

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 КЗС

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

Богдан МАРЦИШИН

Керівник

Володимир ГАВРИЛЮК

Рецензент

Віктор СЕНЧИШИН

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

«__» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

МАРЦИШИНУ Богдану Васильовичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
воріт КЗС

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

затверджений наказом від 29. 04. 2025 року № 4/9-209

Термін подання студентом роботи 20.06.2025р.

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 Вимоги безпеки при газополумєневих роботах

5.2 Види, вимоги та характеристика систем вентиляції для зварювальної дільниці

Перелік графічного матеріалу

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

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

3. Складальне креслення стола модульного секційного – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення притискача кріпильного важільного – 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	Лілія СЕМКІВ, викладач	(підпис) (дата)	(підпис) (дата)

Дата видачі завдання 19.05.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	22.05.2025	
2	Технологічний розділ	26.05.2025	
3	Конструкторський розділ	04.06.2025	
4	Організаційно-економічний розділ	09.06.2025	
5	Охорона праці	12.06.2025	
6	Графічна частина	16.06.2025	
7	Перевірка на плагіат	18.06.2025	

Студент

(підпис)

Богдан МАРЦИШИН

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир ГАВРИЛЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення воріт КЗС 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 floodgate 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	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	8
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	9
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	9
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	10
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	11
1.3.4 Вимоги до складання	12
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	13
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	16
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	17
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	19
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	24
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	26
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	28
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	29
2.6.3 Складально-зварювальні операції	30

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення воріт КЗС Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Марцишин									
Перевір.	Гаврилюк								4	71
Реценз.	Сенчишин							ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.	Залуцька									
Затв.	Дранівська									

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	30
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	31
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	42
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	42
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	47
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	50
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	51
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	57
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	61
5.1	Вимоги безпеки при газополумених роботах	.	.	.	.	.	61
5.2	Види, вимоги та характеристика систем вентиляції для						
	зварювальної ділянки	.	.	.	.	.	63
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	68
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	69
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	71

ВСТУП

Зварювання – це технологічний процес з'єднання матеріалів (переважно металів і сплавів) шляхом місцевого нагрівання або пластичного деформування, в результаті чого утворюється міцне нероз'ємне з'єднання. Це один із найважливіших методів обробки металів, який широко застосовується в різних галузях промисловості: машинобудівні, будівництві, авіації, суднобудуванні та енергетиці.

Розвиток зварювальних технологій дозволив створювати складні конструкції, які витримують значні навантаження та працюють у важких умовах експлуатації. Сучасні методи зварювання включають електричне, газове, лазерне, ультразвукове зварювання та багато інших, кожен із яких має свої особливості переваги та сфери застосування.

Вивчення процесів зварювання є важливим для підвищення якості зварних з'єднань, зниження витрат на виробництво та забезпечення надійності конструкції.

Зварювання відіграє ключову роль у багатьох галузях промисловості та будівництва. Основне призначення зварювання – з'єднання деталей шляхом розплавлення матеріалу та створення міцного шва.

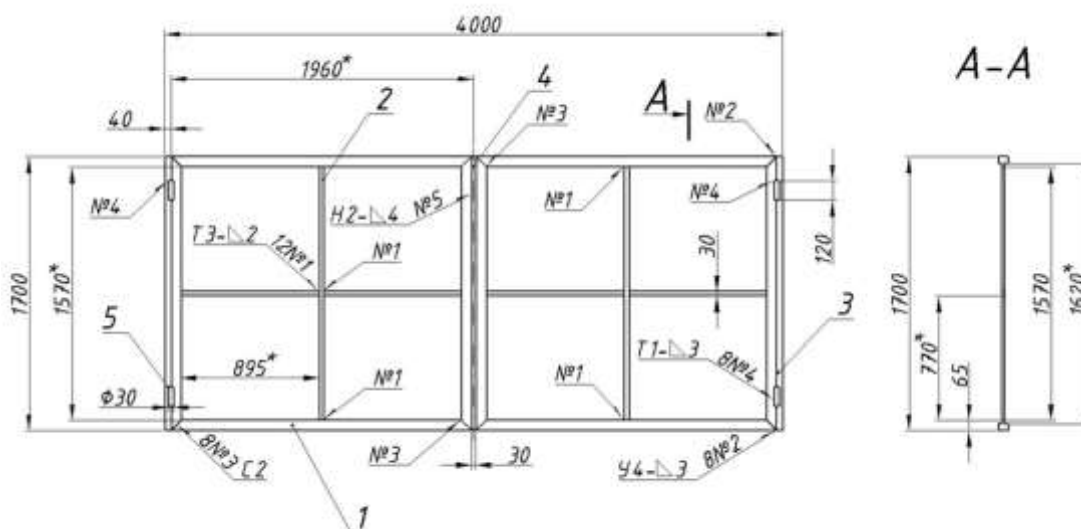
Зварні конструкції широко застосовуватися в різних галузях промисловості завдяки їхнім перевагам, таким як висока міцність, геометрична правильність та економічність. Однак при їх проектуванні та виготовленні необхідно враховувати певні особливості, щоб забезпечити надійність та довговічність експлуатації.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Ворота «КЗС» (рис. 1.1) встановлюються у відведених місцях для в'їзду на територію певного типу транспорту. Вони є розпашного типу і монтуються на стояках огорожень. Основний метод з'єднання елементів воріт є зварювання, тому особливі вимоги необхідно приділити якості зварних з'єднань.



1 – профіль Т, 2 – труба 30х20х2, 3 – профіль 60х40; 4 – смуга 30х4, 5 – петля 120х30

Рисунок 1.1 – Ворота КЗС

Для виготовлення воріт КЗС використовується профільний прокат 60х40 мм, смуга 30х4 мм, а також профільні труби 30х20х2. Конструкція воріт представляє собою профільний каркас, який приварюється до петель 120х 30. А вони в свою чергу вмонтовані у стояках кам'яної огорожі.

Габаритні розміри конструкції воріт КЗС є такими:

- висота 1700 мм;
- ширина 60 мм;
- довжина 4000 мм.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Технічні умови на виготовлення воріт визначають вимоги до конструкції, матеріалів, технології виробництва, монтажу та експлуатації воріт. Вони розробляються відповідно до чинних державних стандартів та вимог замовника. Розробка технічних умов на виготовлення воріт є важливим етапом, що забезпечують відповідність продукції стандартам якості та безпеки. Тому технологія зварювання повинна бути такою, щоб зовнішні поверхні шви мали гарний вигляд і прилягаючі поверхні деталей якомога менше забруднювалися бризками чи шлаком, або взагалі не забруднювалися. Технічні умови виготовлення воріт залежить від їх типу, призначення та матеріалів, які використовуються.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Вибір матеріалу для воріт є ключовим аспектом, що впливає на їх довговічність, функціональність та зовнішній вигляд. Характеристики матеріалів воріт залежать від типу матеріалу, з якого вони виготовленні. Тому для її виготовлення можемо використати конструкційну низьковуглецеву сталь звичайної якості із максимально можливим вмістом вуглецю до 0,25%, марка сталі Ст3сп. Її механічні властивості та хімічний склад записано в таблиці 1.1 та 1.2 [1].

Таблиця 1.1 – Механічні властивості Сталі 35 [1]

Стан постачання	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ_2	ψ
		%	
	не менше		
Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

Таблиця 1.2 – Хімічний склад Сталі 35, % [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 враховується зварюваність металу, тобто характеристики, які визначають якісні умови формування зварних з'єднань. Найкращий результат - це отримання бездефектних зварних з'єднань, які за своїми властивостями нічим не поступаються основному зварюваному металу.

Як правило зварюваність розраховується за еквівалентним вмістом вуглецю $C_{\text{екв}}$, формула приведена нижче [2, 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 позитивною, що сприяє відмінному формуванню з'єднання при виконанні зварювання.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Вимоги до матеріалів воріт та напівфабрикатів залежать від їх призначення, умов експлуатації та нормативних документів. Основні вимоги

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до воріт і напівфабрикатів, які зазвичай висуваються є міцність і надійність, стійкість до корозії, зносостійкість, безпека, технологічність.

