) ручного дугового – даний метод є відносно ефективним та найпростішим у застосуванні порівняно з іншими, однак його негативною ознакою є шлакування поверхні швів, що потребує додаткового використання слюсарних робіт;

2) напівавтоматичного в захисних газах – забезпечує високу універсальність та швидкість виконання, сформовані зварні шви не шлакуються за рахунок використання газів, що скорочує кількість технологічних робіт пов'язаних із їх зачищенням;

3) автоматичного під флюсом – дозволяє значно підвищити продуктивність виконання робіт за рахунок автоматичного виконання, його застосування найбільш ефективно для швів середньої та великої довжини, що не дуже добре для даної конструкції, яка зварюється швами малої довжини;

4) газового – зварювання цим методом можливе, але його недоцільність полягає у малій продуктивності та гіршій якості зварних з'єднань, тому що зростає площа навколошовної зони в результаті дії підвищених температур протягом значного проміжку часу. Крім того спосіб потребує спеціальної газової апаратури та матеріалів, що є відносно дорогими та зберігають підвищену небезпеку при їх використанні, але застосування цього зварювання є універсальним, тому що його живлення здійснюється хімічною енергією.

Аналіз даних способів дозволяє правильно вибрати необхідний вид зварювання з врахуванням особливостей технологічності конструкції. Різноманітне виконання зварних швів воріт в різних положеннях вказує на те, що найбільша доцільність в застосуванні напівавтоматичного зварювання в

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

захисних газах, яка дозволяє виконувати процес в будь-якому положенні з якісним захистом та формуванням зварних з'єднань.

Технічними перевагами зварювання в середовищі захисного газу є відносна простота та висока продуктивність процесу, можливість вести процес у напівавтоматичному й автоматичному виконанні, мала зона термічного впливу, а відповідно і деформації, зварювання швів у різних просторових положеннях, що дає можливість його швидкого і якісного виконання, висока якість захисту зварювальної дуги [2, с.147].

Виконання даного способу напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі (CO<sub>2</sub>) паркових воріт зображене на рисунку 2.1.

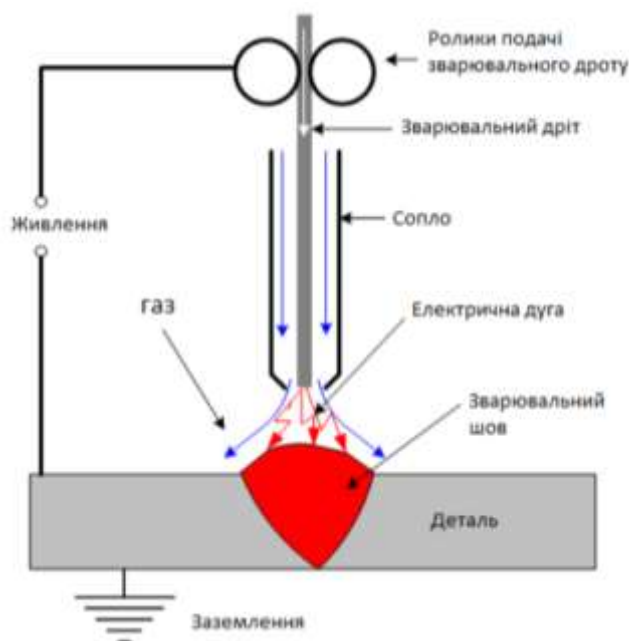


Рисунок 2.1 - Напівавтоматичне зварювання в СО<sub>2</sub>

## 2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Основними умовами для зварювальних матеріалів є можливість утворення зварних з'єднань без дефектів та які за своїми властивостями не поступаються основному металу.

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Можливими варіантами для зварювання низьковуглецевих сталей є найбільш застосовувані марки зварювальних дротів Св-08ГС та Св-08Г2С, які в своєму складі містять відповідну кількість марганцю і кремнію. За рахунок цього вони менше забруднюють зварювальну ванну, а в подальшому і закристалізований метал оксидними включеннями, що є основним джерелом утворення дефектів зокрема небезпечних холодних і гарячих тріщин, які володіють властивостями збільшуватись в об'ємах, що може викликати загальне руйнування конструкції.

Порівнюючи ці дві марки дроту дещо кращими властивостями по утворенню оксидних включень володіє зварювальний дріт Св-08Г2С. Ця можливість ним досягається дещо більшим складом марганцю порівняно з маркою Св-08ГС. Відсутність даних включень сприяє покращенню властивості пластичності металу, що дозволяє компенсувати значні величини внутрішніх напружень не викликаючи при цьому напруженого стану.

Розгляд елементів зварювального дроту Св-08Г2С наведений в таблиці 2.1 [3, с.177].

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С

Марка дроту	Вміст, %						
	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08Г2С	0,5-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,20	≤0,25	0,025	0,030

Всі способи зварювання використовують основні та допоміжні матеріали, так в напівавтоматичному методі зварювальний дріт є основним, а захисний газ допоміжним. Ворота зварюються у вуглекислому газі, який створює надійний захист зварювальної ванни та не допускає потрапляння туди повітря, що могло б призвести до виникнення критичних дефектів.

Важливою вимогою є застосування вуглекислого газу необхідного сорту, щоб сформувати захисні властивості, тому зварювання паркових воріт

буде здійснюватися CO<sub>2</sub> вищого сорту з вмістом 99,8%, опис якого здійснюється по умовах стандарту ДСТУ 4817:2007.

### 2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Без правильно вибраних чи розрахованих параметрів режиму зварювання неможливо отримати зварні з'єднання високої якості. Відповідно параметрами режиму напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі воріт є: марка зварювального дроту, його діаметр і швидкість подачі, марка захисного газу та об'єм його витрат, швидкість зварювання, значення номінального зварювального струму і напруги на дузі.

Ворота паркові зварюються всіма видами зварних з'єднань – стиковими, кутовими, тавровими та напусковими, з конструктивним оформленням С2, У4, Т3, Н2. Значення катетів кутового, таврового і напускового з'єднань становить 2 мм. Кількість стикових з'єднань є меншою, тому розрахунки будуть проводитись для кутових чи таврових з відповідною величиною катета. Переріз з'єднання показний на рисунку 2.2 з вказівкою основних його параметрів.

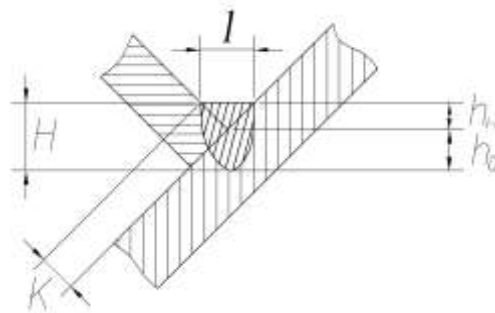


Рисунок 2.2 - Поперечний переріз з'єднання

$K$  - катет шва;  $H$  - висота шва;  $h_n$  - висота наплавленого металу;  $h_0$  - глибина проплавлення основного металу;  $l$  - ширина шва

Згідно вказаних типів з'єднань зварювання виконується без розроблення кромки, але із встановленням мінімального зазору.

Площа наплавленого металу  $F_H$  визначається за формулою [4, с.196]:

$$F_H = \frac{K^2}{2}, \quad (2.1)$$

де  $K$  – катет шва,  $K=2$  мм,

$$F_H = \frac{2^2}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм}^2.$$

Висота наплавленого металу  $h_H$  визначається за формулою [4, с.197]:

$$h_H = \sqrt{F_H}, \quad (2.2)$$

$$h_H = \sqrt{2} = 1,41 \text{ мм.}$$

Ширина шва  $l$  визначається за формулою [4, с.197]:

$$l = \sqrt{2K^2}, \quad (2.3)$$

$$l = \sqrt{2 \cdot 4} = 2,83 \text{ мм.}$$

Загальну висота шва  $H$  визначається за формулою [4, с.196]:

$$\psi_M = \frac{l}{H}. \quad (2.4)$$

Виконавши перестановки:

$$H = \frac{l}{\psi_M}, \quad (2.5)$$

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



значення  $\psi_m$  становить 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], вибираємо  $\psi_m=0,9$ .

