

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально науковий інститут (факультет) _____

Кафедра зварювального виробництва

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

«___» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

**на тему: *Розробка технології складання і зварювання піддону для
складування та транспортування вантажів***

Виконав: студент 2127ст. групи

_____ ***Попович А.В.***

(підпис)

Керівник роботи:

_____ ***Доцент, к.т.н.***

_____ ***Мартиненко В.О.***

(підпис)

(посада, науковий ступень вчене звання)

Миколаїв – 2021 р.

АНОТАЦІЯ

У дипломній роботі виконана розробка технології складання – зварювання зварного піддону для складання та транспортування вантажів.

Був проведений аналіз конструкції, дана характеристика основного металу. Приведені типові технології складання та зварювання конструкцій піддону.

Вибрані та обґрунтовані способи зварювання, виконаний розрахунок режимів зварювання конструкції, термічних циклів з наданням аналізу структури ЗТВ.

Розроблений технологічний процес складання-зварювання піддону з обґрунтуванням вибору зварювальних матеріалів та обладнання, приведені методи контролю.

В розділі "Охорона праці" наданий аналіз небезпечних та шкідливих факторів та розроблені заходи, щодо їх усунення. Виконано розрахунок системи вентиляції приміщення.

Розраховано собівартість виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску виробів.

Загальний вміст пояснювальної записки складає 74 аркушів та містить 5 розділів.

Робота включає до себе графічну частину, яка складається з 1 креслення та 5 плакатів. Загальна кількість графічної частини – 6 аркушів.

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

THE SUMMARY

In the thesis the development of the technology of assembly of the welded pallet, for warehousing and transportation of goods.

The analysis of the structure was carried out, the characteristic of the base metal. Typical technologies for assembly and welding of the pallet structure are given.

Selected and justified welding methods were performed calculation of the welding modes of the structure of thermal cycles with the provision of an analysis of the structural heat-affected zone.

A technological process for the assembly and welding of a pallet was developed with a justification for the choice of welding materials and equipment, control methods.

In section "Occupational safety and health" the assaying of hazardous and harmful factors is introduced and measures, for removal of their influence are developed. The ventilating system of a premise is designed.

Account of an economic efficiency of introduction of designed technology is executed.

General contents of an explanatory note make 74 sheets and it will consist of 5 sections

The project, powers up in itself a graphic part which will consist of 1 drawings and 5 posters. Total of a graphic part - 6 sheets.

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Завдання на дипломну роботу

Анотація

Зміст

Вступ

1. Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення.

1.1 Загальна характеристика конструкції

1.2 Характеристика основного метала

1.3 Типові технології складання зварювання

Висновок

2. Вивчення структури і властивостей з'єднань зварних

2.1 Призначення типів та розмірів зварних з'єднань

2.2 Обґрунтування вибору способів зварювання

2.3 Розрахунок режимів зварювання

2.4 Розрахунок термічного циклу

2.5 Аналіз отриманих структур

2.6 Розрахунок очікуваних зварювальних деформацій

Висновок

3. Технологічний процес складання та зварювання конструкції

3.1 Принципіальна послідовність складання та зварювання зварної піддону

3.2 Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів

3.3 Обґрунтування вибору зварювального обладнання

3.4 Методи контролю

Висновок

4. Охорона праці та техніка безпеки при складанні та зварюванні металоконструкцій

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при складанні й зварюванні конструкції

4.2 Розрахунок місцевої вентиляції

4.3 Розрахунок захисного заземлення для зварювального випрямляча

Висновок

5. Розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт

Висновок

Загальні висновки

Перелік літератури

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В сучасному виробництві зварних металоконструкцій проглядається тенденція збільшення об'єму механізованого та автоматичного зварювання, поява нових конструкційних матеріалів та нових процесів зварювання, а також ускладнення умов експлуатації цих зварних конструкцій, що обумовлює швидкий розвиток науки і техніки в сфері зварювання, як основи розвитку зварювальної технології. Очевидно, що підвищувати економічність, довговічність та надійність зварних конструкцій та споруд, знайти прості конструктивні технічні рішення, які дозволять зменшити трудомісткість виготовлення конструкцій та витрати матеріалів, можливо тільки при порівняльному та всебічному прорахунку впливу технології виготовлення зварних конструкцій.

Якщо при виготовленні зварних конструкцій головне місце займає складально-зварювальне виробництво, на долю якого приходить 75-80% загальної трудомісткості виготовлення конструкції, то головний напрямок подальшого удосконалення технології виготовлення полягає в комплексній механізації складально-зварювальних робіт, шляхом застосування новітніх розробок в цій сфері. З цією метою створюються нові конструкційні та зварювальні матеріали, модернізується та розробляється нове складально-зварювальне обладнання, роботизовані комплекси та дільниці.

Тому метою дипломної роботи є розробка технології виготовлення зварної піддону, на підставі новітніх тенденцій в сфері складально-зварювального виробництва металоконструкцій.

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.131.6.2127см.22.05.01.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз особливостей кон- струкції й можливих варіан- тів її виготовлення				Літ.	Арк.	Акрушів		
Студент	Попович А.В.										1	6	
Керівник	Мартиненко В.О.												
Зав. кафедр.	Квасницький В.Ф.												
					НУК								

1. Аналіз особливостей конструкції й можливих варіантів її виготовлення.

1.1. Загальна характеристика конструкції.

Розглядаєма конструкція – піддон, Рис. 1, являє собою засіб, що призначений для складування та транспортування вантажів. Піддон є складовою конструкцією, яка має зварні з'єднання. Довжина - 1732 мм., ширина – 585 мм., вага 40 кг.

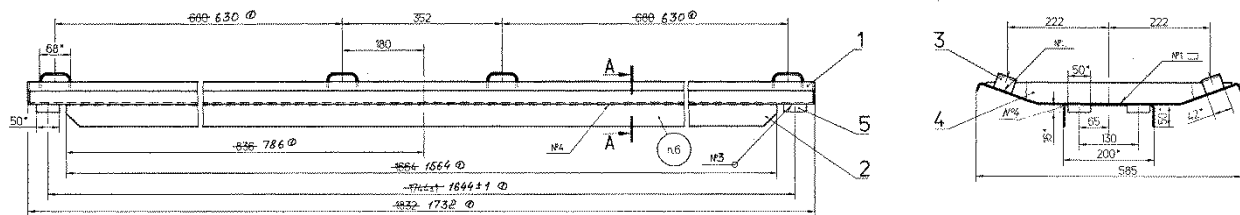


Рис. 1.1 Піддон.

Він складається з наступних складових елементів:

- 1 - корито $\delta=3\text{мм.}$ - 1 штука
- 2 - профіль п - образний $\delta=3\text{мм.}$ – 1 штука
- 3 – провущина такелажна - 8 штук
- 4 – ребро жорсткості $\delta=3\text{мм.}$ - 2 штуки
- 5 – бобишка вантажозахватна $D=50\text{мм.}$ - 4 штуки

Зварне з'єднання № 1 розташоване на обох торцах, у місці прилягання ребра жорсткості п. 4 до верхньої площини корита п. 1. З'єднання виконане за незамкнутим контуром.