Всі матеріали і напівфабрикати повинні мати супроводжувальні документи, які підтверджують їх якість. Стосовно правил виробу матеріалів, то вони повинні бути безпечними, доступними, а саме головне – це забезпечувати відповідні властивості виробу, що ставляться до нього вимагаючи документацію.

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

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

При проектуванні та встановленні воріт важливо враховувати вимоги до шорсткості поверхонь, геометричної форми та розмірів, щоб забезпечити надійну роботу та довговічність конструкції.

Шорсткість поверхні характеризує мікронерівності, які впливають на експлуатаційні властивості деталей, такі як зносостійкість, міцність та геометричність з'єднань. У контексті підготовки для встановлення воріт, поверхні повинні бути рівними та гладкими, без значних виступів чи западин.

Форма воріт повинна мати правильну геометрію, зазвичай прямокутну, з рівними та паралельними сторонами. Відхилення від вертикалі та горизонталі не повинні перевищувати 1 см, щоб уникнути перекосів під час монтажу та експлуатації воріт.

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Вимоги до зварних з'єднань воріт включають кілька ключових аспектів, які забезпечують їхню міцність, надійність та довговічність.

Якість зварного шва повинна бути рівною, без пор, тріщин, бризок металу або підрізів на крайках. Валик шва має бути рівномірним та злегка опуклим.

Підготовка перед виконанням зварювальних робіт. Поверхні деталей повинні бути очищені від іржі, бруду, масла та інших забруднень. Це забезпечує якісні з'єднання та запобігає утворенню дефектів швів.

Контроль якості зварних з'єднань необхідно провести візуальний огляд шва та прилеглих ділянок металу з обох боків. Поверхня повинна бути очищена від шлаку, бризок металу та інших забруднень.

Дотримання стандартів та нормативів повинні бути чинними і регламентувати вимоги до зварних з'єднань металоконструкцій. Це включає вибір типів зварних з'єднань, підготовку кромek та дотримання технологічних процесів.

Кваліфікація зварювальників повинна виконуватися кваліфікованими фахівцями, які мають відповідну підготовку та досвід. Це гарантує дотримання технологічних процесів та високу якість виконаних з'єднань.

Вибір відповідного способу зварювання залежить від товщини та типу матеріалу. Наприклад, для товстостінних конструкцій економічно доцільно застосовувати електрошлакове зварювання, яке забезпечує високу продуктивність та якість зварних з'єднань.

Використовування відповідних матеріалів необхідно підбирати зварювальні матеріали відповідно до типу основного металу, щоб забезпечити сумісність та необхідні механічні властивості з'єднання.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.4 Вимоги до складання

Для правильного складання та встановлення воріт необхідно дотримуватися певних вимог, які забезпечать їхню безпечну та надійну експлуатацію. Так перед складанням 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.

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.

Точність вимірів перед початком робіт необхідно точно заміряти ширину, висоту та глибину отвору, враховуючи запас для профілів, ущільнювачів та інших монтажних елементів. Рівна та міцна основа повинна бути рівною, стабільною і витримувати навантаження воріт.

Набір інструментів для складання воріт використовують перфоратор, дріль або шуруповерт, болгарка, набір свердел, рівень ключі та інші інструменти – усе це має бути готове до роботи. Якщо монтаж передбачає роботи на підмостях або риштування, обов'язково дотримуватися правила.

За допомогою рівня та будівельного олівця відзначаємо місце для кріплення. Перевіряємо вертикальність стійок і симетричність розташування направляючих. Щоб уникнути перекосів, обов'язково вимірювати діагоналі після встановлення основних елементів.

Після завершення монтажу обов'язково перевірити плавність і правильність роботи воріт. Дотримування цих вимог дозволить не лише забезпечити належну функціональність і довговічність воріт, а й гарантувати їх безпечну експлуатацію.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Вимоги до якості воріт залежать від їхнього типу та призначення. Ворота повинні виготовлятися з надійних, корозійностійких матеріалів (наприклад, сталі Ст3сп), що забезпечують довговічність конструкції та її здатність витримувати механічні та атмосферні навантаження.

Конструкції мають відповідати національним та європейським стандартам, що гарантує безпеку, надійність та правильне функціонування воріт. Правильна збірка, точне зварювання, кріплення та вирівнювання пройому – усі ці фактори впливають на експлуатаційну надійність

Підсумовуючи, якісні ворота - це не лише міцна конструкція з добрих матеріалів, а й продуманий дизайн, правильне складання і дотримання стандартів безпеки.

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

Для виготовлення воріт паркових використовується профільний прокат 60x40, труба Ст 30x20x2, профіль 60x40, смуга Ст 30x4, петля 120xØ30.

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

- створення ескізу воріт із врахуванням їх типу та вимог замовника;
- розрахунок параметрів конструкції: розмір, вага, геометрія, вимоги до міцності та естетики;
- вибір металу використовують сталь або алюміній залежно від вимог до міцності і зовнішнього вигляду;
- заготовки ріжуться за розмірами згідно з кресленнями, проводиться зачистка від окалини та іржі, що забезпечує якісну адгезію наступних покриттів.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зварювання воріт здійснюється ручним дуговим способом із застосуванням електродів марки АНО-21 діаметром 3 мм. Ці електроди мають рутилові покриття і відносяться до класу Е46. В якості джерел живлення слугують інверторні зварювальні апарати Macht MWM-265 Н, що видають максимальний струм 150 А.

Що стосується техніки виконання зварювання, то процес виконується нахиленим електродом під кутом 45°, при цьому проміжок між поверхнею деталей і торцем електрода повинен знаходитися 3мм. Інформація про режим зварювання воріт міститься в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Ручне дугове зварювання воріт

Катет шва, мм	3,0
Діаметри електроду, мм	3,0
Зварювальний струм, А	90

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

- Вибір матеріалів визначають тип металу (профільна труба, тощо) відповідно до проектних вимог і навантаження конструкції.
- Розрізання та обробка заготовок за кресленням, проводять зачистку поверхонь від фарби, іржі та бруду для забезпечення якісного зварного з'єднання.
- Підготовка зварних кромки виконується для досягнення повного проплавлення необхідно забезпечити правильну геометрію кромки, іноді із застосуванням кромкування.
- Встановлення деталей заготовок розташовують відповідно проектної схеми, проводять тимчасове скріплення для утримання елементів у правильному положенні.

- Вибір методу зварювання залежно від товщини матеріалу, типу металу та вимог до естетики.

- Підбір параметрів зварювання - електроду, сили струму та швидкості подачі електрода здійснюється з урахуванням товщини металу та вимог до зварного шва.

- Виконання зварювання способом напівавтоматичного зварювання в захисних газах.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Ворота «КЗС» представляють собою зварну конструкцію, яка виготовлюється з можливим використанням наступних методів:

1) напіваавтоматичного 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;

2) якщо головним завданням є висока продуктивність, наприклад, при масовому виробництві, то методи, такі як MIG/MAG, можуть бути переважним через швидкість виконання робіт;

3) вибір обладнання та матеріалів також впливає на загальну економічну ефективність процесу;

4) температурний режим, доступність зварювального обладнання та вимоги до безпеки можуть визначити доцільність використання певних методів;

5) при зварюванні сталевих конструкцій, де пріоритетом є швидкість виробництва та економічність, оптимальним варіантом є MIG/MAG зварювання.

Аналіз даних способів дозволяє застосовувати напіваавтоматичне зварювання для воріт «КЗС» з врахуванням технологічності конструкцій. Виконання зварних швів в різних положеннях вказує на те, що найбільша доцільність в застосуванні напіваавтоматичного зварювання.

Технічним переваги зварювання в середовищі захисного газу є відносна простота та висока продуктивність процесу, можливість вести процес у напіваавтоматичному й автоматичному виконанні, мала зона термічного впливу, а відповідно і деформації, зварювання швів у різних

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

просторових положеннях, що дає можливість його швидкого і якісного виконання, висока якість захисту зварювальної дуги [3, с.147].

Виконання даного способу напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі (CO) воріт зображене на рисунку 2.1.