Потім:

$$H = \frac{2,83}{0,9} = 3,14 \text{ мм.}$$

Глибина проплавлення  $h_0$  визначається за формулою [4, с.197]:

$$h_0 = H - h_n, \quad (2.6)$$

$$h_0 = 3,14 - 1,41 = 1,73 \text{ мм.}$$

Зварювання таврового шва з катетом 2,0 мм повинно виконуватись електродним дротом діаметром 0,8 мм.

Зварювальний струм  $I_{зв}$  визначається за формулою [4, с.192]:

$$I_{зв} = \frac{h_0}{K_a} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де  $K_a$  – коефіцієнт пропорційності,  $K_a=1,45$  [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{1,73}{1,45} \cdot 100 = 119,2 \text{ А.}$$

Виконавши розрахунок сила зварювального струму складатиме 120 А.

Швидкість подачі електродного дроту визначається за формулою [5,с.212]:

$$V_{п.д.} = \frac{\alpha_p \cdot I_{зв}}{F_{ел} \cdot \rho}, \quad (2.8)$$

де  $\alpha_p$  – коефіцієнт розплавлення,  $\alpha_p=12$  г/А·год [5, с.212];

$\rho$  – густина електродного дроту, для сталі  $\rho=7,8 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$F_{\text{ел}}$  – площа поперечного перерізу електрода, яку розраховують за формулою:

$$F_{\text{ел}} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$V_{\text{п.д.}} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 120}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 367,5 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту  $V_{\text{п.д.}}=368$  м/год.

Напруга на дузі визначається за формулою [4, с.194]:

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot I_{\text{зв}}}{1000 \cdot \sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.9)$$

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot 120}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 25,37 \pm 1 \text{ В.}$$

Напруга становить  $U_{\text{д}}=25$  В.

Швидкість зварювання визначається за формулою [4, с.194]:

$$V_{\text{зв}} = \frac{A}{I_{\text{зв}}}, \quad (2.10)$$

де  $A$  – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, Якщо  $d_e = 0,8$  мм –  $A=2-5 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м/год}$  [4, с.194]:

$$V_{\text{зв}} = \frac{2,0 \cdot 10^3}{120} = 16,67 \text{ м/год.}$$

Швидкість буде рівною  $V_{\text{зв}}=17$  м/год.

Виконуємо перевірку діаметра електродного дроту за формулою [4, с.193]:

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де  $\gamma$  – допустима густина електричного струму, для дроту  $\varnothing 0,8$  мм  $\gamma=75\dots300$  А/мм<sup>2</sup> [4, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{120}{210}} = 0,85 \text{ мм},$$

що задовольняє відповідну умову.

Виліт електродного дроту –  $l_d = 10$  мм [6, с.103].

Витрати захисного газу –  $Q_{\Gamma} = 7$  л/хв [6, с.105].

Параметри режиму зварювання паркових воріт приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання воріт паркових

ПАРАМЕТР			значення
назва	СИМВОЛ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	120
Напруга на дузі	$U_d$	В	25
Діаметр електродного дроту	$d_e$	мм	0,8
Виліт електрода	$l_d$	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	17
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	368
Витрати захисного газу	$Q_{\Gamma}$	л/хв	7

## 2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Напівавтоматичне зварювання у вуглекислому газі паркових воріт може використовувати всі види обладнання, які зустрічаються в доступному продажі. Врахувавши технологічні та економічні властивості у технологічному процесі буде застосовуватись напівавтомат типу GYS SMARTMIG 3P.

Напівавтомат GYS SMARTMIG 3P дозволяє виконувати зварювання [7]:

- електродним дротом MIG/MAG;
- самозахисним дротом No Gas – без використання газового середовища;
- ручне дугове зварювання плавким електродом MMA.

Завдяки панелі SMART, спрощене налаштування потужності (4 положення) і подачі дроту. Панель дозволяє виконувати налаштування в залежності від типу і діаметру використовуваного електродного дроту, а також від товщини металу зварюваних деталей [7].

Особливості використання зварювального напівавтомату GYS SMARTMIG 3P [7]:

- 1) з'єднання і ремонт сталі, нержавіючої сталі, чавуну та алюмінію;
- 2) знімний пальник спрощує технічне обслуговування апарату;
- 3) відносно низькі енерговитрати (використовується звичайна розетка на 230 В – 16 А);
- 4) зварювання виконується з використанням котушок діаметром 100 і 200 мм;
- 5) стабільна подача електродного дроту завдяки потужному подавальному механізму на 40 Вт;
- 6) вентилятор з постійною швидкістю захищає напівавтомат від перегріву.

Технічні характеристики напівавтомата представлені у таблиці 2.3, а його загальний вигляд на рисунку 2.3 [7].

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального напіваавтомата GYS SMARTMIG 3P [7]

Захист від перегрівання	є
Максимальний зварювальний струм, А	170
Мінімальний зварювальний струм, А	20
Напруга мережі, В	230
Напруга холостого ходу, В	65
Максимальна потужність, кВА	5,5-6,0
Подача електродного дроту	покрокова
Мінімальний діаметр електродного дроту, мм	0,6
Максимальний діаметр електродного дроту, мм	1,2
Маса, кг	35
Габаритні розміри, мм:	
ширина	350
довжина	560
висота	460



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд зварювального напіваавтомата GYS SMARTMIG 3P [7]

Напіваавтомат комплектується пальником Binzel Abimig 305 AT завдяки якому відбувається запалювання дуги і направлення зварювального дроту по стиковій лінії з'єднувальних деталей.

## 2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Основною метою проведення контролю якості є встановлення відповідності властивостей продукції стандартам чи іншій нормативній документації, яка для цього призначена.

Існують наступні види контролю якості:

А) Вхідний – основним його призначенням є контроль основних і зварювальних матеріалів, а також заготовок, які будуть використовуватись під складання конструкції. Цей вид контролю призначений для отримання достатнього об'єму інформації відносно застосовуваних матеріалів та озвучення відповідних рекомендацій стосовно їх придатності або непридатності до технологічного застосування.

Б) Приймальний – цей вид використовується саме при контролі зварювальних операцій, коли попередні технологічні роботи вже відбулись, а процес зварювання є основним в технологіях виготовлення нероз'ємних вузлів чи конструкцій. Результати його проведення вказують на якість зварних швів та подальшу придатність чи непридатність конструкції до експлуатації.

Одним з головних методів приймального контролю є зовнішній огляд, що дозволяє контролювати всі операції технологічного процесу виготовлення конструкції, починаючи від формоутворення заготовок та закінчуючи вже сформованими зварними з'єднаннями. Цей контроль є достатньо оперативним та універсальним, що отримав застосування в усіх технологічних процесах виготовлення зварних конструкцій незалежно від того чи після нього виконується ще додатковий метод контролю або він здійснюється самостійно. Однак цей огляд виявляє тільки зовнішні дефекти, а для внутрішніх він не призначений, тому якщо конструкція є відповідальною, то додатково необхідно застосувати один із неруйнівних методів контролю.

Для неруйнівного контролю якості широке застосування отримав ультразвуковий контроль. Принципи його роботи полягають у використанні спеціальних коливань та акустичних хвиль, які досліджують контрольований

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

об'єкт при проходженні крізь нього. Діапазон застосовуваних коливань може бути різним, це залежить від властивостей досліджуваного матеріалу, крім того метод може виконуватись безперервно, а також в імпульсному режимі. Відповідна схема контролю визначає кількість утворених збуджень та приймань ультразвукових коливань, що вказує на достатню універсальність даного методу. Направлення акустичних хвиль в контрольований виріб здійснюється відповідними п'єзоелектричними або магнітострикційними перетворювачами.