Зварне з'єднання № 2 розташоване у місцях прилягання провущин п. 3 до нахиленої частини корита п. 1.

Зварне з'єднання № 3 розташоване у місці прилягання бобишек п. 5 знизу до донної частини корита п. 1. З'єднання виконане за замкнутим контуром.

Зварне з'єднання № 4 розташоване у місці прилягання профілю п-образного п. 2 знизу до донної частини корита п. 1.

					ДП.131.6.2127см.22.05.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Піддон працює під впливом статичного та динамічного навантаження і впливом оточуючого середовища.

Тому конструкція повинна бути виготовлена з корозійностійких високоміцних матеріалів.

Так як піддон являє собою достатньо просту конструкцію, то він придатний для механізованого виготовлення.

1.2. Опис матеріалу і його зварюваності

Сталь 10ХСНД відноситься до конструкційної низьковуглецевої низьколегованої сталі, хімічний склад, механічні і теплофізичні властивості якої наведені в таблицях 1-3

Таблиця 1.1 Хімічний склад сталі 10ХСНД

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
0,12	0,8-1,1	0,5-0,8	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	0,04	0,035

Таблиця 1.2 Механічні властивості сталі 10ХСНД

α_H , МДж/м ² , при температурі -40°C	σ_B , МПа	σ_T , Мпа	δ_5 , %
0,39	530	400	19

Сталь 10ХСНД має достатньо високий рівень механічних властивостей (гарантована межа плинності не менше 390 Мпа) при низькому вмісті вуглецю (до 0,18%) і невеликій кількості легуючих елементів (до 2-3%). Невеликий вміст вуглецю забезпечує добру зварюваність сталі, характеристики міцності досягаються за рахунок легування марганцю, яке додає сталі волокнисту будову.

Сталь 10ХСНД відноситься до сталей з доброю зварюваністю, що робить можливість застосування різних способів зварювання. [8]

Оцінка схильності сталі до утворення тріщин

По Уілкінсону:

					ДП.131.6.2127см.22.05.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

$$HCS = \frac{C(S + P + 0,04Si + 0,01Ni)10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

$$HCS = \frac{0,1 \cdot (0,04 + 0,035 + 0,04 \cdot 0,95 + 0,01 \cdot 0,65) \cdot 10^3}{3 \cdot 0,65 + 0,75} = 4$$

Оскільки $HCS = 4$, виникнення гарячих тріщин виключається.

Визначення стійкості металу проти утворення холодних тріщин при зварюванні

По еквівалентному вмісту вуглецю:

$$C_{\text{екв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} = 0,1 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,75}{5} + \frac{0,65 + 0,5}{15} = 0,435\%$$

$C_{\text{екв}} = 0,435\%$, оскільки $C_{\text{екв}} > 0,4\%$, то сталь схильна до утворення холодних тріщин.

Для попередження утворенню холодних тріщин для даної сталі, необхідно перед зварюванням проводити попередній підігрів, температура попереднього підігріву залежить від товщини зварюваного металу.

1.3 Типові технології складання і зварювання піддона.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ:

Піддон повинен виготовлятися з попередньо виготовлених вузлів.

Складання і зварювання повинно виконуватися на стенді або складально-зварювальній дільниці.

При виготовленні необхідно наносити контрольні лінії на місцях встановлення ребер жорсткості, поздовжніх та поперечних елементів. Для можливого контролю поздовжнього та поперечного прогину, контрольні лінії пред'являють до та після звільнення піддону від складального стенда.

Піддон підлягає здаванню ВТК поопераційно.

Контроль якості зварних швів виконується згідно ОСТ5.1093-78

Виміри піддону виконуються згідно ОСТ5.9324-79.

Відливки, листи, ковані та штамповані заготовки зазвичай надходять на зварювання у вигляді, що не вимагає додаткових операцій. Технологічний процес

					ДП.131.6.2127см.22.05.01.ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовки деталей з прокату починається з підбору металу за розмірами і марками сталі і може включати наступні операції: правку, розмічування, різання, обробку кромek, згинання та очистку під зварювання.

Розмітка

При масовому виготовленні деталей з листового металу різання може проводитися без попередньої розмітки, по упорах.

Перевірка правильності розмітки проводиться ВТК заводу і якщо відхилення від розмірів не перевищують 5 мм (при довжині до 10 м) і 10 мм (при довжині понад 10 м), а різниця діагоналей розміченого прямокутника не перевищує 5 мм, листи подаються на різку.

При розмітці необхідно враховувати припуски на лінійні укорочення від зварювання і вони повинні бути вказані в технологічній документації.

Різання металу

При виготовленні деталей застосовують два способи різання:

- механічний;
- газовий.

В листораскройних цілях широко застосовується газокисневе різання металу.

Перша типова технологія складання та зварювання.

Зварювання виконується у захисних газах та під флюсом. Шви великої протяжності виконуються з використанням зварювання під флюсом. Шви малої протяжності виконуються з використанням зварювання у захисних газах.

Друга типова технологія складання та зварювання.

Зварювання виконується ручним дуговим способом. Усі шви виконуються з використанням ручного дугового зварювання.

					ДП.131.6.2127см.22.05.01.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу зварюваної сталі 10ХСНД, конструкції піддону і технології її виготовлення зробимо наступні висновки:

1. Сталь 10ХСНД має добру зварюваність. Вона не схильна до утворення холодних тріщин.
2. Для виготовлення піддону можуть застосовуватися механізований спосіб складання і зварювання.

Виходячи з цього, **метою** даного дипломного проекту є розробка технології складання і зварювання піддону, яка забезпечила би підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Вибрати раціональну послідовність і оптимальні способи зварювання, врахувати режими зварювання;
2. Виконати аналіз структури і властивостей одержуваних зварних з'єднань;
3. Вибрати зварювальні матеріали і обладнання.
4. Розробити технологію механізований складання і зварювання піддону;
5. Розробити заходи з охорони праці при виконанні зварювальних робіт.

					ДП.131.6.2127см.22.05.01.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Попович А.В.			Аналіз структури і властивостей зварних з'єднань	Літ.	Арк.
Керівник		Мартиненко В.О.					Акрушів
						1	20
Зав. кафедр.		Квасницький В.Ф.				НУК	

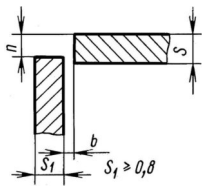
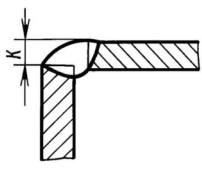
2 АНАЛІЗ СТРУКТУРИ І ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

2.1 Призначення типів та розмірів зварних з'єднань

Зварне з'єднання № 1 - приварювання ребер жорсткості до стінки корита піддону, тип з'єднання за ГОСТ 14771-76 - У4. [10]

Загальний вигляд та параметри зварного з'єднання наведені в таблиці 2.1.