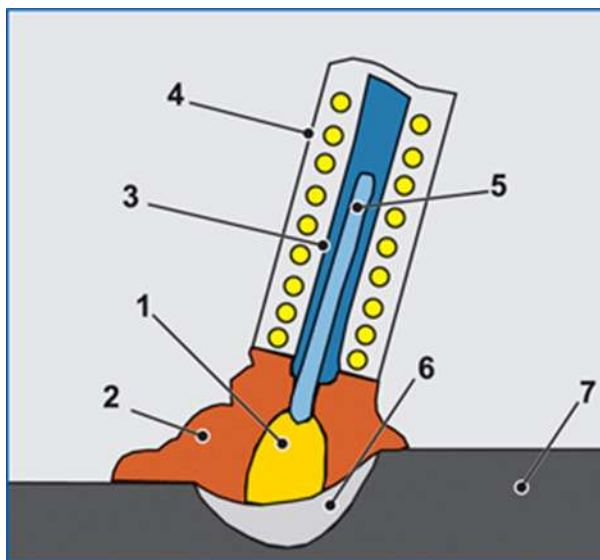


Рисунок 2.1 – Напівавтоматичне зварювання у вуглекислому газі (CO)

1 – зварювальна дуга; 2 – газовий захист; 3 – мундштук; 4 – сопло; 5 – зварювальний дріт; 6 – зварювальна ванна; 7 – наплавлений метал шва

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Вибір зварювальних матеріалів є основною для створення надійних та міцних зварних з'єднань. Правильний вибір цих матеріалів впливає на якість зварного шва, експлуатаційні характеристики конструкції воріт «КЗС» та її довговічність. Розглянемо основні критерії, що допомагають визначатися з оптимальними зварювальними матеріалами, а також дамо рекомендації щодо їх зберігання та застосування.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуються в напівавтоматичному MIG,MAG та інших технологіях зварювання. Від технології зварювання MIG,MAG залежить не лише форма зварювального матеріалу, але і його спеціальні властивості, зокрема здатність до формування якісного зварного з'єднання.

Порівнюючи дві марки дроту дещо кращим властивостями по утворенню оксидних включень володіє зварювальний дріт Св-08Г2С. Ця можливість ним досягається дещо більшим складом марганцю порівняно з маркою Св-08ГС.

Розгляд елементів зварювального дроту Св-08Г2С наведений в таблиці 2.1 [4, с. 87].

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [4, с.87]

Марка дроту	Вміст, %						
	C	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 «КЗС» 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 воріт «КЗС» буде здійснювати CO₂ 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 струму і напруги на дузі.

Ворота «КЗС» зварюються всіма видами зварних з'єднань – тавровими, стиковими, кутовими з конструктивним оформленням Т1, Т3, С2, У4. Значення катетів кутового і таврового з'єднань становлять 3 мм. Кількість стикових з'єднань є меншою, тому розрахунки будуть проводитися для кутових чи таврових з відповідною величиною катета. Переріз з'єднання показаний на рисунку 2.2 з вказівкою основних його параметрів.

Схема таврового з'єднання показана на рисунку 2.2.

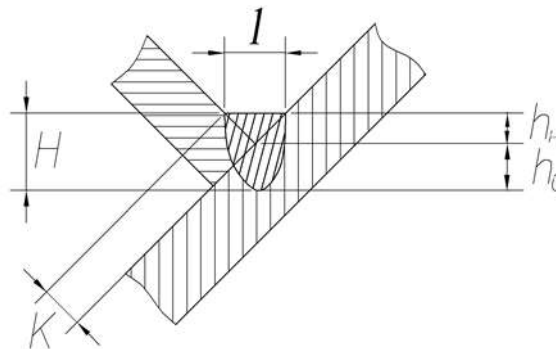


Рисунок 2.2 – Поперечний переріз з'єднання

К – катет шва; Н – висота шва; h_0 - глибина проплавлення основного металу, I – ширина шва

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

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

$$F_H = \frac{K^2}{2}; \quad [4, \text{с. 196}] (2.1)$$

де F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу, мм;

K – катет шва, приймаємо 3 мм.

$$F_H = \frac{3^2}{2} = 4,5 \text{ мм}^2.$$

Висота наплавленого металу обчислюється за формулою:

$$C' = \sqrt{F_H}; \quad [4, \text{с. 196}] (2.2)$$

де C' - висота наплавленого металу, мм.

$$C' = \sqrt{4,5} = 2,12 \text{ мм.}$$

Ширина шва вираховується, як гіпотенуза прямокутного трикутника (рисунок 2.2)

$$e = \sqrt{K^2 + K^2} = \sqrt{2K^2}; \quad (2.3)$$

де e - ширина шва, мм.

$$e = \sqrt{2 \cdot 9} = 4,24 \text{ мм.}$$

Загальна висота шва обчислюється із співвідношення:

$$e = \Psi_{np} \cdot H; \quad [4, \text{с. 188}] (2.4)$$

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значення ψ_m , перебуває в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], приймаємо $=1,33$

Отже:

H – загальна висота шва, мм.

$$H = \frac{e}{\psi_{np}}; \quad (2.5)$$

$$H = \frac{4,24}{1,33} = 3,18 \text{ мм.}$$

Глибина проплавлення основного металу обчислюється за формулою:

$$H_1 = H - C'; \quad [4, \text{с. 197}] \quad (2.6)$$

де H_1 - глибина проплавлення основного металу шва, мм.

$$H_1 = 3,18 - 2,12 = 1,06 \text{ мм.}$$

Вибираємо діаметр електродного дроту в залежності від катета шва і приймаємо його рівним 0,8 мм [4, с. 106].

Величина зварювального струму обчислюється за формулою:

$$I_{зв} = \frac{H_1}{K_h} \cdot 100; \quad [4, \text{с. 192}] \quad (2.7)$$

де K_h - коефіцієнт пропорційності, який залежить від умов ведення зварювання, приймаємо 1,45 мм/100А [4, с. 193].

$$I_{зв} = \frac{1,06}{1,45} \cdot 100 = 73,1 \approx 75 \text{ А.}$$

По розрахованому значенні зварювального струму уточнюємо діаметр електродного дроту за формулою:

$$d_e = 1,13 \sqrt{I_{зв} / \gamma}; \quad [4, \text{с. 193}] (2.8)$$

де d_e – діаметр електродного дроту, мм;

γ – допустима густина струму, А/мм².

Орієнтовно приймаємо 140 А/ мм² [5, с. 244].

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{75}{140}} = 0,83 \text{ мм.}$$

Напруга на дузі обчислюється за формулою:

$$U_g = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1; \quad [4, \text{с. 194}] (2.9)$$

$$U_g = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{0,8^{0,5}} \cdot 75 = 24,19 \pm 1 \text{ В.}$$

Приймаємо напругу рівною 25 В.

Швидкість подачі електродного дроту обчислюється за формулою:

$$V_{n.д} = \frac{4\alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot c / c^2 \cdot \gamma}; \quad [5, \text{с. 212}] (2.10)$$

де γ – густина металу електродного дроту, кг/м³. Приймаємо $\gamma=7800$ кг/м³;

α_n - коефіцієнт наплавлення металу, кг/(А·год).

c – діаметр електродного дроту (в цій формулі).

Виконуючи зварювання на постійному струмі зворотної полярності α_n =11,6±0,4 г/(А·год) [5, с. 246]. Приймаємо α_n =12·10⁻³ кг/(А·год).

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{п.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 75}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7,8 \cdot 10^3} = 229,67 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання обчислюється за формулою:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}; \quad [4, \text{с. 194}] \quad (2.11)$$

де А – коефіцієнт, який визначається в залежності від діаметру дроту.
Приймаємо $A=2,0 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м/год}$ [4, с. 194].

$$V_{зв} = \frac{2,0 \cdot 10^3}{75} = 27 \text{ м/год.}$$

Витрати захисного газу становлять 8 л/хв [6, с.105].

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання таврового з'єднання

Параметри	
Форма кромки	без розроблення
Катет шва, мм	3
Кількість проходів	1
Діаметр електродного дроту, мм	0,8
Зварювальний струм, А	75
Напруга, В	24
Швидкість зварювання, м/год	27
Швидкість подачі дроту, м/год	230
Витрати газової суміші, л/хв	8

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Напівавтоматичне зварювання у вуглекислому газі воріт «КЗС» може використовувати всі види обладнання, які зустрічаються в доступному продажі. Врахувавши технологічні та економічні властивості у технологічному процесі буде застосовуватися напівавтомат типу DeWalt DXWDMIG200E.