Проведення ультразвукового контролю якості здійснюється по спеціальній схемі, так наприклад для таврових і кутових з'єднань, як показано на рисунку 2.4, контроль проводиться введенням коливань у горизонтально розміщену деталь, що дозволяє підвищити його якість в результаті зменшення впливів фальшивих сигналів. Дані сигнали присутні завжди через лускуватість поверхневої форми шва, тому при виконанні контролю обов'язково потрібно проводити відповідну селекцію за часом повернення для того, щоб відрізнити фальшивий сигнал від правильного.

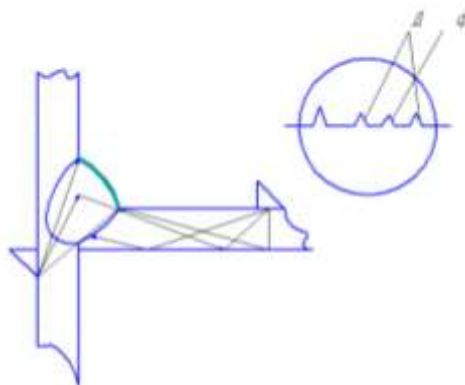


Рисунок 2.4 – Ультразвуковий контроль таврових з'єднань

Д – ехо-сигнал від дефекту; Ф – фальшивий сигнал

Проведення контролю вважається найбільш точним, якщо зварні з'єднання задовольняють такі вимоги: вільний доступ, достатня шорсткість

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

поверхонь основного металу, щільна структура зварного шва, яка задовольнить всі умови для проходження ультразвуку без присутніх похибок.

Вважаючи, що ворота паркові не є відповідальною конструкцією, проте в періоді свого застосування мають витримувати всі статичні і динамічні навантаження, що діють на них, тому як основним і єдиним методом їх контролю буде зовнішній огляд.

## **2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції**

Технологія виготовлення паркових воріт полягає у застосуванні різних операцій серед яких заготівельні, опоряджувальні, комплектувальні, складальні, зварювальні, допоміжні, а також контрольні. Виконання кожної із них має важливе значення, що впливає на цілісність технологічного процесу виготовлення паркових воріт.

### **2.6.1 Заготівельні операції**

Заготівельні операції займають одне з основних місць в будь-якому технологічному процесі виготовлення зварних конструкцій, тому на їх виконання затрачається багато часу та ресурсів. Відносно виготовлення паркових воріт, то тільки деталь у вигляді піки є покупною, тому що вона виготовляється методом литва, а всі інші деталі отримуються з металевого прокату із використанням відповідних технологічних операцій.

Першою операцією технологічного процесу є правлення, яке використовується для профільних труб із застосуванням машини правильної семи-валкової типу Dahlhaus UR4, яка зображена на рисунку 2.5 [8].

Розмічувальні роботи здійснюється за допомогою ручних інструментів таких як маркери, лінійки та рулетки.

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



Процеси різання для отримання заготовок із профільного та суцільного прокату виконуються монтажними пилами Stark CS-2600 [9], одна з яких показана на рисунку 2.6.



Рисунок 2.5 – Машина правильна семи-валкова типу Dahlhaus UR4



Рисунок 2.6 – Монтажна пила Stark CS-2600

### 2.6.2 Складальні операції

Складання є важливою операцією технологічного процесу, тому що від нього залежить якість і точність виготовлення конструкцій, а друга його характерна особливість стосується підвищення продуктивності праці виробничого циклу. Складання паркових воріт відбувається з використанням складально-зварювальних столів.

Процес складання паркових воріт відбувається наступним чином:

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- на базову поверхню стола встановлюються стійки, завіси та обрамлення з обов'язковим врахуванням зазорів;
- на обрамлення монтуються перемички, прутки, ковани елементи, кільця та провущини і також виконуються прихоплення;
- на верхню частину обрамлення встановлюються піки з відповідним кроком і також прихоплюються;
- складена та прихоплена конструкція зварюється швами, що розміщені в нижній площині;
- для повного зварювання воріт потрібно виконати кантування на іншу сторону і провести даний процес;
- зняти притискні зусилля з елементів стола та звільнити зварну конструкцію.

Особливо потрібно слідкувати за геометричним розміщенням і точністю складальних елементів в ході виконання даної операції, щоб не створити дефектів форми цієї конструкції.

### 2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання даних операцій включає фіксацію деталей з відповідним розміщенням для подальшого формування самої конструкції, їх прихоплення для надання відповідної жорсткості та усунення можливих зміщень, а також застосування загального зварювання з метою отримання достатньої міцності конструкції.

Особливість процесу зварювання полягає в правильному виборі необхідного способу, матеріалів та основного металу, а також у налаштуванні його параметрів режиму, що дозволить повністю проплавити деталі та забезпечувати стабільне формування швів. Якість зварювання безпосередньо залежить від властивостей з'єднань, які повинні мати відповідну конструктивну форму і задану ширину або катет.

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

## 2.6.4 Опоряджувальні операції

Паркові ворота зварюються напівавтоматичним способом у захисному вуглекислому газі. Для даного процесу небажаним є присутність надмірного розбризкування металу, що супроводжується подальшим налипанням крапель, як на основному металі, так і контактуючих деталях. Тому потрібно взяти деяких заходів, щоб зачистити ці налипання. Здійснення опоряджувальних робіт проходить із застосуванням кутової шліфувальної машинки Sparky Professional MBA 2400P AVR [10], яка показана на рисунку 2.7, захисних прозорих окулярів Dnipro-M Worker, зубила Sigma SDS-max 250 мм та молотків слюсарних Stroxx 500 г.



Рисунок 2.7 – Кутова шліфувальна машинка Sparky Professional MBA 2400P AVR

## 2.6.5 Допоміжні операції

Виконання технологічного процесу виготовлення паркових воріт неможливе без допоміжних операцій, які пов'язані із його підготовкою, а також з переміщенням деталей та вузлів по ходу його здійснення.

Такими операціями є безпосередньо доставка матеріалів, встановлення та знімання деталей і виробів у складальних пристосуваннях, а також технологічні переміщення відповідного обладнання, пристосувань та

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

інструментів. В якості устаткування у даній технології застосовується лебідка електрична Forte FPA 1000 [11], її вигляд представлений на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Лебідка електрична Forte FPA 1000

### 2.6.6 Контроль якості

Контрольні операції займають основне місце в технологічному процесі виготовлення виробу, тому що дають змогу оцінити його властивості, присутність дефектів, а також можливість застосування в експлуатаційних умовах.

Технологія виготовлення паркових воріт передбачає вхідний контроль, який застосовується для використовуваних матеріалів та обладнання, а також приймальний, суть якого полягає у контролі якості процесу зварювання.

Зовнішній огляд є основним методом при контролі паркових воріт, тому що він є відносно простим у застосуванні та дозволяє отримати максимум інформації. Експлуатація паркових воріт є відносно простою та не зазнає істотних навантажень, тому буде використовуватись даний метод без додаткового застосування руйнівного контролю.

Зовнішній огляд буде використовуватись додатково із оптичною лупою у футлярі типу Magnifier, 3x, що підвищить його сприймальну здатність та більшу ефективність у виявленні дефектів.

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

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

Виготовлення паркових воріт відбувається методом напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі, тому основними витратами в даному технологічному процесі, які підлягають нормуванню буде використання зварювального дроту і захисного газу. Оскільки спосіб зварювання є електродуговим, то визначатимуться також витрати електроенергії.

Для отримання відповідних значень застосовуватимуться формули, які представляються стандартом ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання».

Маса наплавленого металу визначається за формулою [12, с.6]:

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.12)$$

де  $\alpha_H$  – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку  $\alpha_H = 12$  г/Агод;

$I_{зв}$  – сила зварювального струму,  $I_{зв} = 120$  А;

$l_{ш}$  – загальна довжина зварних швів,  $l_{ш} = 4,1$  м.