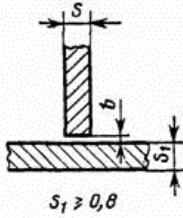
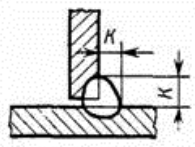
Таблиця 2.1 Конструктивні елементи підготовлених крайок та зварного з'єднання У4.

Номер шва	Умовне позначення зварного з'єднання за ГОСТ 14771-76	Конструктивні елементи		s, мм	b, мм	n, K мм
		підготовлених крайок зварюваних деталей	шва зварного з'єднання			
1	У4			$S=S_1=3$	$0+^{1,0}$	Від 0,5s до s

Зварне з'єднання № 2 - приварювання провущин до лицевої стінки корита піддону - тип з'єднання за ГОСТ 14771-76 - Т1. [10]

Загальний вигляд та параметри зварного з'єднання наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Конструктивні елементи підготовлених крайок та зварного з'єднання Т1 за ГОСТ 14771-76.

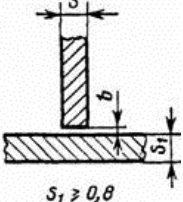
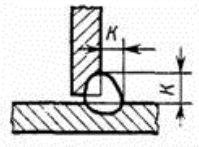
Номер шва	Умовне позначення зварного з'єднання за ГОСТ 14771-76	Конструктивні елементи		s, мм	b, мм	K, мм
		підготовлених крайок зварюваних деталей	шва зварного з'єднання			
2	Т1			$S=S_1=3$	$0+^{1,5}$	4

Зварне з'єднання № 3 - приварювання бобишок до зворотньої стінки корита піддону - тип з'єднання за ГОСТ 14771-76 - Т1. [10]

Загальний вигляд та параметри зварного з'єднання наведені в таблиці 2.3.

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

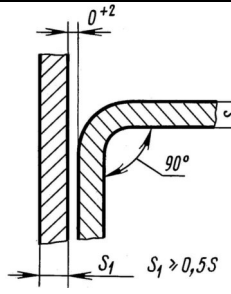
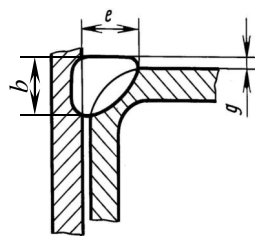
Таблиця 2.3 Конструктивні елементи підготовлених крайок та зварного з'єднання Т1 за ГОСТ 14771-76.

Номер шва	Умове позначення зварного з'єднання за ГОСТ 14771-76	Конструктивні елементи		S, мм	b, мм	K, мм
		підготовлених крайок зварюваних деталей	шва зварного з'єднання			
3	T1			S=15 S ₁ =3	0 ^{+1,5}	3

Зварне з'єднання № 4 - приварювання повздовжнього П-образного профілю до зворотньої стінки корита піддону - тип з'єднання - нестандартне

Загальний вигляд та параметри зварного з'єднання наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Конструктивні елементи підготовлених крайок та нестандартного зварного з'єднання.

Номер шва	Умове позначення зварного з'єднання	Конструктивні елементи		S, мм	b, мм	e, мм
		підготовлених крайок зварюваних деталей	шва зварного з'єднання			
4	Нестандартне			S=S ₁ =3	6 ^{+1,0}	4 ^{+1,0}

Встановлення прихоплень – ручне дугове зварювання.

2.2 Обґрунтування вибору способів зварювання

При обґрунтуванні способів зварювання виходимо з одного боку, з продуктивності, з іншого боку, із технічної можливості використання для даного конкретного з'єднання з урахуванням його розташування в просторі, наявності зв'язків, що перетинаються, довжини та прямолінійності.

Виходячи з того, що сталь 10ХСНД має добру зварюваність, для виготовлення даної конструкції можна застосовувати різні способи дугового зварювання. В свою чергу, вимоги, що ставляться класифікаційними товариствами до якості і надійності зварних з'єднань конструкції, накладають обмеження на умови та способи зварювання. При виборі необхідно враховувати продуктивність зварювання і вартість наплавленого металу. Порівняльні дані щодо продуктивності та вартості основних способів наведені в таблиці 2.5. [1]

Таблиця 2.5 Порівняльні дані продуктивності зварювання та наплавленого металу.

Спосіб зварювання	Продуктивність наплавки, кг/год	Витрати ел. енергії на 1 кг наплавленого металу, кВт·год	Собівартість 1 кг наплавленого металу, грн.	Відносна вартість, %
Ручне зварювання	1,0-1,5	5,4	2,0	100
Автоматичне зварювання під флюсом	10,0-18,0	3,0-4,0	0,5	25
Механізоване зварювання порошковим дротом у суміші захисних газів	5,0-8,0	4,0-4,5	1,0-1,5	50

Базуючись на те, що при виготовленні зварного піддону використовуються різні типи зварних з'єднань невеликої протяжності розташовані в різних просторових положеннях, можливо вважати, що найбільш доцільним є використання механізованого зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів. Це надає можливість підвищити продуктивність виконання зварювальних робіт та покращити якість конструкції за рахунок зменшення загальних зварювальних деформацій. Типи зварних з'єднань були обрані раніше та наведені в таблиці 2.1, таблиці 2.2, таблиці 2.3, таблиці 2.4.

2.3 Розрахунок режимів зварювання.

2.3.1. Розрахунок режимів зварювання зварного з'єднання №1, тип У4.

Зварювання елементів зварного з'єднання здійснюється механізованим зварюванням в середовищі захисних газів, - ІП, згідно ГОСТ14771-76.

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Похідні данні з'єднання за кресленням конструкції наведені у таблиці 2.1.
Розрахунок здійснюється за схемою згідно площі наплавленого металу [3].

1) Сила струму зварювання:

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot de^2 \cdot j}{4}, \quad (2.1)$$

де de – діаметр електродного дроту, мм; j – допустима густина току у електродному дроті, А/мм².

Діаметр зварювального електроду вибирається відповідно до товщини зварювальних крайок, чи катету зварного шва.

Для товщини зварювальних крайок 3 – 4 мм, для способу зварювання в середовищі CO₂, $d_e = 1,0 - 1,2$ мм. Для товщини зварювальних крайок 3 – 4 мм, для способу зварювання в середовищі захисних газів, $d_e = 1,0 - 1,2$ мм

Приймається $d_e = 1,2$ мм.

Допустима густина току в електродному дроті вибирається в залежності від діаметру електродного дроту.

Для діаметру $d_e = 1,2$ мм, $j = 65 \div 200$ А/мм².

Тоді,

$$I_{зв} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (65 - 200)}{4} = 73,47 \div 226,08 \text{ А}$$

Приймається $I_{зв} = 150$ А.