Напівавтомат DeWalt DXWDMIG200E дозволяє виконувати зварювання [7]:

- електродним дротом MIG/MAG;
- самозахисним дротом Tesla Weld E71T-GS;
- електродуговим зварюванням у захисному газі MIG/MAG.

Завдяки панелі SMART, спрощене налаштування налаштування потужності і подачі дроту. Панель дозволяє виконувати налаштування в залежності від типу і діаметру використовуваного електродного дроту, а також від товщини металу зварюваних деталей.

Особливості використання зварювального напівавтомату DeWalt DXWDMIG200E [7]:

- 1) знімний пальник спрощує технічне обслуговування апарату;
- 2) відносно низькі енерговитрати (використовується звичайна розетка на 230 В – 40 А);
- 3) зварювання виконується з використанням катушок діаметром 100 мм;
- 4) стабільна подача електродного дроту завдяки потужному подавальному механізму на 40 В;
- 5) 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].

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата DeWalt DXWDMIG200E [7]

Характеристика	Значення
Захист від підігрівання	є
Максимальний зварювальний струм, А	200
Мінімальний зварювальний струм, А	40
Напруга мережі, В	230
Напруга холостого ходу, В	65
Максимальна потужність, кВА	5.8-6.4
Подача електродного дроту	покрокова
Мінімальний діаметр електродного дроту, мм	1.6
Максимальний діаметр електродного дроту, мм	4
Маса, кг	27
Габаритні розміри	
Ширина	600
Довжина	260
Висота	375



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата DeWalt DXWDMIG200E [7]

Даний зварювальний напіватомат комплектується пальником марки Star MIG 460216 Welding Machine технічні характеристики якого представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики зварювального пальника Star MIG 460216 Welding Machine

Номінальний зварювальний струм, А	200
Спосіб захисту дуги	газовий
Діаметр електродного дроту, мм	0,8
Довжина шлангів, м	3,0

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

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

Існують такі види контролю якості:

А) Ручний контроль – виконується виключно за участю оператора за допомогою простих приладів;

Б) Механізований контроль – відбувається спеціальними пристроями, які зменшують трудомісткість процесу;

В) Автоматичний контроль – часткова або повна автоматизація процесу контролю за допомогою комп'ютерних систем та спеціального обладнання. Це підвищує точність і знижує людський фактор.

Одним з головних методів приймального контролю є зовнішній огляд, що дозволяє контролювати всі операції технологічно процесу виготовлення конструкції, починаючи від формоутворення заготовок та закінчуючи вже сформованими зварними з'єднаннями.

Вибір системи контролю якості – це комплексне завдання, яке визначається особливостями продукції, технологічними процесами, обсягами виробництва та вимогами до кінцевого продукту. Оптимальний вибір методу контролю якості залежить від комплексної оцінки виробничих характеристик продукції, технологічних можливостей і економічних чинників.

Проведення ультразвукового контролю якості здійснюється по спеціальній схемі, так наприклад для з'єднань, як показано на рисунку 2.4, контроль проводиться введенням коливань у горизонтально розміщену деталь, що дозволяє підвищити його якість.

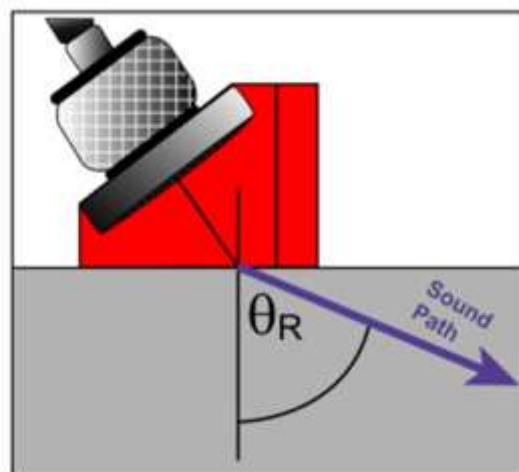


Рисунок 2.4 – Схема контролю геометричних розмірів зварного шва за допомогою щупа

Проведення контролю вважається найбільш точним, якщо зварні з'єднання задовольняють такі вимоги: вільний доступ, достатня шорсткість поверхонь основного металу, щільна структура зварного шва, яка задовольнить всі умови для проходження ультразвуку без присутніх похибок.

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

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологія виготовлення воріт «КЗС» полягає у застосуванні різних операцій серед яких очищення, розмічування, різання, точіння, складання, зварювання, зачищення і контроль якості. Виконання кожної із них має важливе значення, що впливає на цілісність технологічного процесу виготовлення воріт «КЗС».

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.

Першою операцією технологічного процесу є очищення, яке використовується для очищення деталей зварної конструкції воріт «КЗС» із застосуванням піскоструминного апарату TORIN TRG4012, який зображений на рисунку 2.5 [8].

Розмічувальні роботи здійснюються за допомогою: рулетки, штангенциркуля, кернера, маркера.

Процес різання відбувається за допомогою дискової пили по металу MAST Metalltechnik M-D225 [9], яка зображена на рисунку 2.6.



Рисунок 2.5 – Піскоструминний апарат TORIN TRG4012

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.6 – Верстат плазмового різання Диска пил по металу
MAST Metalltechnik M-D225

2.6.2 Складальні операції

Для виконання складання воріт «КЗС» відноситься фіксація деталей з відповідним розміщенням для подальшого формування конструкції, тому від нього залежить якість і точність виготовлення, а друга його характерна особливість стосується підвищення продуктивності праці виробничого циклу.

Процес складання воріт «КЗС» відбувається наступним чином:

- перед початком робіт перевірити, що всі деталі знаходяться на поверхні бази стола і відповідають кресленню;
- головним етапом є зварювання несучого каркасу воріт із Т-профілю;
- після формування каркасу встановлюють петлі (завіси);
- важливо перевірити рівність і стабільність звареної конструкції, скоригувати можливі відхилення та забезпечити правильну установку усіх складових деталей;
- після зварювання шви шліфуються та піддаються антикорозійній обробці.

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання складально-зварювальних операцій включає фіксацію деталей з відповідними розміщеннями для подальшого формування самої конструкції, їх прихоплення затискачами 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 проплавляти деталі забезпечувати стабільне формування швів. Якість зварювання безпосередньо залежить від властивостей з'єднань, які повинні мати відповідну конструктивну форму і задану ширину або катет шва.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Ворота «КЗС» зварюються напівавтоматичним способом у захисному вуглекислому газі. Для даного процесу небажаним є присутність надмірного розбризкування металу, що супроводжуються подальшим налипанням крапель, як на основному металі, так і контактуючих деталях. Тому потрібно вжити деяких заходів, щоб зачистити ці налипання. Очищення налипання розбризкуваного металу здійснюється за допомогою кутової шліфувальної машини DeWalt DWE490 [10], яка показана на рисунку 2.7, із застосуванням захисних прозорих окулярів Wurth ANDROMEDA, зубила Toptul 19x200мм та молотка слюсарного Bosch Professional 900 г.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.7 – Кутова шліфувальна машина DeWalt DWE490

2.6.5 Допоміжні операції

Виконання технологічного процесу виготовлення воріт «КЗС» не можливе 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, а також технологічні переміщення відповідного обладнання, пристосувань та інструментів. Очищення від фарби, оксидів, мастил та інших забруднень. Видалення іржі, шліфування або обробка спеціальними засобами для досягнення необхідного рівня чистоти.

Точне розміщення місць зварювання для забезпечення геометричної точності конструкції. Використання шаблонів або допоміжних приладів для правильного розташування деталей.

Перевірка зварювальних апаратів, контроль газового захисту та інших параметрів. Використання стандартних технологічних карт або інструкцій для конкретних матеріалів і конструкцій.