Тому:

$$Q_H = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 4,1 = 5,9 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу визначаються за формулою [12,с.7]:

$$H_{ел} = Q_p + Q_{нп}, \quad (2.13)$$

де  $Q_p$  – маса розплавленого електродного матеріалу,

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$Q_p = Q_H \cdot K_p, \quad (2.14)$$

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

$$Q_p = 5,9 \cdot 0,7 = 4,13 \text{ кг},$$

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

$$Q_{\text{нп}} = Q_H \cdot K_0, \quad (2.15)$$

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

$$Q_{\text{нп}} = 5,9 \cdot 0,5 = 2,95 \text{ кг}.$$

Тоді:

$$H_{\text{ел}} = 4,13 + 2,95 = 7,1 \text{ кг}.$$

Норми витрат захисного газу визначаються за формулою [12, с.10]:

$$H_{\Gamma} = Q_p \cdot K_{\Gamma}, \quad (2.16)$$

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

$$H_{\Gamma} = 4,13 \cdot 0,9 = 3,72 \text{ кг}.$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу визначаються за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_H \cdot \eta_H \cdot K_H}, \quad (2.17)$$

де  $U_d$  напруга на дузі, В;

$\eta_H$  – коефіцієнт корисної дії, %;

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

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

$$E = \frac{25}{12 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,1 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва визначаються за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_H \cdot K_H}, \quad (2.18)$$

де  $t_0$  – час зварювання одного метра шва,  $t_0=0,046$  год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 25 \cdot 120 \cdot 0,059}{0,9 \cdot 0,75} = 2,62 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Одержання зварних конструкцій високої якості досягається тоді, коли операції технологічного процесу виконуються правильно та у відповідній послідовності згідно усіх присутніх вимог. Процес зварювання також залежить від складальних операцій, які повинні забезпечувати надійність фіксації деталей при відповідних зазорах і в певному положенні. Тому виходячи з цього дані операції виконуються із застосуванням складального та складально-зварювального обладнання і пристосувань. На складальному обладнанні виконується тільки одна операція складання, котра як правило закінчується постановкою прихоплень між стиками з'єднувальних деталей. Це дозволяє надати конструкції певної жорсткості при наступних її установленнях на зварювальних пристосуваннях. На складально-зварювальному обладнанні виконуються одночасно операції складання і зварювання, тому прихоплення можуть не виконуватись, оскільки конструкція надійно зафіксована відповідними елементами і додаткові її переміщення не будуть проходити. Також на складально-зварювальному обладнанні конструкція не відразу знімається, а залишається протягом деякого часу – це необхідно для того, щоб зняти можливі напруження, які існують в її з'єднаннях.

Вибір складального або складально-зварювального обладнання залежить від певних умов, таких як: тип, геометрична форма і розміри конструкції, її технологічність, вид виробництва, програма випуску, площа цехів, майстерень чи дільниць, завантаженість робочих місць, склад технологічного процесу виготовлення та ін. Тому коли складність конструкції не дозволяє застосувати складально-зварювальне обладнання, то тоді застосовується тільки складальне або навпаки. Але в загальному краще

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



застосовувати складально-зварювальне обладнання, тому що виріб зварюється в одному місці та непотрібне його додаткове транспортування, яке інколи призводить до втрати точності розмірів, а відповідно при цьому погіршується і його якість.

Крім того додаткове переустановлення окремих елементів чи цілих виробів в процесах виконання складально-зварювальних робіт призводить до того, що крім втрати якості ще затрачається багато зайвих допоміжних робіт на які також потрібні певні трудові і матеріальні ресурси.

Тому всі нюанси при виборі нового або вдосконаленні існуючого обладнання повинні бути ретельно вивченими. Отже вибір необхідного обладнання та пристосувань має здійснюватися на основі:

1. Аналізу складальних креслеників виробів або конструкцій і технічних вимог, що до них пред'являються. Тут визначальним є технологічність цих конструкцій, яка вказує на особливості геометричної форми і товщини її перерізів. Правильна технологічність конструкції напряду пов'язана із якістю, отже її потрібно аналізувати ще на початковому етапі проектування.

2. Вибраної технології виготовлення конструкції. Тут повинна представлятися чітка послідовність виконання процесів складання і зварювання, а також додаткові чинники, що впливають на них. Цією інформацією ще на маршрутній схемі обов'язково повинен володіти конструктор при створенні обладнання.

3 Об'ємів випуску продукції. Масовість виробництва має досить велике значення при виборі обладнання та пристосувань. Тому є необхідність у застосуванні автоматичних механізмів або механізація всього обладнання, коли виробництво є великосерійним. Якщо випуск продукції є дрібносерійним, то такої необхідності немає.

Крім того вибір типу пристосувань повинен враховувати обов'язкове гарантування якості виготовлених конструкцій, зменшення кількості

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

трудомістких робіт в операціях складання і зварювання, а також безпека і комфортні роботи, що будуть виконуватися при його застосуванні.

Отже основні технологічні вимоги стосовно вибору обладнання та пристосувань є вже розглянуті вище, але також даний їх вибір повинен економічно обгрунтовуватись з визначенням певних показників. Так об'єми робіт виконуваних на пристосуваннях повинні відшкодовувати попередньо закладену в них вартість.

### 3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Для виготовлення паркових воріт застосовуються відповідні пристосування, які дозволяють отримати певну послідовність виконання складально-зварювальних операцій відносно обраного технологічного процесу. Спочатку відбувається встановлення деталей конструкції на базову поверхню пристосування із використанням фіксаторів, упорів, а також притискачів.

Опори складально-зварювальних пристосувань можуть бути двох типів основні та допоміжні. Забезпечення правильного проектного положення деталей виробу відбувається за допомогою основних опорів, які монтуються на опорній поверхні пристосування. Використання допоміжних опорів безпосередньо не впливає на проектне розміщення деталей, але вони забезпечують певну підтримку та унеможливають присутність зміщень. Використання певного типу опор залежить від шорсткості поверхонь виробу, якщо вони гарно оброблені, то застосовуються пластини, а якщо поверхня необроблена, то опорами слугують певні стержні або пальці, які дозволяють проектно встановити деталь по наявних отворах. В залежності від способу встановлення існують гвинтові опори, які також можуть бути основними і допоміжними. Останні не впливають на схему базування деталей конструкції.

Використання в пристосуваннях упорів дозволяє зафіксувати деталь або складальну одиницю по бічній поверхні. Залежно від класифікації упори

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

можуть бути постійними, з'ємними, відвідними, відкидними, переставними та ін. Також від форми деталей поверхня упорів може бути плоскою, круглою та складною. Упори позбавляють встановлену у пристосування деталь тільки одного ступеню вільності, проте їх спрацювання в процесі застосування є значним. Тому поверхні упорів перед використанням термічно обробляють, наплавляють або напилюють.

Також можливе використання універсальних упорів, які є одночасно і опорною базою. Вибір певного типу упорів залежить від форми деталей та майбутнього зварного виробу, якщо після зварювання виникають труднощі при його зніманні із пристосування, то тоді потрібно використовувати відвідні або відкидні упори, для того щоб зробити процес знімання зручним та швидким. Розміри упорів для встановлення підбираються в залежності від маси виробу і деталей.

Для закріплення деталей паркових воріт у проектному положенні з необхідним зусиллям використовуються гвинтові струбцини, їх зображення показано на рисунку 3.1.

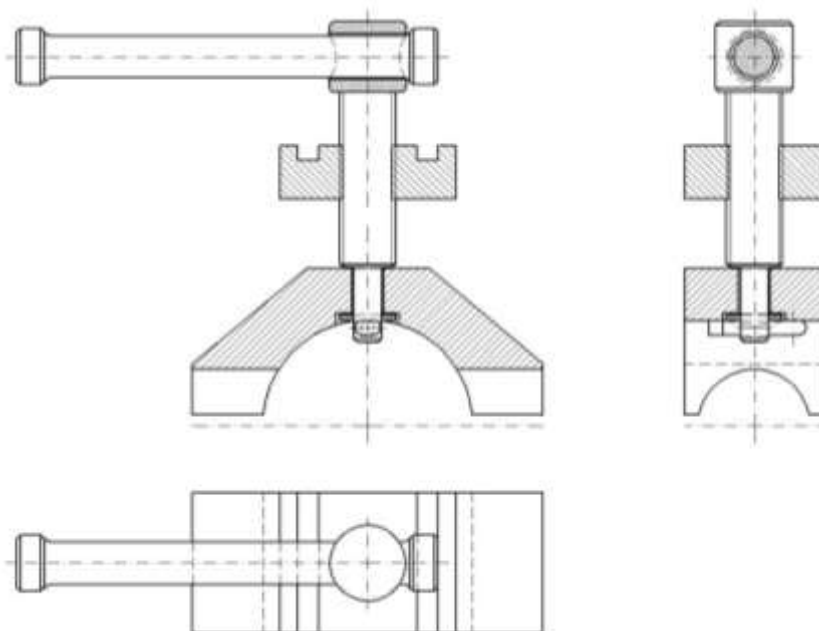


Рисунок 3.1 – Струбцина гвинтова

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Технологічний процес виготовлення паркових воріт у своєму складі в якості основних пристосувань використовує складально-зварювальні столи модульного типу з регульованими ніжками. Вигляд даного пристосування показаний на рисунку 3.2.