2) Напруга горіння дуги:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot I_{зв}}{\sqrt{d_e}}; \quad (2.2)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 150}{\sqrt{1,2}} = 26,8 \text{ В.}$$

Приймається $U_d = 26$ В.

3) Площа наплавленого металу:

$$F_{\Pi} = S \cdot b + 0,5 \cdot n^2 + 1,05 \cdot K; \quad (2.3)$$

$$F_{\Pi} = 3 \cdot 1 + 0,5 \cdot 3^2 + 1,05 \cdot 3 = 10,65 \text{ мм}^2$$

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

4) Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{a_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma}, \quad (2.4)$$

де a_n – коефіцієнт наплавлення, г\А*год; $I_{зв}$ – струм зварювання; F_n – площа перетину валику зварного шва, мм²; $\gamma = 7,8$ г\см³

$$\alpha_n = \alpha_p (1-\psi),$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення дроту, г\А*год; ψ – коефіцієнт втрат металу на угар та розбризкування, $\psi = 0,1 \div 0,15$.

$$a_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{зв}}{d_e}; \quad (2.5)$$

$$a_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{150}{1,2} = 13 \text{ г\А * год};$$

$$\alpha_n = 13 (1-(0,1 \div 0,15)) = 11,7 \div 11,05 \text{ г\А*год}.$$

Приймається $\alpha_n = 11,5$ г\А*год.

$$V_{зв} = \frac{11,5 \cdot 150}{10,65 \cdot 7,8} = 20,76 \text{ м\год} \quad (0,58 \text{ см\с}).$$

5) Швидкість подання електродного дроту:

$$V_{др} = \frac{4 \cdot a_p \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_e^2 \cdot \gamma}, \quad (2.6)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення дроту, г\А*год; $I_{зв}$ – струм зварювання; d_e – діаметр електродного дроту; $\gamma = 7,8$ г\см³ – густина матеріалу електродного дроту;

$$V_{др} = \frac{4 \cdot 13 \cdot 150}{3,14 \cdot (1,2)^2 \cdot 7,8} = 221,16 \text{ м\год} \quad (6,14 \text{ см\с})$$

6) Величина погонної енергії зварювання:

$$q = \frac{I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{зв}}, \quad (2.7)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювання; U_d – напруга горіння дуги; $\eta = 0,75$ – ККД джерела живлення; $V_{зв}$ – швидкість зварювання.

$$q_n = \frac{150 \cdot 26 \cdot 0,75}{0,58} = 5043,1 \text{ Дж\см}$$

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7) Кількість проходів:

Оскільки площа перетину зварного з'єднання механізованого зварювання у середовищі вуглекислого газу за один прохід становить $30 \div 70 \text{ мм}^2$, а згідно з розрахунком площа наплавленого металу становить $10,65 \text{ мм}^2$, приймається зварювання елементів зварного з'єднання №1 за 1 прохід.

2.3.2. Розрахунок режимів зварювання зварного з'єднання №2, тип Т1.

Зварювання елементів зварного з'єднання здійснюється механізованим зварюванням в середовищі захисних газів, - ІІ, згідно ГОСТ14771-76.

Похідні данні з'єднання за кресленням конструкції наведені у таблиці 2.2.

Розрахунок здійснюється за схемою згідно площі наплавленого металу [3].

1) Сила струму зварювання:

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot d_e^2 \cdot j}{4}, \quad (2.8)$$

де d_e – діаметр електродного дроту, мм; j – допустима густина току у електродному дроті, А/мм².

Діаметр зварювального електроду вибирається відповідно до товщини зварювальних крайок, чи катету зварного шва.

Для товщини зварювальних крайок 3 – 4 мм, для способу зварювання в середовищі захисних газів, $d_e = 1,0 - 1,2 \text{ мм}$. Для товщини зварювальних крайок 3 – 4 мм, для способу зварювання в середовищі захисних газів, $d_e = 1,0 - 1,2 \text{ мм}$

Приймається $d_e = 1,2 \text{ мм}$.

Допустима густина току в електродному дроті вибирається в залежності від діаметру електродного дроту.

Для діаметру $d_e = 1,2 \text{ мм}$, $j = 65 \div 200 \text{ А/мм}^2$.

Тоді,

$$I_{зв} = \frac{3.14 \cdot 1.2^2 \cdot (65 - 200)}{4} = 73,47 \div 226,08 \text{ А}$$

Приймається $I_{зв} = 150 \text{ А}$.

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Напруга горіння дуги:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot I_{зв}}{\sqrt{d_e}}; \quad (2.9)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 150}{\sqrt{1,2}} = 26,8 \text{ В.}$$

Приймається $U_d = 26 \text{ В.}$

3) Площа наплавленого металу:

$$F_n = 0,5 \cdot K^2 + 1,05 \cdot K; \quad (2.10)$$

$$F_n = 0,5 \cdot 4^2 + 1,05 \cdot 4 = 12,2 \text{ мм}^2.$$

4) Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma}, \quad (2.11)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г\А*год; $I_{зв}$ – струм зварювання; F_n – площа перетину валику зварного шва, мм²; $\gamma = 7,8 \text{ г\см}^3$

$$\alpha_n = \alpha_p (1 - \psi),$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення дроту, г\А*год; ψ – коефіцієнт втрат металу на угар та розбризкування, $\psi = 0,1 \div 0,15$.

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{зв}}{d_e}; \quad (2.12)$$

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{150}{1,2} = 13 \text{ г\А * год};$$

$$\alpha_n = 13 (1 - (0,1 \div 0,15)) = 11,7 \div 11,05 \text{ г\А*год.}$$

Приймається $\alpha_n = 11,5 \text{ г\А*год.}$

$$V_{зв} = \frac{11,5 \cdot 150}{12,2 \cdot 7,8} = 18,13 \text{ м\год} \quad (0,5 \text{ см\с}).$$

5) Швидкість подання електродного дроту:

$$V_{др} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_e^2 \cdot \gamma}, \quad (2.13)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення дроту, г\А*год; $I_{зв}$ – струм зварювання; d_e – діаметр електродного дроту; $\gamma = 7,8 \text{ г\см}^3$ – густина матеріалу електродного дроту;

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

$$V_{др} = \frac{4 \cdot 13 \cdot 150}{3,14 \cdot (1,2)^2 \cdot 7,8} = 221,16 \text{ м\год} \quad (6,14 \text{ см\с})$$

6) Величина погонної енергії зварювання:

$$q = \frac{I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{зв}}, \quad (2.14)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювання; U_d – напруга горіння дуги; $\eta = 0,75$ – ККД джерела живлення; $V_{зв}$ – швидкість зварювання.

$$q_{п} = \frac{150 \cdot 26 \cdot 0,75}{0,5} = 5850 \text{ Дж\см}$$

7) Кількість проходів:

Оскільки площа перетину зварного з'єднання механізованого зварювання у середовищі вуглекислого газу за один прохід становить $30 \div 70 \text{ мм}^2$, а згідно з розрахунком площа наплавленого металу становить $12,2 \text{ мм}^2$, приймається зварювання елементів зварного з'єднання №2 за 1 прохід.