Зварювання контрольного шва для перевірки відповідності налаштувань технології. Забезпечення правильного порядку виконання механічних операцій для уникнення деформацій. Візуальний, ультразвуковий контроль якості швів.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.6 Контроль якості

Якість зварних з'єднань є критичним показником надійності та довговічності конструкції, зокрема у випадку воріт «КЗС». Ці вироби використовуються в умовах підвищених механічних навантажень та контроль якості зварювання набуває особливого значення. Основна мета контрольних операцій – забезпечити відповідність зварних швів встановленим стандартам, уникнути дефектів, таких як пористість, тріщини, недостатня пропускну здатність шва, що може призвести до втрати експлуатаційних характеристик.

Перевіряється маркам сталі, хімічному складу та їх здатності до зварювання. відповідність матеріалів технічним характеристикам. Особлива увага приділяється налаштуванню зварювальних апаратів, перевіряються електроди та інші витратні матеріали. Важливим є дотримання технологічного процесу, що включає попереднє розігрівання матеріалу та контроль температурного режиму.

Забезпечується чистота робочої зони, відсутність сторонніх домішок, правильна організація вентиляції та освітлення.

Контроль якості зварювання проводиться на декількох етапах, що дозволяє своєчасно виявити дефекти і корегувати технологічний процес.

Візуальний огляд проводиться як під час зварювання, так і після завершення робіт. Оцінюючи форму шва, його ширину, глибину проникнення та рівномірність заповнення.

Ультразвуковий контроль використовується для невидимих для ока дефектів. За допомогою ультразвукових датчиків визначається однорідність зварного з'єднання та глибина виявлених дефектів.

Таким чином, систематичний контроль якості зварних з'єднань не лише дозволяє відповідати нормативним вимогам, а й забезпечує надійність конструкції в умовах експлуатаційних навантажень. Впровадження сучасних технологій контролю, використання високоякісного обладнання та

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дотримання встановлених стандартів гарантують, що зварні з'єднання володіють необхідними експлуатаційними характеристиками.

Тому контроль якості воріт КЗС буде виконуватися зовнішнім оглядом із додатковим застосуванням вимірювальних інструментів, це дозволить контролювати якість та геометрію зварної конструкції.

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

Виготовлення воріт «КЗС» відбувається методом напівавтоматичного зварювання 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 застосовуватимуть формули, які представлені стандартом ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження». Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів напівавтоматичного електрозварювання.

Маса наплавленого металу визначається за формулою [11,с.6]:

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

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_H = 11 \text{ г/А}\cdot\text{год}$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}=75 \text{ А}$;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=4,6 \text{ м}$.

$$Q_H = 11 \cdot 10^{-3} \cdot 75 \cdot 4,6 = 4,8 \text{ кг.}$$

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Витрати присаджувального матеріалу розраховуються за формулою [11,с.7]:

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

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 4,83 \cdot 0,7 = 3,38 \text{ кг},$$

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

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 4,8 \cdot 0,5 = 2,41 \text{ кг}.$$

Тоді:

$$H_{\text{ел}} = 3,38 + 2,41 = 5,79 \text{ кг}.$$

Норми витрат захисної суміші розраховуються за формулою [11,с.10]:

$$H_r = Q_p \cdot K_r, \quad (2.16)$$

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

$$H_r = 3,38 \cdot 0,9 = 3,04 \text{ кг}.$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу розраховуються за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_n \cdot \eta_n \cdot K_n}, \quad (2.17)$$

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де – U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{24}{11 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = 3,4 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва розраховуються за формулою:

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

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,037$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 24 \cdot 75 \cdot 0,037}{0,85 \cdot 0,75} = 1,04 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на зварювання виробу в цілому розраховуються:

$$E_{\Sigma} = E \cdot l_{ш}, \quad (2.19)$$

$$E_{\Sigma} = 1,04 \cdot 4,6 = 4,87 \text{ кВт.}$$

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 виконується правильно та у відповідній послідовності згідно усіх присутніх вимог. Процес зварювання залежить від складальних операцій, які повинні забезпечити надійність фіксації деталей при відповідних зазорах і в певному положенні. Тому виходячи з цього дані операції здійснюються із застосуванням складального та складально-зварювального обладнання і пристосувань. На складальному обладнанні виконується тільки одна операція, котра як правило закінчується постановкою прихоплень між стиками з'єднувальних деталей.

Складально-зварювальне пристосування воріт «КЗС» повинно задовольняти такі вимоги:

- забезпечити правильне розташування та стабільність зварювальних елементів;
- зменшити трудомісткість робіт за рахунок механізації процесу;
- підвищити точність та якість зварних з'єднань за рахунок зменшення похибок встановлення деталей;
- швидке складання конструкції воріт;
- точне позиціювання деталей для забезпечення міцності та геометричності зварних швів;

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 діляниць, завантаженість робочих місць, склад технологічного процесу виготовлення та ін. Тому коли складність конструкції не дозволяє застосовувати складально-зварювальне обладнання,

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

то тоді застосовується тільки складальне або навпаки. Але в загальному краще 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 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. Аналіз складального креслення виробу або конструкції і технічних вимог, що до них пред'являються. Тут визначальним є технологічність цих конструкцій, яка вказує на особливості геометричної форми і товщини. Правильна технологічність конструкції напряду пов'язана із якістю, отже її потрібно аналізувати ще на початковому етапі проектуванні.

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 етапі проектування обов'язково повинен володіти конструктор при створенні обладнання.

3. Об'єм 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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 обґрунтуватись з визначенням певних показників. Так об'єми робіт виконуваних на пристосуваннях повинні відшкодувати попередню закладену в них вартість.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

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

Опори складально-зварювальних пристосувань можуть бути двох типів основні та допоміжні. Забезпечення правильного проектного положення деталей виробу відбуваються 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 виробу, якщо вони гарно оброблені, то застосовуються пластини, а якщо поверхня необроблена, то опорами, які дозволяють встановлювати деталь по наявних отворах. В залежності від способу встановлення існують гвинтові опори.

Використання даних упорів дозволяє зафіксувати деталь або складальну одиницю по бічній поверхні. Залежно від класифікації упори ,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 пристосуванні деталь тільки

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одного ступеню вільності, проте їх спрацювання в процесі застосування є значним. Тому поверхні упорів перед використанням термічно обробляють.

Також можливе використання універсальних упорів, які є одночасно 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 маси.

Технологічний процес виготовлення воріт «КЗС» у своєму складі в якості основних пристосувань використовує складально-зварювальні столи модульного типу. Об'ємна модель даного пристосування показана на рисунку 3.1



Рисунок 3.1 – Модель секційного модульного стола

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Для більш детального огляду модульного секційного стола та його складальних деталей виконано кресленик, який представлений на рисунку 3.2.