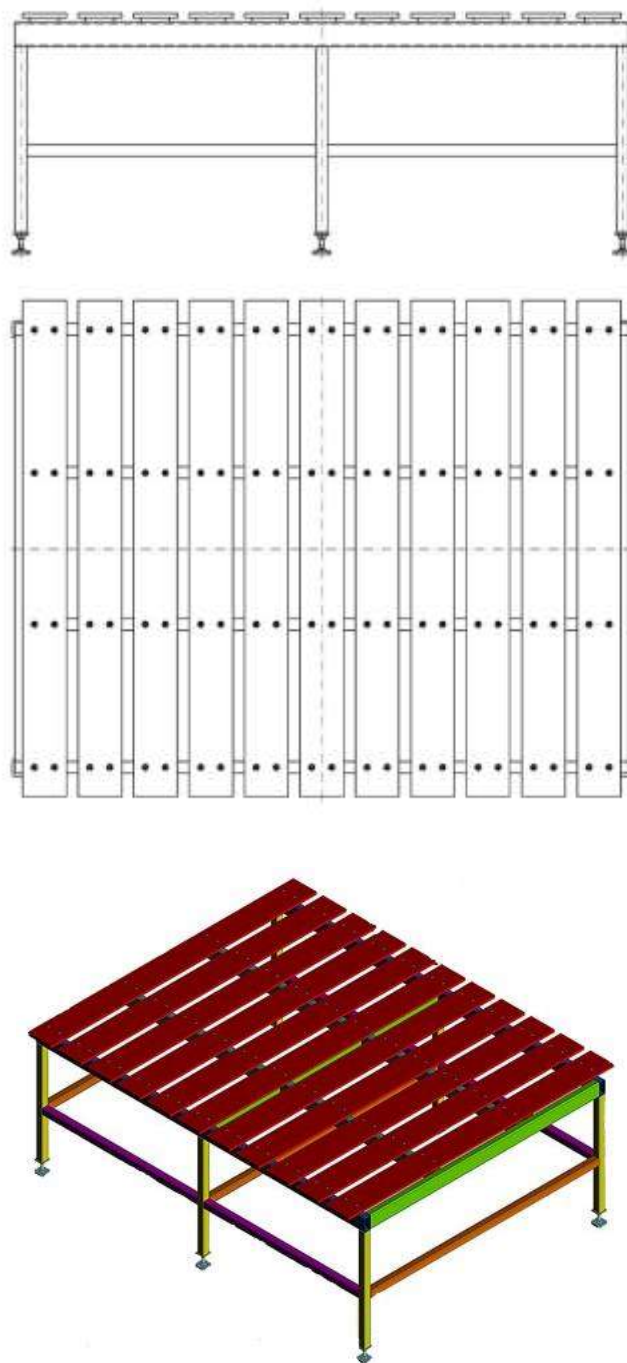


Рисунок 3.2 – Складально-зварювальний стіл

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.01.00.00.000.ПЗ

Арк.

42

## 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 воріт паркових

Показник	Одиниці вимірюв.	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	3500x3280x80	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат СтЗсп	кг	215	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	3,1	
вуглекислий газ (CO <sub>2</sub> )	кг	3,72	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	5,5	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь СтЗсп	грн	30,2	30,08
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	119	118
вуглекислий газ (CO <sub>2</sub> )	грн	18,45	18,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	27,5	

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення воріт паркових

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Правлення	$\frac{3}{II}$	Семивалкова правильна машина Dahlhaus UR 4	312000	молоток	335	IV	$\frac{3,5}{2,6}$
Розмічування	$\frac{3}{II}$			рулетка лінійка кернер маркер	268 162 176 98	IV	3,8
Різання	$\frac{3}{II}$	Монтажна пила Stark CS-2600	6500			IV	5,6
Складання	$\frac{3}{II}$	Стіл складально-зварювальний	123900	молоток	335	IV	$\frac{7,1}{6,3}$
Зварювання	$\frac{3}{II}$	Зварювальний напівавтомат GYS SMARTMIG 3P	27300			IV	$\frac{7,3}{6,4}$
Зачищування	$\frac{3}{II}$	Кутова шліф. машина Sparky Professional MBA 2400 P AVR	4200	щітка молоток диск зачисн. Granite 125x6,0x 22,2	125 335 48	III	5,4
Контроль якості	$\frac{3}{II}$	Набір візуального контролю	8500			VI	3,7
Транспортні операції	$\frac{3}{II}$	Лебідка електрична Forte FPA 1000	10000			IV	2,1

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 36,4;

по проекту 33,8;

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,1;  
по проекту 2,1.

Загальна штучна норма часу: по заводу 38,5;  
по проекту 35,9.

Для виготовлення паркових воріт застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [13, с.9]:

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

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,  $K_p = 0,03...0,1$ .

$$\Phi_{ус} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,1) \approx 1822 \text{ год.}$$

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 [13, с.10]:

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

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

					<i>KP.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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

$B_{пр}$  – програма випуску продукції, у нашому випадку  $B_{пр} = 3000$  шт.

Кількість робочих місць для виконання правління при виготовленні паркових воріт:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,5 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 1,86 \approx 2 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 1,38 \approx 1 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні воріт (за двома варіантами):

$$n = \frac{3,8 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 2,02 \approx 2 \text{шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна (за двома варіантами):

$$n = \frac{5,6 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 2,97 \approx 3 \text{шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{7,1 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 3,77 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$n = \frac{6,3 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 3,34 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{7,3 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 3,87 \approx 4 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{6,4 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 3,4 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів (за двома варіантами):

$$n = \frac{5,4 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 2,87 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу (за двома варіантами):

$$n = \frac{3,7 \cdot 3000}{1822 \cdot 3,1} = 1,97 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [13, с.12]:

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

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

де  $B_{mp}$  - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 3000 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 транспортного засобу, приймається  $K_{кр} = 0,1...0,7$ .

$$n = \frac{3000 \cdot 1 \cdot 0,5}{2100 \cdot 0,7} = 1,02 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну електричну лебідку 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 [13, с.13]:

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

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  $B_{np} = 3000 \text{ шт}$ ;

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

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$K_{вн}$  - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається

$K_{вн}=3,1...3,2$ ;

Необхідна кількість правильників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 3,5}{1850 \cdot 3,2} = 1,77 \approx 2 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 2,6}{1850 \cdot 3,2} = 1,32 \approx 1 \text{чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 3,8}{1850 \cdot 3,2} = 1,93 \approx 2 \text{чол.}$$

Необхідна кількість різальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 5,6}{1850 \cdot 3,2} = 2,84 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 7,1}{1850 \cdot 3,2} = 3,6 \approx 4 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 6,3}{1850 \cdot 3,2} = 3,19 \approx 3 \text{чол.}$$

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 7,3}{1850 \cdot 3,2} = 3,7 \approx 4 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 6,4}{1850 \cdot 3,2} = 3,24 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 5,4}{1850 \cdot 3,2} = 2,74 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3000 \cdot 3,7}{1850 \cdot 3,2} = 1,88 \approx 2 \text{чол.}$$