Оскільки розрахунок режимів зварювання інших зварних з'єднань виконується за тією ж схемою, тому режими зварювання з'єднань № 3 та № 4 наведені у підсумковій таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 Режими зварювання зварних з'єднань піддону.

Номер з'єднання	Спосіб зварювання	d_e , мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год	$V_{др}$, м/год	$q_{п}$, Дж/см	кількість проходів
1	ГОСТ 14771-76 ІП У4	1,2	150	26	20,76	221,16	5043,1	1
2	ГОСТ 14771-76 ІП Т1 Δ4	1,2	150	26	18,13	221,16	5850	1
3	ГОСТ 14771-76 ІП Т1 Δ3	1,2	150	26	28,9	221,16	3656,2	1
4	Зварне з'єднання в захисному газі нестандартне	1,2	150	26	8,93	221,16	11700	1

Таким чином виконано обґрунтування необхідних видів зварювання та типів зварних з'єднань, розраховано теоретичні режими зварювання зварних з'єднань. На виробництві розраховані режими зварювання можуть бути уточнені.

2.4 Розрахунок термічного циклу

Від температурного стану металу в зварному шві і розподілу температур в конструкції, що зварюється в певній мірі залежить якість зварного з'єднання, а саме його властивості: міцність, пластичність, ударна в'язкість металу шва та прилеглих до нього ділянок. Виходячи з цього можна стверджувати, що від правильності вибору режимів зварювання залежить якість зварного з'єднання.

Для оцінки впливу термічного циклу зварювання на зварне з'єднання визначають розміри зони, у якій температура перевищує температуру фазових перетворень. Розрахунки, виконані з використанням теорії розповсюдження теплоти при зварюванні, дозволяють встановити залежність розмірів такої зони від параметрів процесу зварювання і теплофізичних властивостей основного металу.

Розрахунок термічного циклу проводиться для зварного з'єднання №2 (таврове з'єднання за ГОСТ 14771-76 ІІ Т1 Δ4) за схемою наплавлення на пластину оскільки конструкція зварюється з пластин, які мають невелику товщину.

Відстань від вісі з'єднання до точки з максимальною температурою $T_{\max}$, вважаючи, що $T_{\max} = 1350^{\circ}\text{C}$, знаходиться за формулою [7]:

$$y_0 = \frac{0,484 \cdot q}{2 \cdot V_{\text{зв}} \cdot c\gamma \cdot s \cdot (T_{\max} - T_0)}, \quad (2.15)$$

де q - ефективна теплова потужність джерела, Дж; $V_{\text{зв}}$ - швидкість зварювання, см/с; $c\gamma$ - об'ємна теплоємність, для сталей $c\gamma = 5 \text{ Дж/см}^3 \cdot \text{K}$, s - товщина зварювальних кромок, $s = 0,3 \text{ см}$

$$q = I_{\text{зв}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta, \quad (2.16)$$

де $\eta = 0,8$ - ефективний ККД нагріву;

Розрахунок температури в часі в будь-якій точці виконується за формулою:

$$T(r_0, t) = \frac{q}{V_{\text{зв}} \cdot s \cdot \sqrt{4 \cdot \pi} \cdot \lambda \cdot c\gamma \cdot t} \cdot \exp\left(-\frac{y_0^2}{4 \cdot \alpha \cdot t} - b \cdot t\right) + T_0, \quad (2.17)$$

де q - ефективна теплова потужність джерела Дж; s - товщина зварюваних листів, см; λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/см·К; $c\gamma$ - об'ємна теплоємність, Дж/см³·К; y_0 - координата точки тіла, в якій розраховується температура, см;

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

b – коефіцієнт температуровіддачі, $b = \frac{2 \cdot \alpha}{c \gamma \cdot s}$; α – коефіцієнт тепловіддачі з

поверхні пластини; T_0 – початкова температура виробу; t - поточний час, с

Дані для розрахунку наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 Дані для розрахунку термічного циклу зварювання.

Найменування величини	Значення
Товщина зварюваних листів s , см	0,3
Зварювальний струм $I_{зв}$, А	150
Напруга дуги U_d , В	26
швидкість зварювання $V_{зв}$, см/с	0,5
Ефективний коефіцієнт нагрівання η	0,8
Температура нагрівання T_m , °С	1350
Початкова температура виробу T_0 , °С	20
Коефіцієнт температуропровідності α , см ² /с	0,08
Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/см К	0,4
Коефіцієнт тепловіддачі α , Дж/см ² с К	0,003
Об'ємна теплоємність $c\gamma$, Дж/см ³ К	5,0

$$q = 150 \cdot 26 \cdot 0,8 = 3120 \text{ Дж}$$

$$y_0 = \frac{0,484 \cdot 3120}{2 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot 0,3 \cdot (1350 - 20)} = 0,757 \text{ см}$$

$$b = \frac{2 \cdot 0,003}{5 \cdot 0,3} = 0,004$$

Результаті розрахунку термічного циклу зварного з'єднання, для зручності, зведені в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 Розрахунки термічного циклу зварного з'єднання.

Час, с	0	7,68	8	9	10	20	40	60
Температура, T(y, t) °С	20	1350	1317	1224	1144	701	374	232
Час, с	80	100	120	140	160	180	200	220
Температура, T(y, t) °С	155	108	79	60	48	39	33	29

За отриманими даними будується графік термічного циклу. Графік наведений на рисунку 2.1.