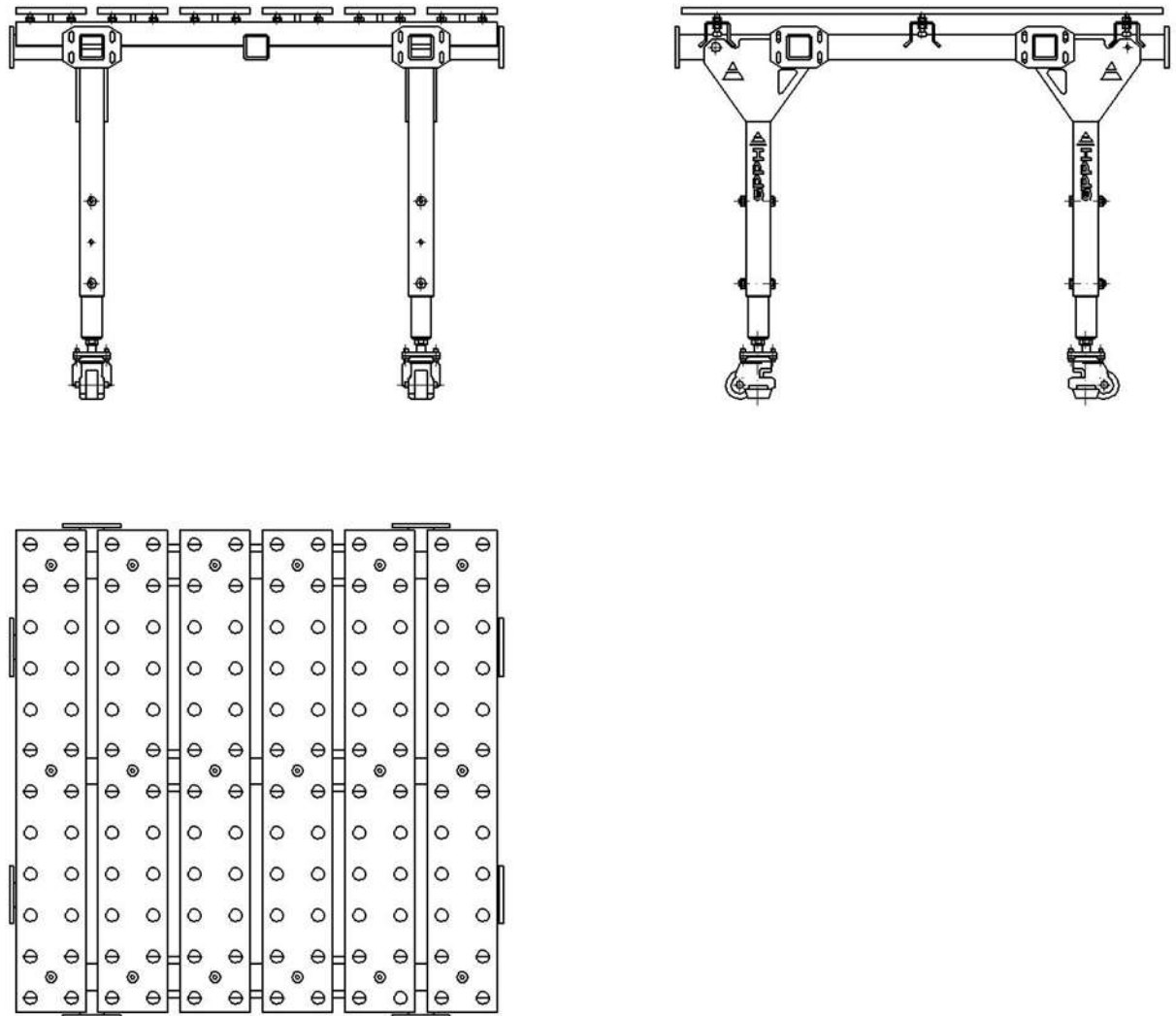


Рисунок 3.2 – Складально-зварювальний модульний секційний стіл

Для закріплення елементів конструкції воріт застосовуються важільні кріпильні притискачі, схема одного з них показана на рисунку 3.3.

Важільний притискач – це механічний пристрій, призначений для швидкого фіксування або затискання деталей за допомогою важеля, який забезпечує передачу зусилля та надійну фіксацію без застосування додаткового інструменту.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Основні характеристики важільного затискача: працює за принципом важеля з фіксатором; забезпечує швидке встановлення та зняття деталі; може бути встановлений на столі, шаблонах, зварювальні рамі. Використовується в зварювальних виробничих роботах.

Важільний затискач призначений для швидкої, зручної та надійної фіксації деталей під час виконання різних технічних або виробничих робіт. Основні цілі використання важільного затискача: фіксація заготовок, прискорення робочого процесу, забезпечення повторюваності позиціонування, безпека роботи.

Принципи дії важільного затискача: передача зусилля через важіль; фіксація за допомогою кулачка; надійне утримання. Важільний затискач перетворює мале зусилля руки у великий затискний процес у роботі.



Рисунок 3.3 – Важільний кріпильний притискач

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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 КЗС

Показник	Одиниці вимірюв.	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	4000x1700x60	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Ст3сп	кг	95	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	1,3	
вуглекислий газ (CO ₂)	кг	3,5	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	2,5	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь Ст3сп	грн	30,2	30,08
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	119	118
вуглекислий газ (CO ₂)	грн	18,45	18,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	10	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення воріт КЗС

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Очищення	$\frac{3}{П}$	Гіскострум. апарат TORIN TRG4012	7000	молоток	335	IV	$\frac{3,5}{2,6}$
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка штангенц. кернер маркер	268 462 176 98	IV	3,8
Різання	$\frac{3}{П}$	Дискова пила MAST Metalltechnik M-D225	26000			IV	5,6
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл модульний секційний з притискачами	123900	молоток	335	IV	$\frac{7,1}{6,3}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний напівавтомат DeWalt DXWDMIG200	81000			IV	$\frac{7,3}{6,4}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліфувальна машинка DeWalt DWE490	7500	щітка молоток диск зачисн.	125 335 48	III	5,4
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Набір візуального контролю	8500			VI	3,7
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Лебідка електрична	10000			IV	2,1

Штучна норма часу:

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

по проекту 33,8;

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по проекту 2,1.

Загальна штучна норма часу: по заводу 38,5;

по проекту 35,9.

Для виготовлення воріт КЗС застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [12, 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 [12, 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);

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Кількість робочих місць для виконання очищення при виготовленні воріт КЗС:

- 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:

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
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 [12, с.12]:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^m B_{mp} \cdot N_{kp} \cdot t_{kp}}{\Phi_n \cdot K_{kp}}, \quad (4.3)$$

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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;

Φ_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 [12, с.13]:

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

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

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

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 3000 \text{ шт.}$;

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$K_{вн}=3,1...3,2$;

Необхідна кількість очищувальників:

- 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:

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:				
очищувальники	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	2869	2857,6	8607000	8572800
З/П	Зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	119	118	154,7	153,4	464100	460200
З/П	Вуглекислий газ (CO ₂)	кг	18,45	18,25	64,58	63,88	193725	191625
Р- ом					3088,28	3074,88	9264825	9224625

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	143,45	142,88	430350	428640	10	10	30000	30000
3/П	5	5,95	5,9	7,74	7,67	23205	23010				
3/П	5	0,92	0,91	3,23	3,19	9686,25	9581,25				
Р- ом		8,38	8,32	154,41	153,74	463241,25	461231,25	10	10	30000	30000

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 [12, с.18]:

$$3_{oo} = \sum_1^y C_{pi} \cdot T_{um}, \quad (4.5)$$

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) [12, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [12, с.18]:

$$З_{до} = З_{до} (Д_1 + Д_2), \quad (4.6)$$

де $Д_1$ - доплата за шкідливість, грн, $Д_1 = 12...24 \%$, приймаємо $Д_1 = 20 \%$; $Д_2$ - інші доплати, грн, $Д_2 = 15...20 \%$, приймаємо $Д_2 = 15 \%$.

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [12, с.18]:

$$З_{по} = З_{до} \cdot P, \quad (4.7)$$

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

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

Затрати по оплаті праці очищувальників:

- заводський варіант:

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

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

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

- проектний варіант:

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

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

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

Затрати по оплаті праці розмічувальників (за двома варіантами):

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

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

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

Затрати по оплаті праці різальників (за двома варіантами):

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

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

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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):

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

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [12, с.19]:

$$З_{од} = r_{\partial} \cdot C_p \cdot \Phi_{ef}, \quad (4.8)$$

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

r_{∂} - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

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

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

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

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

$$З_{дд} = 138750 \cdot 0,35 = 48562,5 \text{ грн;}$$

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

Затрати по оплаті праці ремонтників:

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

$$З_{дд} = 138750 \cdot 0,35 = 48562,5 \text{ грн;}$$

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

Затрати по оплаті праці електриків:

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

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

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

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 [12, с.19]:

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці МОП:

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

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

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

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	
Основні робітники:						
очищувальники	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	
Допоміжні робітники:	138750		48562,5		55500	
налагоджувальники						
ремонтники						
електрики						
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:	3088,28	3074,88
сталь Ст3сп	2869	2857,6
зварювальний дріт Св-08Г2С	154,7	153,4
вуглекислий газ (CO ₂)	64,58	63,88
Поворотні відходи	10	
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	5155,23	4827,07

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:						
очищувальне	2	1	7000	7000	350	350
різальне	3	3	26000	26000	1300	1300
складальне	4	3	123900	123900	6195	6195
зварювальне	4	3	81000	81000	4050	4050
зачищувальне	3	3	7500	7500	375	375
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
штангенциркуль	10	9	462	462	23,1	23,1
маркер	10	9	98	98	4,9	4,9
Разом						