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 робітників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
правильники	2	1	IV	IV
розмічувальники	2	2	IV	IV
різальники	3	3	IV	IV

Продовження таблиці 4.3

складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	3	3	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1	—	—
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	28	25	—	—

### 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 Ст3сп	кг	30,2	30,08	6493	6467,2	19479000	19401600
З/П	Зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	119	118	368,9	365,8	1106700	1097400
З/П	Вуглекислий газ (CO <sub>2</sub> )	кг	18,45	18,25	68,63	67,89	205902	203670
Р-ом					6930,53	6900,89	20791602	20702670

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	
3/П	5	1,51	1,5	324,65	323,36	973950	970080	27,5	27,5	82500	82500
3/П	5	5,95	5,9	18,45	18,29	55335	54870				
3/П	5	0,92	0,91	3,43	3,4	10295,1	10183,5				
Р- ом		8,38	8,32	346,53	345,05	1039580,1	1035133,5	27,5	27,5	82500	82500

#### 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 [13, 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) [13, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [13, с.18]:

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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 [13, 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 правильників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,3 \cdot 23,5 \cdot 3,5 = 518,18 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 518,18 \cdot (0,2 + 0,15) = 181,36 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 518,18 \cdot 0,4 = 207,27 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6,3 \cdot 23,5 \cdot 2,6 = 384,93 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 384,93 \cdot (0,2 + 0,15) = 134,73 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 384,93 \cdot 0,4 = 153,97 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників (за двома варіантами):

$$Z_{oo} = 4,5 \cdot 22,5 \cdot 3,8 = 384,75 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 384,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 134,66 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 384,75 \cdot 0,4 = 153,9 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників (за двома варіантами):

$$Z_{oo} = 3,1 \cdot 22,5 \cdot 5,6 = 390,6 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 390,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 136,71 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 390,6 \cdot 0,4 = 156,24 \text{ грн}.$$

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,7 \cdot 25,5 \cdot 7,1 = 488,84 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 488,84 \cdot (0,2 + 0,15) = 171,09 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 488,84 \cdot 0,4 = 195,53;$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,7 \cdot 25,5 \cdot 6,3 = 433,76 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 433,76 \cdot (0,2 + 0,15) = 151,81 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 433,76 \cdot 0,4 = 173,5 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,8 \cdot 26,5 \cdot 7,3 = 541,66 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 541,66 \cdot (0,2 + 0,15) = 189,58 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 541,66 \cdot 0,4 = 216,66 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,8 \cdot 26,5 \cdot 6,4 = 474,88 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 474,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 166,21 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 474,88 \cdot 0,4 = 189,95 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників (за двома варіантами):

$$З_{\text{оо}} = 3,1 \cdot 23,5 \cdot 5,4 = 393,39 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 393,39 \cdot (0,2 + 0,15) = 137,69 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 393,39 \cdot 0,4 = 157,36 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів (за двома варіантами):

$$З_{\text{оо}} = 4,5 \cdot 27,5 \cdot 3,7 = 457,88 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 457,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 160,26 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 457,88 \cdot 0,4 = 183,15 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників (за двома варіантами):

$$З_{\text{оо}} = 8,2 \cdot 25,5 \cdot 2,1 = 439,11 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 439,11 \cdot (0,2 + 0,15) = 153,69 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



$$Z_{\text{по}} = 439,11 \cdot 0,4 = 175,64 \text{ грн.}$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [13, с.19]:

$$Z_{\text{од}} = r_{\text{д}} \cdot C_p \cdot \Phi_{\text{еф}}, \quad (4.8)$$

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

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

$C_p$  - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

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

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 37,5 \cdot 1850 = 138750 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{нд}} = 138750 \cdot 0,35 = 48562,5 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{пд}} = 138750 \cdot 0,4 = 55500 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 37,5 \cdot 1850 = 138750 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{нд}} = 138750 \cdot 0,35 = 48562,5 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{пд}} = 138750 \cdot 0,4 = 55500 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

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

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

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

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 [13, с.19]:

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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

де  $Z_{on}$  - 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 ( $Z_{on}$ ) та премії і надбавки ( $Z_{nn}$ ) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 9700 \cdot 12 = 116400 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 116400 \cdot 0,35 = 40740 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 116400 \cdot 0,4 = 46560 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

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

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

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

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 працівників	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>						
правильники	262196,55	97387,29	91768,79	34085,55	104878,62	38954,92
розмічувальники	194683,5		68139,23		77873,4	
різальники	296465,4		103762,89		118586,16	
складальники	494701,02	329220,05	173145,36	115227,02	197880,41	131688,02

Продовження таблиці 4.5

зварювальники	548159,92	360433,92	191855,97	126151,87	219263,97	144173,57
зачищувальники	298583,01		104504,05		119433,2	
контролери	231684,75		81089,66		92673,9	
транспортувальники	111094,83		38883,19		44437,93	
<b>Допоміжні робітники:</b>						
налагоджувальники	138750		48562,5		55500	
ремонтники	138750		48562,5		55500	
електрики	69375		24281,25		27750	
ІТР	116400		40740		46560	
МОП	103200		36120		41280	
Разом	3004043,98	2486027,75	1051415,39	870109,71	1739768,84	1532562,35

#### 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	
	2	3
1	3	П
Основні матеріали:	6930,53	6900,89
сталь СтЗсп	6493	6467,2
зварювальний дріт Св-08Г2С	368,9	365,8
вуглекислий газ (СО <sub>2</sub> )	68,63	67,89
Поворотні відходи	27,5	
Паливо та енергія на технологічні цілі	89,75	88,95
Основна заробітна плата основних робітників	812,52	639,85
Додаткова заробітна плата основних робітників	284,38	223,95
Премії та надбавки основних робітників	325,01	255,94
Відрахування на соціальне страхування	19,91	15,68
Відрахування на медичне страхування	35,55	27,99

Продовження таблиці 4.6

Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	312,19	312,19
Цехові (дільничні) витрати	197,64	197,64
Всього цехова собівартість	8979,98	8635,58

**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 в натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
правильне	2	1	312000	312000	15600	15600
різальне	3	3	6500	6500	325	325
складальне	4	3	123900	123900	6195	6195
зварювальне	4	3	27300	27300	1365	1365
зачищувальне	3	3	4200	4200	210	210
контрольне	2	2	8500	8500	425	425
транспортне	1	1	10000	10000	500	500
Інструменти:						
молоток	7	5	335	335	16,75	16,75
диск зачисний	5	5	48	48	2,4	2,4
щітка	3	3	125	125	6,25	6,25
рулетка	8	7	268	268	13,4	13,4
кернер	6	6	176	176	8,8	8,8
лінійка	10	9	162	162	8,1	8,1
маркер	10	9	98	98	4,9	4,9
Разом						

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.01.00.00.000.ПЗ

Арк.

58

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах., %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	3381250	3381250	5	169062,5	169062,5
Устаткування:					
правильне	639600	327600	8,5	54366	27846
різальне	19825	19825	8,5	1685,13	1685,13
складальне	501795	377895	7	35125,65	26452,65
зварювальне	110565	83265	7,5	8292,38	6244,88
зачищувальне	12810	12810	8,5	1088,85	1088,85
контрольне	17425	17425	6,5	1132,63	1132,63
транспортне	10500	10500	7,5	787,5	787,5
Інструменти:			15		
молоток	2361,75	1694,75		354,26	253,76
диск зачисний	242,4	242,4		36,36	36,36
щітка	381,25	381,25		57,19	57,19
рулетка	2157,4	1889,4		323,61	283,41
кернер	1064,8	1064,8		159,72	159,72
лінійка	1628,1	1466,1		244,22	219,92
маркер	984,9	886,9		147,74	133,04
Разом	4702590,6	4238192,6		272863,72	235443,52

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

Річний економічний ефект визначається за формулою [13, с.27]:

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

де  $C_{nz}$  - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ( $C_{nz} = 12734,83$  грн);

$C_{nn}$  - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ( $C_{nn} = 11944,45$  грн);