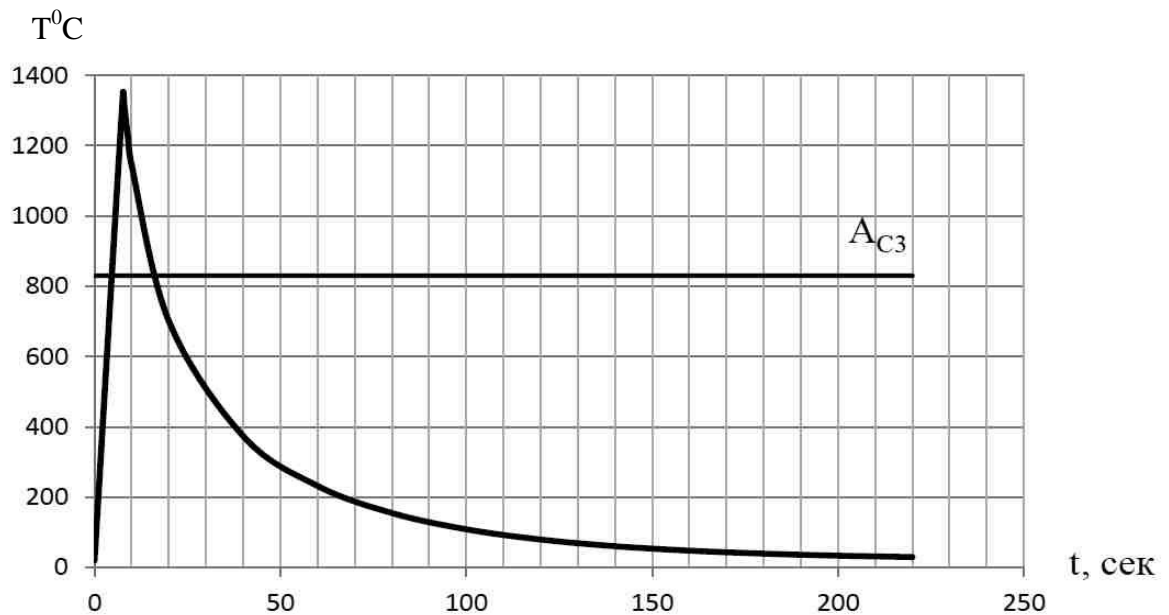


Рисунок 2.1 Графік термічного циклу зварного з'єднання.

Для визначення очікуваної структури графік термічного циклу накладається на діаграму термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД [7]. Діаграма термокінетичного перетворення наведена на рисунку 2.2.

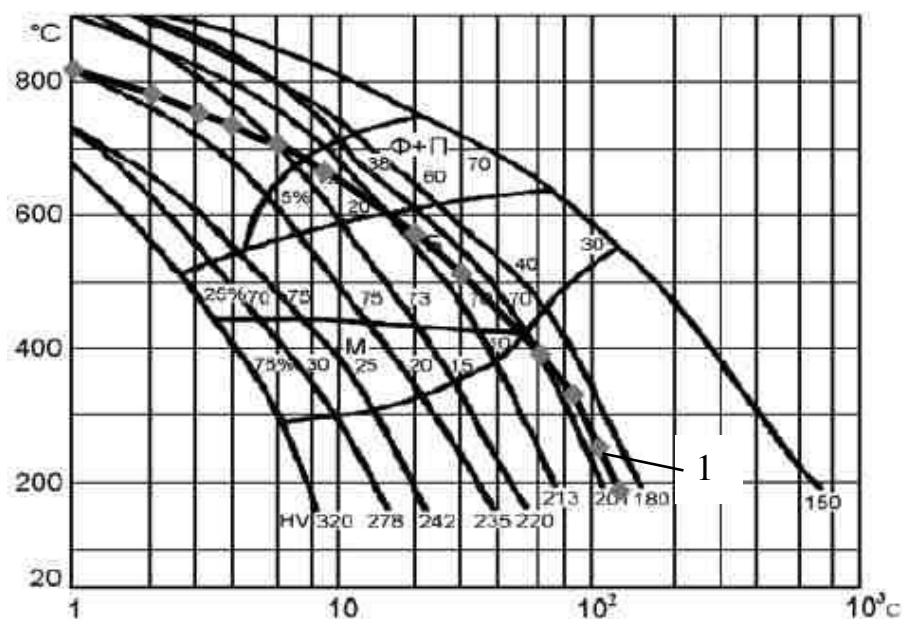


Рисунок 2.2 Діаграма термокінетичного перетворення сталі 10ХСНД.

1 термічний цикл зварного з'єднання.

З діаграми термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД (рисунок 2.2) можливо зробити висновки, що структура металу шва ферито-перлитна з бейнітною складовою.

2.5 Аналіз очікуваної структури

2.5.1 Визначення фазового складу ЗТВ сталі 10ХСНД.

Визначення фазового складу ЗТВ сталі 10ХСНД здійснюється розрахунковим методом по значення хімічного складу [8].

Хімічний склад сталі 10ХСНД приведений в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 Хімічний склад сталі 10ХСНД

Марка сталі	ХІМІЧНИЙ СКЛАД, %							
	C	Cr	Ni	Mn	Si	Cu	S	P
10ХСНД	<0,12	0,6-0,9	0,5-0,8	0,5-0,8	0,8- 1,1	0,4-0,6	0,04	0,035

Кількість мартенситу розраховується за формулою:

$$M(t) = 100 \cdot \left[1 - \Phi \left(\frac{\ln t - \ln t_m}{\ln S_m} \right) \right], \quad (2.18)$$

де t – тривалість охолодження, с, в інтервалі температур від 850⁰С до 500⁰С;
 t_m – тривалість охолодження що відповідає виникненню структури металу зі 50 % вмісту мартенситу; S_m – параметр, що характеризує крутизну спаду кривої вмісту мартенситу по мірі збільшення тривалості t ; $\Phi(x)$ - інтегральна функція нормального розподілу.

Для розрахунку $\Phi(x)$ застосовується рівняння регресії:

$$\Phi(x) = 0,0161 \cdot x^3 - 0,1544 \cdot x^2 + 0,4887 \cdot x + 0,4896$$

Кількість фериту розраховується за формулою

$$\Phi(t) = \Phi_{max} \cdot \Phi \left(\frac{\ln t - \ln t_\phi}{\ln S_\phi} \right), \% \quad (2.19)$$

де Φ_{max} – максимальна кількість фериту. Яке може виділитися з аустеніту під час дуже повільному охолодженні. Визначається за формулою:

$$\Phi_{max} = 100 \cdot \left[1 - \frac{(C - 0,02)}{(0,81 - 0,11Mn - 0,05Mo)} \right], \% \quad (2.20)$$

$$\Phi_{max} = 100 \cdot \left[1 - \frac{(0,11 - 0,02)}{(0,81 - 0,11 \cdot 0,5 - 0,05 \cdot 0)} \right] = 88,08 \%$$

Сумарна кількість фериту та перліту знаходиться за формулою:

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$t = \frac{q^2}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c\gamma \cdot V_{3B}^2 \cdot s^2} \left(\frac{1}{(500 - T_0)^2} - \frac{1}{(850 - T_0)^2} \right), \quad (2.24)$$

де q - ефективна теплова потужність зварного джерела нагріву, Дж; λ - коефіцієнт теплопроводности, Дж/(см*с*град); $c\gamma$ - об'ємна теплоємність, Дж/см³·К; V_{3B} - швидкість зварювання, см/с; s - товщина зварюваних листів; T_0 - початкова температура виробу, °С.

$$t = \frac{3120^2}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 5 \cdot 0,5^2 \cdot 0,3^2} \left(\frac{1}{(500 - 20)^2} - \frac{1}{(850 - 20)^2} \right) = 49,7 \text{ с}$$

$$\ln t = 3,91$$

Кількість мартенситу розраховується за формулою (2.18)

$$M(t) = 100 \left[1 - \Phi \left(\frac{3,91 - 1,21}{0,85} \right) \right] = 0,008 \%$$

Приймається кількість мартенситу - 0%.