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:					
очищувальне	143500	7350	8,5	1219,75	624,75
різальне	79300	79300	8,5	6740,5	6740,5
складальне	501795	377895	7	35125,65	26452,65
зварювальне	328050	247050	7,5	24603,75	18528,75
зачищувальне	22875	22875	8,5	1944,38	1944,38
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
штангенциркуль	4643,1	4181,1		696,47	627,17
маркер	984,9	886,9		147,74	133,04
Разом	4367380,6	4153982,6		242391,99	226824,29

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [12, 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 ($C_{nz} = 8616,38$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 7919,43$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 5155,23$ грн/шт);

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}= 4827,07$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((8616,38 + 0,15 \cdot 5155,23) - (7919,43 + 0,15 \cdot 4827,07)) \cdot 3000 = \\ = 2238522 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [12,с.28]:

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}= 19590690$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 18408360$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [12, с.28]:

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

$$E_{yp} = 3000 \cdot (8616,38 - 7919,43) = 2090850 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{19590690 - 18408360}{2090850} = 0,57 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						59
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	8616,38	7919,43
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	28	25
- основних робітників	чол	21	18
Фондомісткість продукції	грн/шт	5155,23	4827,07
Умовна річна економія	грн	-	2090850
Річний економічний ефект	грн	-	2238522
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,57
Місячний оклад основних робітників:			
- очищувальники	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 Вимоги безпеки при газополумених роботах

При газополумених роботах у повітрі робочої зони накопичуються шкідливі речовини. Одні з них утворюються внаслідок взаємодії полум'я з металом і повітрям – з'єднання марганцю, заліза, хрому, нікелю, міді, цинку та інших металів, монооксиду вуглецю та оксиду азоту. Інші проникають у повітря з ацетиленового генератора – ацетилен, природний газ, зріджені гази (бутан, пропан), пари рідкого пального (бензин, гас), кисень і домішки ацетилену – фосфористий водень (фосфін) і сірководень. Ці речовини є шкідливими й небезпечними для зварників, деякі з них – вибухо- й пожежонебезпечні [13, с.116].

Газозварювальні роботи мають виконуватися на відстані не менше 10 м від пересувних генераторів, 5 м – від балонів і баків з рідким паливом, 1,5 м – від газопроводу [13, с.116]. У разі направлення полум'я в бік джерел живлення застосовують заходи захисту від впливу теплоти полум'я шляхом установа металевих ширм.

Перш ніж розпочати роботу, необхідно перевірити справність апаратури, обладнання, балонів, рукавів, герметичність з'єднань, справність пломб на редукторах і затворах.

У разі перегрівання пальника роботу треба припинити, а пальник охолодити водою [13, с.116].

Після закінчення роботи потрібно перекрити усі вентиля на балонах, викрутити гвинт редуктора, відкрити вентиль на пальнику (різаку), навести лад на робочому місці, прибрати обладнання в спеціально відведене місце.

При виконанні наступних видів зварювальних робіт забороняється [13, с.116]:

1) *при газополумених роботах*: експлуатувати обладнання власного виготовлення; виконувати роботи в разі порушення герметичності з'єднань і рукавів; працювати без спецодягу та засобів індивідуального захисту, у за-

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

масленому одязі; використовувати кисень для очищення одягу; виконувати роботи без протипожежних засобів; палити під час роботи з пересувним ацетиленовим генератором, карбідом кальцію, рідким паливом; ремонтувати пальник та інше обладнання на робочому місці; установлювати пересувні генератори в похилому положенні та поряд з кисневим балоном; транспортувати кисневі й ацетиленові балони (за винятком двох балонів до робочого місця);

2) *при монтажних роботах*: продовжувати роботу при зворотному ударі або виявленні несправностей обладнання; тримати під час роботи рукави на плечах, ногах, навколо поясу; переміщуватись із запаленим пальником трапами, драбинами, переходити з поверху на поверх; зберігати мастильні матеріали поруч із кисневим балоном; зберігати карбід кальцію у відкритій тарі на робочому місці; переносити завантажений генератор; скидати з висоти балони; зливати намул на території будівельного майданчика;

3) *при застосуванні рідкого палива*: виконувати роботи з рідким паливом у закритих посудинах і колодязях; використовувати різак або пальник без зворотного клапана; застосовувати паливо, не передбачене інструкцією з експлуатації; виконувати роботи в разі появи хлопків або зворотних ударів; наливати паливо в бачок більше ніж на 3/4 його місткості; випускати повітря з бачка перш ніж погасне полум'я; відкручувати гайку насоса до повного випускання повітря з бачка; зменшувати тиск кисню на вході в різак нижче за тиск пального в бачку; користуватися рукавами невідповідного класу і тими, довжина яких перевищує 10 м; гасити водою бензин, гас або їх суміші;

4) *у посудинах, тунелях, колодязях*: працювати в закритих посудинах при недостатньому вмісті в повітрі кисню (менше за 19 %); виконувати роботу без робітника-страхувальника; зварювати або різати посудини, що перебувають під тиском або містять вибухові речовини; використовувати апаратуру, що працює на рідкому паливі; залишати пальник (різак) із запаленим полум'ям.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Таким чином, для проведення робіт у посудинах, тунелях і колодязях необхідно оформляти наряд-допуск. Обов'язково необхідно забезпечити примусову вентиляцію і місцеве освітлення з напругою 12 В. Роботу повинні виконувати не менше ніж два робітники. Один з них повинен страхувати зовні посудини. Почувши запах газу, зварник зразу ж повинен припинити роботу й покинути робоче місце [13, с.116].

Отже, дотримання вимог безпеки при газополуменових роботах має дуже важливе значення, тому що для них характерна вибухонебезпечність, яка є загрозою не тільки для працівників підприємства, але і для навколишнього середовища.

5.2 Види, вимоги та характеристика систем вентиляції для зварювальної дільниці

Вентиляція – процес повітрообміну у виробничих приміщеннях, який забезпечує нормовані значення параметрів мікроклімату та чистоту повітря.

Системи вентиляції можна умовно класифікувати за такими основними ознаками [14, с.59]:

- спосіб організації повітрообміну (природна, механічна та змішана (застосовується і природна, і механічна вентиляція));
- спосіб подачі та видалення повітря (припливна, витяжна та припливно-витяжна);
- призначення (загальнообмінна та місцева);
- тривалість дії (робоча, аварійна).

Природна вентиляція. При природній вентиляції повітрообмін здійснюється під дією природних сил – різниці густини теплого повітря всередині приміщення, більш холодного зовнішнього та сили вітру.

Природна вентиляція буває неорганізованою, якщо здійснюється через відчинені вікна, двері або нещільності у зовнішніх огорожувальних конструкціях (інфільтрація), та організованою і регульованою (аерація) [14, с.59].

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевагами природної системи вентиляції є простота конструктивного виконання та експлуатації, а також її економічність у зв'язку з відсутністю витрат енергії на переміщення великих об'ємів повітря. До недоліків природної вентиляції можна віднести залежність ефективності вентиляції від температури та швидкості зовнішнього повітря, неможливість очищення і регулювання параметрів (температура, відносна вологість) припливного та забрудненого повітря, що надходить в атмосферу [14, с.61].

Механічна вентиляція. Механічна вентиляція – комплекс вентиляторів і повітроводів, що забезпечує постійний повітрообмін у приміщенні незалежно від зовнішніх метеорологічних умов. У разі необхідності він включає пристрої для обробки повітря, яке надходить у приміщення (підігрівання, охолодження, зволоження чи осушення) та забрудненого повітря (очищення), яке викидається назовні.

При механічній вентиляції організований рух повітря виникає за рахунок різниці тисків (напорів), що створюється вентиляторами. Вона застосовується у вентиляційних системах із значними аеродинамічними опорами, які виникають у випадках складної обробки та розподілу повітря. Механічна вентиляція може бути припливною чи витяжною, припливно-витяжною, а також загальнообмінною та місцевою [14, с.62].

Припливна система вентиляції, забирає зовнішнє повітря вентилятором через фільтр для очищення від пилу, через калорифер для підігріву повітря чи через кондиціонер, яке потім подається у приміщення, де створюється надлишковий тиск. Забруднене повітря виходить назовні через двері, вікна, ліхтарі та щілини або інші приміщення неочищеним. Припливні системи застосовуються для вентиляції приміщень, в яких не допускається попадання забрудненого повітря зовні чи суміжних приміщень. Припливні системи вентиляції також компенсують повітря, що витягується місцевими відсмоктувачами та витрачається на технологічні потреби: вогневі процеси, компресорні установки, пневмотранспорт тощо [14, с.62].