$\Phi_{mz}$  - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ( $\Phi_{mz} = 8979,98$  грн/шт);

$\Phi_{mn}$  - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ( $\Phi_{mn}= 8635,58$  грн/шт);

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

$$E_{\Phi} = ((12734,83 + 0,15 \cdot 8979,98) - (11944,45 + 0,15 \cdot 8635,58)) \cdot 3000 = \\ = 2526120 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [13,с.28]:

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

де  $\Phi_{ocz}$  - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ( $\Phi_{ocz}= 31369680$  грн);

$\Phi_{ocn}$  - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ( $\Phi_{ocn}= 29909490$  грн);

$E_{ур}$  - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [13, с.28]:

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

$$E_{ур} = 3000 \cdot (12734,83 - 11944,45) = 2371140 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{31369680 - 29909490}{2371140} = 0,62 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниці вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	3000	3000
Кількість технологічного устаткування	шт	19	16
Собівартість товарної продукції	грн	12734,83	11944,45
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	28	25
- основних робітників	чол	21	18
Фондомісткість продукції	грн/шт	8979,98	8635,58
Умовна річна економія	грн	-	2371140
Річний економічний ефект	грн	-	2526120
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,62
Місячний оклад основних робітників:			
- правильники	грн	19042,93	14146,18
- розмічувальники	грн	14139,56	14139,56
- різальники	грн	14354,55	14354,55
- складальники	грн	17964,69	15940,5
- зварювальники	грн	19906,01	17451,84
- зачищувальники	грн	14457,08	14457,08
- контролери	грн	16826,91	16826,91
- транспортувальники	грн	16137,29	16137,29

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Вплив компонентів зварювального аерозолію на здоров'я працівника

Незважаючи на те, що зварювальні матеріали та обладнання створюються з метою задовольнити вимоги щодо якості шва і забезпечити високу продуктивність праці, усе суворішими стають вимоги щодо забезпечення необхідної чистоти повітря у виробничому приміщенні. Для задоволення цих взаємо-суперечливих вимог усе частіше приходять до компромісних рішень, які дозволяють певною мірою поліпшити і гігієнічні характеристики процесів зварювання. Широкі можливості для зменшення виділень зварювальних аерозолів (далі ЗА) та його токсичності можна здійснити шляхом зміни складу зварювального матеріалу. Багато з таких змін можна здійснювати, уникаючи негативного впливу на зварювальний процес. Це необхідно враховувати на стадії розробки нових матеріалів або вдосконалення вже існуючих, керуючись при ньому викладеними в даному розділі закономірностями. При розробці технології зварювання вибір режиму необхідно здійснювати в кожному конкретному випадку з урахуванням вимог до зварюваної конструкції. Деяких поліпшень гігієнічних характеристик можна досягти шляхом специфічних змін зварювального обладнання: застосуванням джерел живлення, що дозволяють керувати переносом електродного металу, використанням під час зварювання модульованого струму, а також зміною (при зварюванні в захисних газах) конструкції пальника. Слід також враховувати, що існують різні способи зварювання, не завжди взаємозамінні, однак залежно від конкретних умов зварювання та вимог до швів усе ж таки є можливості вибирати в деяких випадках ті способи, які дозволяють значно поліпшити умови праці [14, с.50-51].

Для забезпечення максимального поліпшення гігієнічних характеристик зварювальних процесів необхідно керуватися системним підходом. Для того

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



щоб звести шкідливість ЗА та його дію на організм до мінімуму необхідно вибирати оптимальне поєднання таких технологічних способів зниження рівня виділення шкідливих речовин [14, с.51]:

- по можливості необхідно застосовувати способи зварювання та види зварювальних матеріалів, що забезпечують знижений рівень виділень ЗА;

- необхідно вибирати режими зварювання, які забезпечують мінімальне виділення ЗА, або уникати режимів, при яких утворюється підвищена кількість аерозолі;

- для зменшення виділень ЗА (при зварюванні покритими електродами, під флюсом та порошковим дротом) необхідно збільшувати у складі зварювальних шлаків вміст структуроутворюючих аніонів кремнію, титану та алюмінію при одночасному скороченні в ньому вмісту калію, натрію, магнію та кальцію. При можливості необхідно використовувати зварювальні матеріали зі шлаковою основою рутилового типу;

- для зниження у складі ЗА канцерогенного шестивалентного хрому слід зменшити у складі шлакоутворюючої основи вміст оксидів калію та натрію;

- бажано обмежувати у складі шлаку вміст летких сполук марганцю і фтору;

- легувати метал зварного шва бажано шляхом введення хрому, нікелю та марганцю до складу стрижня електрода, а не в покриття;

- знижувати токсичність ЗА можна шляхом введення до складу зварювальних матеріалів певної кількості елемента-регулятора, що має високу відносну летючість пари (на 2...3 порядки вище порівняно зі шкідливою речовиною, вміст якої необхідно зменшити у складі ЗА) та значну (більше 5мг/м<sup>3</sup>) гранично допустиму концентрацію його аерозолі;

- при зварюванні в захисних газах для послаблення виділень ЗА необхідно зменшити окислювальну здатність захисного газу (суміші) шляхом введення до його складу інертного газу (аргону);

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- при механізованому зварюванні в захисних газах доцільно застосовувати зварювальні дроти малих діаметрів;

- при зварюванні в захисних газах бажано збільшувати площу поверхні газового захисту шляхом застосування спеціального сопла з подвійною подачею газу;

- знижувати рівень утворення ЗА можна шляхом застосування спеціальних джерел струму, які дозволяють керувати переносом електродного металу, послабляти його розбризкування та зменшувати непотрібний надлишок енергії дуги, що йде на випаровування [14, с.51].

Отже, вплив зварювальних аерозолів має дуже негативний ефект на здоров'я зварювальників, тому що від цього страждає їх дихальна система та виникають різні захворювання, щоб цього не було, то повинна бути справною система вентиляції у приміщенні, де виконуються зварювальні роботи.

## **5.2 Страховий ризик і страховий випадок при загальнообов'язковому державному соціальному страхуванні**

Страховий ризик – обставини, внаслідок яких може статися страховий випадок [15,16].

Страховим випадком є нещасний випадок на виробництві або професійне захворювання, що спричинили застрахованому професійно зумовлену фізичну чи психічну травму за обставин, з настанням яких виникає право застрахованої особи на отримання матеріального забезпечення або соціальних послуг [15,16].

У законодавстві відсутнє визначення поняття «професійний ризик виробництва», правильність тлумачення якого безпосередньо впливає на проведення справедливої тарифної політики Фонду і визначення розміру страхового внеску [16].

Професійне захворювання є страховим випадком у разі його встановлення чи виявлення як в період перебування особи в трудових

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

відносинах, так і тоді, коли потерпілий не перебував у трудових відносинах з підприємством, на якому він захворів.

Нещасний випадок або професійне захворювання, яке сталося внаслідок порушення нормативних актів про охорону праці застрахованим, також є страховим випадком.

Порушення правил охорони праці застрахованим, яке спричинило нещасний випадок або професійне захворювання, не звільняє страховика від виконання зобов'язань перед потерпілим.

Факт нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання розслідується в порядку, затвердженому Кабінетом Міністрів України, відповідно до Закону України «Про охорону праці» [16].

Підставою для оплати потерпілому витрат на медичну допомогу, проведення медичної, професійної та соціальної реабілітації, а також страхових виплат є акт розслідування нещасного випадку або акт розслідування професійного захворювання (отруєння) за встановленими формами.

Нещасний випадок – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактору чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

До професійного захворювання належить захворювання, що виникло внаслідок професійної діяльності застрахованого та зумовлюється виключно або переважно впливом шкідливих речовин і певних видів робіт та інших факторів, пов'язаних з роботою. Професійне захворювання як причина інвалідності встановлюється МСЕК на підставі списку професійних захворювань і відповідно до висновку спеціалізованої медичної установи про наявність професійного захворювання. Список професійних захворювань та інструкцію з його застосування затверджено МОЗ, Міністерством соціального захисту населення і Міністерством праці України 2 лютого 1995 року.