Кількість фериту розраховується за формулою (2.19)

$$\Phi(t) = 88,08 \cdot \Phi \left(\frac{3,91 - 4,81}{1,23} \right) = 3,88 \%$$

Сумарна кількість фериту та перліту знаходиться за формулою (2.21)

$$(\Phi + \Pi)(t) = 100 \cdot \Phi \left(\frac{3,91 - 3,87}{0,98} \right) = 50,8 \%$$

Кількість бейніту знаходиться за формулою (2.22)

$$B(t) = 100 - 0 - 50,8 = 49,2 \%$$

Кількість перліту знаходиться за формулою (2.23)

$$\Pi(t) = 50,8 - 3,88 = 46,92 \%$$

В результаті проведених розрахунків теоретично визначили відсотковий вміст ферито-перлитної складової – 50,8%, бейнітної – 49,2 %

Отримана структура забезпечує рівномірність зварного з'єднання стійка до виникнення холодних тріщин.

2.5.2 Визначення механічних властивостей ЗТВ.

Механічні властивості ЗТВ у залежності від структурного стану і режиму охолодження визначають по наступним емпіричним формулам [8]:

Твердість за Віккерсом:

$$HV = M \cdot (309 + 494 \cdot C + 622 \cdot C^2 + 17,7 \cdot Mn) + B \cdot (234 + 122 \cdot C) + [\Phi + \Pi] \cdot (98 + 275 \cdot C + 15,4 \cdot Mn) ;$$

Тимчасовий опір:

$$\sigma_B = M \cdot (798 + 3215 \cdot C) + B \cdot (590 + 960 \cdot C + 39,7 \cdot Mn + 200 \cdot V) + [\Phi + \Pi] \cdot (297 + 1360 \cdot C + 60 \cdot Mn + 140 \cdot V) , \text{ МПа};$$

Межа плиності:

$$\sigma_{0,2} = M \cdot (662 + 1610 \cdot C) + B \cdot (500 + 460 \cdot C - 120 \cdot C^2 + 150 \cdot V) + [\Phi + \Pi] \cdot (187 + 925 \cdot C + 47 \cdot Mn + 90 \cdot V) , \text{ МПа};$$

Відносне повздовження:

$$\delta = M \cdot (12,2 - 67 \cdot C^2 - 1,5 \cdot Mn + 0,76 \cdot lnt) + B \cdot (21,3 - 35,6 \cdot C - 4 \cdot Mn - 5 \cdot V + 1,84 \cdot lnt) + [\Phi + \Pi] \cdot (36,5 - 127 \cdot C + 153 \cdot C^2 - 1,16 \cdot Mn + 8 \cdot V + 0,66 \cdot lnt) , \%;$$

Відносне звуження:

$$\psi = M \cdot (48,5 - 158 \cdot C + 116 \cdot C^2 + 0,98 \cdot lnt) + B \cdot (53,3 - 132 \cdot C + 103 \cdot C^2 - 5,1 \cdot Mn - 10 \cdot V + 3,4 \cdot lnt) + [\Phi + \Pi] \cdot (65,4 - 88 \cdot C - 82 \cdot C^2 - 6,7 \cdot Mn + 18 \cdot V + 0,6 \cdot lnt) , \%;$$

Ударна в'язкість:

$$KCU = M \cdot (1,06 - 2,8 \cdot C + 1,3 \cdot C^2 - 0,081 \cdot Mn + 0,054 \cdot lnt) + B \cdot (1,3 - 1,6 \cdot C - 0,08 \cdot Mn) + [\Phi + \Pi] \cdot (1,47 - 1,8 \cdot C + 0,8 \cdot C^2 - 0,076 \cdot Mn - 0,045 \cdot lnt) \text{ Дж}\backslash\text{см}^2$$

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Отримані розрахункові дані зведені в таблицю 2.10.

Таблиця 2.10 Механічні властивості металу

Найменування	ЗТВ зварного з'єднання	Згідно ГОСТ 19281, ДСТУ 8817
Твердість за Вікерсом HV	190	-
Межа міцності, МПа	603	530-670
Умовна межа плинності, МПа	435	390
Відносне подовження, %	24,6	21
Відносне звуження, %	52,5	-
Ударна в'язкість, Дж/см ²	1,08	29

Отримані розрахунком механічні характеристики ЗТВ в цілому відповідають вимогам, які встановлені стандартами.

2.6 Розрахунок очікувальних зварювальних деформацій.

Піддон виготовлений з тонколистових елементів які з'єднуються між собою зварюванням. Деформації піддону після зварювання – кутові деформації листових елементів в зоні термічного впливу. Кількісно ці деформації вимірюються зломом з площини з'єднання на деякій кут β , якій називається кутом зламу.

Розрахунок деформацій здійснюється для зварного з'єднання № 2 (таврове з'єднання за ГОСТ 14771-76 ІІ Т1 Δ4) [9]. Схематичне зображення зварного з'єднання та деформації наведено на рисунку 2.3.

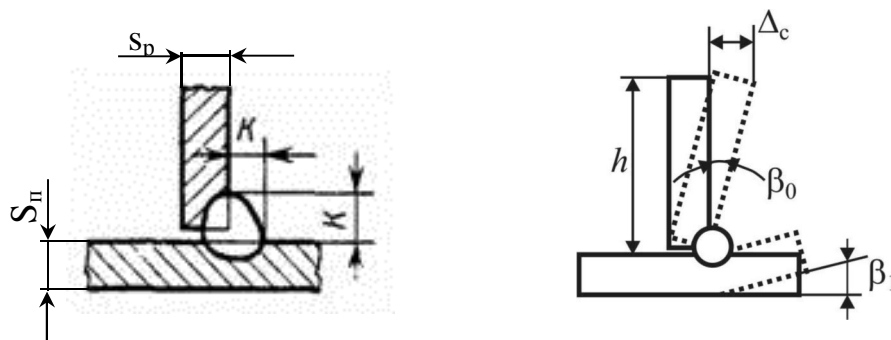


Рисунок 2.3 Схематичне зображення зварного з'єднання Т1 та деформації.

Враховуючи, що приварювання ребра до пластини здійснюється з одного боку деформації виникають за вищенаведеною схемою Після виконання

з'єднання виникає поворот ребра відносно пластини на кут β_0 , що дорівнює приблизно 0,02 рад, за рахунок поперечного укорочення наплавленого металу.