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витяжна система вентиляції, через мережу повітроводів видаляє за допомогою вентилятора забруднене повітря, яке перед викидом в атмосферу очищається. При цьому в приміщенні створюється знижений тиск, внаслідок чого повітря підсмоктується зовні через вікна, двері, нещільності конструкції або із суміжних приміщень. Витяжні системи доцільно застосовувати [14, с.63]:

- у випадках, коли шкідливі виділення речовин даного приміщення не повинні поширюватися на інші;
- для приміщень із короткочасним перебуванням людей та при невеликих кількостях витяжного повітря.

Припливно-витяжна система вентиляції складається з двох окремих систем – припливної та витяжної, які одночасно подають у приміщення чисте повітря та витягують із нього забруднене. Припливно-витяжні системи є найбільш поширеними у промисловості, тому що вони більш повно задовольняють умовам створення нормованих параметрів повітря у робочій зоні виробничих приміщень [14, с.63].

Можливе влаштування *змішаної системи* при одночасній дії механічної та природної вентиляції [14, с.64].

Загальнообмінна вентиляція призначена для заміни забрудненого повітря на чисте в усьому об'ємі приміщення. Вона застосовується в тому випадку, коли шкідливі виділення речовини надходять безпосередньо у повітря приміщення та коли робочі місця розташовуються по усьому приміщенню. Види загальнообмінної вентиляції – природна, механічна і змішана [14, с.64].

Місцева вентиляція. При значних об'ємах виробничих приміщень, невеликій кількості працюючих та наявності постійних робочих місць технічно обгрунтовано та економічно доцільно створювати необхідні метеорологічні умови та чистоту повітря безпосередньо на робочих місцях місцевими способами вентиляції – витяжною (локалізована) чи припливною (душування) та ін. [14, с.65].

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комбінована система вентиляції є поєднання елементів місцевої та загальнообмінної вентиляції. Локалізована система забирає шкідливі речовини із місцевих відсмоктувачів. Проте частина шкідливих речовин, що внаслідок різних причин не потрапила в місцеві відсмоктувачі, надходить у приміщення та витягується загальнообмінною вентиляцією [14, с.76].

Аварійна вентиляція. У деяких виробничих приміщеннях можливе раптове надходження в повітря великої кількості шкідливих або вибухонебезпечних газів і парів (наприклад, ацетилену, природного газу та інших, парів бензину тощо).

Для швидкої заміни повітря у приміщенні на випадок аварії передбачають систему аварійної вентиляції, яка повинна вмикатися автоматично при досягненні допустимої концентрації межі шкідливих або небезпечних виділень. Звичайно її влаштовують за допомогою осьових вентиляторів [14, с.77].

Кондиціювання повітря. Найбільш досконалою системою механічної вентиляції є кондиціювання повітря, яке застосовується для штучного створення оптимальних параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях або на робочих місцях. Необхідність наявності оптимальних параметрів мікроклімату (температури, відносної вологості та швидкості руху повітря) обумовлено санітарно-гігієнічними або технологічними вимогами виробництва. Створення та підтримання постійних чи змінюваних за заданою програмою визначених параметрів повітряного середовища проводиться автоматично незалежно від зміни зовнішніх метеорологічних умов та всередині приміщення (при частковій рециркуляції повітря) і здійснюється в спеціальних установках – кондиціонерах [14, с.76].

При проектуванні вентиляції необхідно дотримуватися таких вимог [14, с.59]:

1) вентиляція повинна забезпечувати необхідну чистоту повітря та параметри мікроклімату виробничого приміщення;

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) загальнообмінна вентиляція повинна забезпечувати ефективний баланс між об'ємами повітря, що надходять в приміщення та видаляються з нього;

3) система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрація, пожежо-вибухонебезпека);

4) вентиляційне обладнання не повинно заважати рухові внутрішньо-цехового транспорту, знижувати продуктивність праці, впливати на якість зварювання;

5) вентиляція повинна забезпечувати економічність та надійність при експлуатації.

Тому враховуючи обсяги виконання зварювальних робіт на дільниці, вибирається найбільш доцільний тип вентиляційної системи, яка здатна забезпечити необхідний рівень мікроклімату у приміщенні, а також попередити професійні захворювання, отруєння працівників.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Розроблений технологічний процес виготовлення воріт «КЗС» має певні переваги порівняно з існуючим, які полягають у покращенні певних видів робіт та операцій.

Очищення – це технологія обробки поверхонь, яка передбачає подачу абразивного матеріалу (зазвичай піску, дрібних металевих гранул або соди) під високим тиском повітря або води.

Розмічування – це процес нанесення на заготовку чітких позначок (ліній, кіл, точок) за допомогою вимірювальних і розмічувальних інструментів для визначення меж подальшої обробки та перенесення геометричних параметрів з креслення на виріб.

Різання – це розділення металевих заготовок за допомогою обертового дискового інструмента. Під час різання диск обертається і розділяє матеріал, забезпечує чистий і точний розріз.

Зачищення – це процес остаточного очищення та доопрацювання поверхонь деталей після основної обробки. Він виконується за допомогою спеціального обладнання, яке дозволяє видалити залишкові нерівності, задирки або інші дефекти, що виникли під час механічної обробки.

Виготовлення воріт КЗС відбувається за допомогою механізованого зварювання у вуглекислому газі із застосуванням напівавтоматів типу DeWalt DXWDMIG200E. Крім цього процес зварювання буде виконуватися дротом ø0,8 мм марки Св-08Г2С.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь Ст3сп. Довідник. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/st3sp> (дата звернення: 22.05.2025).
2. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв:УДМТУ, 2002. 181 с.
3. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
4. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: <http://chertezhi.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/svarka-i-rodstvennye-protsessy/obshchaya-literatura-po-svarke/558-akulov-a-i-tekhnologiya-i-oborudovanie-svarki-plavleniem> (дата звернення: 26.05.2025).
5. Технологія електричного зварювання плавленням. Загальна література по зварюванню: веб-сайт. URL: <http://chertezhi.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/svarka-i-rodstvennye-protsessy/obshchaya-literatura-po-svarke/337-dumov-s-i-tekhnologiya-elektricheskoy-svarki-plavleniem> (дата звернення: 26.05.2025).
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. Зварювальний напівавтомат інверторний 3в1 DeWalt DXWDMIG200E. Зварювальні апарати DeWALT: веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/dewalt-dxwdmig200e/p438684668/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwna6_BhCbARIsALId2Z0eJl_bSOGf3PF0c1kAoZyhTqlm586W_uMT4Nl0tzIZ-Nl4ooGlp58aAvSgEALw_wcB (дата звернення: 27.05.2025).

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Піскоструминний апарат TORIN TRG4012. Пневмоінструмент TORIN: веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/torin_trg4012/p290289603/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwna6_BhCbARIsALId2Z2VXXqz3HoN8iIVwEqtvskJ2NXJXsALnspNxxh16mEM3fisOScBLtjgaAvqKEALw_wcB (дата звернення: 28.05.2025).

9. Дискова пила по металу MAST Metalltechnik M-D225. Дискові пили по металу: веб-сайт. URL: https://mast-group.com.ua/catalog/metaloobrobne_obladnannya/diskovi_pili_po_metalu/7257/ (дата звернення: 29.05.2025).

10. Кутова шліфувальна машина De Walt DWE490. Шліфувальні та полірувальні машини (болгарки) DeWalt: веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/dewalt-5035048617144/p482624259/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwna6_BhCbARIsALId2Z3jlO_i2uxT5wr2h2iTu-_75Xj2ASQVIWnVDjK0DdcWJLT4D6Y8pkYaAtUVEALw_wcB (дата звернення: 30.05.2025).

11. 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).

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

13. Гуменюк І.В. Обладнання та технології зварювальних робіт: навч. посіб. Київ: Грамота, 2014. 120 с.

14. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 181 с.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		