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Професійними захворюваннями є захворювання [16]: що виникають під впливом хімічних факторів; промислових аерозолів; викликані дією фізичних факторів; пов'язані з фізичним перевантаженням та перенапруженням окремих органів і систем; викликані дією біологічних факторів; алергічні захворювання; злоякісні новоутворення (професійний рак).

В окремих випадках Фонд соціального страхування від нещасних випадків може визнати страховим випадком захворювання, не внесене до переліку професійних захворювань, якщо на момент прийняття рішення медична наука має нові відомості, які дають підстави вважати це захворювання є професійним.

За правовим значенням для пенсійного забезпечення професійне захворювання не відрізняється від трудового каліцтва [15].

Таким чином, державне соціальне страхування відіграє важливу роль на підприємствах всіх типів, тому що воно дозволяє отримати певного роду матеріальну допомогу чи компенсацію у разі одержання травми працівником або в гіршому випадку його професійного захворювання чи нещасного випадку, що може закінчитися летально.

### **5.3 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення воріт паркових**

Зварювання паркових воріт відбувається у вуглекислому газі плавким електродом, при цьому процес супроводжується сильним розбрикуванням металу, особливо при малій густині струму. Це може привести до виникнення певного роду небезпеки. Загоряння може виникати і через несправність зварювального обладнання і через проведення електрозварювальних робіт в приміщеннях, які погано захищені від пожеж, поблизу легко займистих матеріалів і речовин. Тому необхідно вжити заходів, які б запобігли можливості виникнення вибухів і пожеж.

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

В пожежо- і вибухонебезпечних місцях зварювальні роботи можна проводити лише після ретельного прибирання вибухопожежонебезпечної продукції, очистки апаратури і приміщення до повного видалення вибухонебезпечного пилу і речовин, горючих рідин і їх парів. Приміщення необхідно безперервно вентилувати і встановлювати систематичний контроль за станом повітряного середовища шляхом проведення експрес-аналізу із застосуванням газоаналізаторів.

Зварювальні роботи за межами зварювального цеху можуть проводитись лише при узгодженні із заводською пожежною охороною, яка вказує, які заходи пожежної безпеки необхідно вжити перед початком робіт.

Місця, які відведені для проведення зварювальних робіт та встановлення зварювальних агрегатів і трансформаторів, повинні бути очищені від легкозаймистих матеріалів в радіусі не менше 5м. При проведенні зварювальних робіт в будівлях і спорудах та інших місцях при наявності поблизу цих робіт легкозаймистих конструкцій, останні повинні бути надійно захищені від займання металевими екранами або іншими захисними пристроями, при цьому повинні бути вжиті заходи, які зменшують утворення іскор і попадання їх на конструкції.

При проведенні зварювальних робіт забороняється користуватись оджею і рукавицями із слідами мастил і жирів, бензину та інших горючих рідин, зберігати в зварювальних кабінах спецодяг, горючі рідини та інші легкозаймисті матеріали чи предмети. Забороняється також проводити зварювання свіжопофарбованих конструкцій до повного висихання фарби, зварювальних апаратів і комунікацій під напругою, які заповнені горючими і токсичними матеріалами, негорючими рідинами, газами, парами, повітрям, які знаходяться під тиском.

Перед початком зварювальних робіт необхідно перевірити справність зварювальної апаратури, підготувати робоче місце відповідно до вимог пожежної безпеки, зокрема наявність засобів пожежогасіння, внутрішніх

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

пожежних кранів, піску, вогнегасників. Якщо робоче місце не відповідає вимогам, то до виконання зварювальних робіт приступати не можна. Під час роботи не слід допускати попадання іскор розплавленого металу на конструкції і матеріали, які загоряються, а після роботи необхідно ретельно оглянути робоче місце.

Особи, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки при зварювальних роботах, а також ті, які не пройшли попередню перевірку знань з правил пожежної безпеки, до виконання зварювальних робіт, навіть тимчасових не допускаються.

Отже дотримання основних вимог, щодо правил з охорони праці та пожежної безпеки відіграє важливу роль при виготовленні паркових воріт, тому що від цього залежить життя і здоров'я людей, які там працюють, а це є найважливішим фактором для життєдіяльності всього підприємства.

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

## ВИСНОВКИ

Удосконалений технологічний процес виготовлення паркових воріт має певні переваги порівняно з існуючим, які полягають у покращенні наступних видів робіт та операцій:

- вирізання заготовок повинно виконуватись на спеціалізованому устаткуванні для того, щоб підвищити їх якість;
- замінити в існуючій технології спосіб зварювання на більш продуктивний, який би не забруднював прилягаючі поверхні брызками присадкового металу;
- обов'язкове застосування при виконанні складальних робіт спеціалізованого устаткування та пристосувань до нього.

Технологія виготовлення паркових воріт полягає у застосуванні різних операцій серед яких заготівельні, опоряджувальні, комплектувальні, складальні, зварювальні, допоміжні, а також контрольні. Виконання кожної із них має важливе значення, що впливає на цілісність технологічного процесу виготовлення даних зварних конструкцій.

Виготовлення паркових воріт відбувається із використанням напівавтоматичного способу зварювання у вуглекислому газі (CO<sub>2</sub>), що задовольняє всі вимоги, які представляються до даного роду конструкцій.

Проведено економічний розрахунок з метою обґрунтування доцільності реалізації розробленого технологічного процесу і вибору устаткування.

Розглянуто питання, що стосуються правил охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення воріт паркових, а також шкідливий вплив зварювальних аерозолів на здоров'я працівників.

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь СтЗсп. Довідник. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3sp/> (дата звернення: 13.03.2024).
2. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. Інструкція по експлуатації Gys SMARTMIG 3P. Зварювальний напівавтомат Gys SMARTMIG 3P: веб-сайт. URL: <http://www.gys.com.ua/gys-smartmig-3p.html> (дата звернення: 14.03.2024).
8. Dahlhaus правильна семивалкова машина для профілю. Правильні машини Dahlhaus: веб-сайт. URL: <https://www.prostanki.com/board/item/807> (дата звернення: 14.03.2024).
9. Пила монтажна Stark CS-2600. Монтажні пили Stark: веб-сайт. URL: [https://rozetka.com.ua/ua/stark\\_180040050/p64626303/](https://rozetka.com.ua/ua/stark_180040050/p64626303/) (дата звернення: 14.03.2024).
10. Болгарка (кутова шліфмашина) Sparky MBA-2400P (AVR). Болгарки (кутові шліфувальні машини): веб-сайт. URL: [https://epicentrk.ua/ua/shop/bolgarka-uglovaya-shlifmashina-sparky-mba-2400p-avr.html?ssh=new&gclid=CjwKCAiAm-2BBhANEiwAe7eyFI0oY51mF45g17iEgQ783GsX4DHa9kAyh0AC\\_aNC8eXiK5nbo0gg2RoCRD0QAvD\\_BwE](https://epicentrk.ua/ua/shop/bolgarka-uglovaya-shlifmashina-sparky-mba-2400p-avr.html?ssh=new&gclid=CjwKCAiAm-2BBhANEiwAe7eyFI0oY51mF45g17iEgQ783GsX4DHa9kAyh0AC_aNC8eXiK5nbo0gg2RoCRD0QAvD_BwE) (дата звернення: 14.03.2024).

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



11. Лебідка електрична Forte FPA 1000. Електричні лебідки Forte: веб-сайт. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/272869886/p272869886/> (дата звернення: 14.03.2024).

12. 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).

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

14. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві. Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей. Київ: Основа, 2004. 98 с.

15. Страховий ризик і страховий випадок. Право соціального забезпечення: веб-сайт. URL: <https://buklib.net/books/25548/> (дата звернення: 24.05.2024).

16. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, N 46-47, ст.403 (із змінами, внесеними згідно із Законом із змінами, внесеними згідно із Законом № 2849-IX від 13.12.2022). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text> (дата звернення: 24.05.2024).

					<i>КР.422.01.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

# ДОДАТКИ

					КР.422.01.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72