Крім того виникає кутовий злам пластини з утворенням грибоподібності. Причина зламу – нерівномірне нагрівання по товщині пластини. Основними чинниками, які впливають на величину кутового зламу, є погонна енергія зварювання – q_n , товщина пластини S_n і співвідношення товщин ребра S_p та пластини. Співвідношення визначає частку енергії, яка йде на нагрівання листа.

$$q_{пп} = \frac{2 \cdot S_{п}}{S_{р} + 2 \cdot S_{п}} \cdot q_n, \quad (2.25)$$

де S_n - товщина пластини, см, $S_n = 0,3$ см; S_p - товщина ребра, см, $S_p = 0,3$ см; q_n – погонна енергія зварювання, Дж\см, $q_n = 5850$ Дж\см.

$$q_{пп} = \frac{2 \cdot 0,3}{0,3 + 2 \cdot 0,3} \cdot 5850 = 3900 \text{ Дж\см}$$

Питома погонна енергія прогрівання пластини

$$\frac{q_{пп}}{S_{п}^2} = \frac{3900}{0,3^2} = 43\,300 \text{ Дж\см}^3$$

Ширина прогрівання приймається:

$$b = 1,7 \cdot k, \quad (2.26)$$

де k – катет зварного з'єднання, $k = 0,4$ см.

$$b = 1,7 \cdot 0,4 = 0,68 \text{ см.}$$

Відносна ширина прогрівання:

$$\frac{b}{S} = \frac{0,68}{0,3} = 2,2$$

Кут зламу знаходиться з номограм залежності кутових деформацій від питомої погонної енергії зварювання [9]. Номограми зображені на рисунку 2.4.

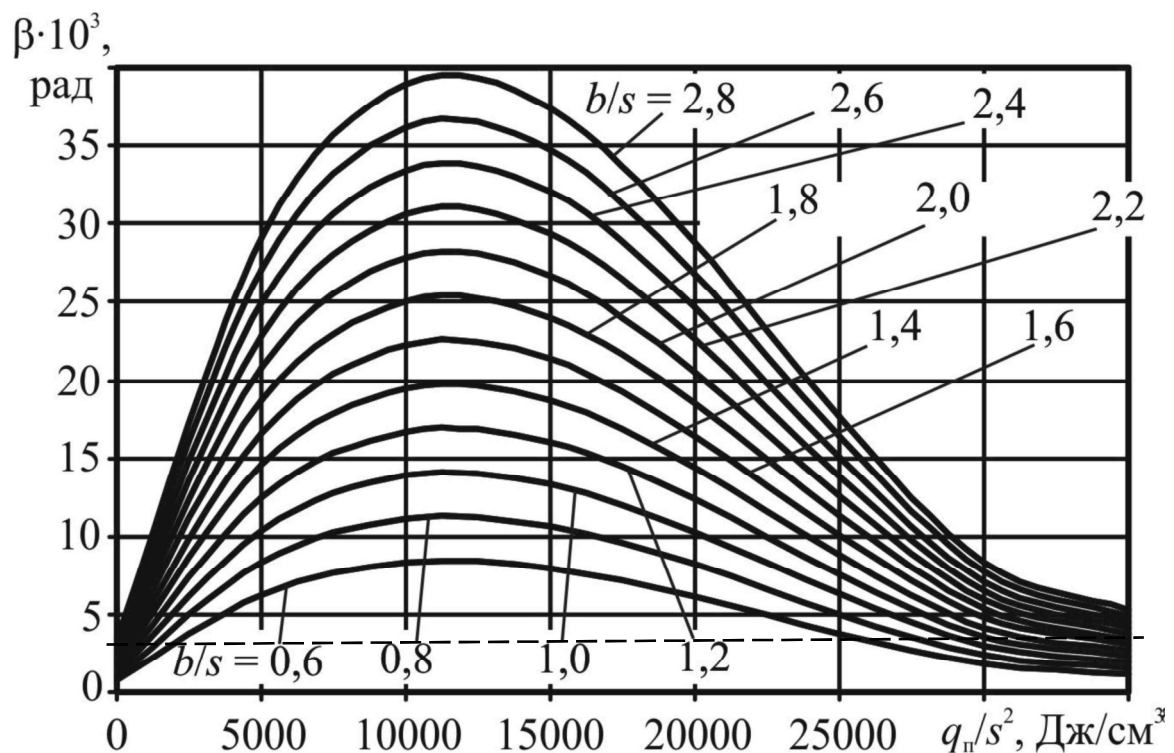


Рисунок 2.4 Номограми залежності кутових деформацій від питомої погонної енергії зварювання

З рисунка 2.4 знаходиться кут зламу – $\beta = 0,003$ рад.

Поворот ребра відносно пластини призводить до переміщення його верхньої крайки на величину:

$$\Delta C = \beta_0 \cdot h, \quad (2.27)$$

де β_0 – поворот ребра відносно пластини, $\beta_0 = 0,02$ рад.; h – висота ребра, $h = 42$ мм.

$$\Delta C = 0,02 \cdot 42 = 0,84 \text{ мм.}$$

Результаті розрахунків очікуваних деформацій зведені у таблицю 2.10.

Таблиця 2.10. Результаті розрахунків очікуваних деформацій зварного з'єднання № 2

Найменування деформації	Значення
Кут повороту ребра відносно пластини β_0 , рад	0,02
Кут зламу пластини відносно площини β_1 , рад	0,003
Переміщення верхньої крайки ребра відносно пластини, мм	0,84

ВИСНОВКИ

1. Вибрані види зварювання дозволяють виконувати якісні зварні шви та отримати продуктивність зварювання на достатньо високому рівні для виготовлення піддону.
2. Розрахункові режими зварювання дозволяють виконувати зварювальні роботи з одержанням бездефектних з'єднань.
3. Розрахунок термічного циклу дозволяє отримати данні для побудови діаграми термодинамічного розпаду аустеніту.
4. Результати очікуваної структури зварних з'єднань, показують, що у зварному з'єднанні дрібнозерниста ферито-перлітна структура.
5. Особливості конструкції піддону визначають види зварювальних деформацій, які є кутовими. Очікувані деформації (кути повороту ребер відносно пластин та кути зламу пластин відносно площини) визначені розрахунком.

					ДП.131.6.2127см.22.05.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Попович А.В.			Технологічний процес складання та зварювання піддону	Літ.	Арк.
Керівник		Мартиненко В.О.					Акрушів
							114
Зав. кафедр.		Квасницький В.Ф.				НУК	

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ ПІДДОНУ

3.1 Принципова послідовність складання та зварювання

Виготовлення піддону починається з виготовлення корита. За допомогою мостового крана на складальну плиту подається сформована заготовка корита піддону, віна розкріплюється та виконується розмічування під встановлення ребер жорсткості та такелажних провущин. На розмічене корито встановлюються ребра жорсткості та фіксуються на прихопленнях. Виконується механізоване зварювання в середовищі захисних газів, тип зварних швів У4, зачищення швів та виконується перевірка на непроникність швів гасом. Після чого виготовлене корито здається ВТК. Далі по розміченим місцям встановлюються такелажні провущини, фіксуються на прихопленнях. Виконується механізоване зварювання в середовищі захисних газів, тип зварних швів Т1, та зачищення швів. Після чого приварювання провущин здається ВТК. На наступному етапі виготовлення корито за допомогою мостового крану перекантовується тильною стороною до верху, розкріплюється. На ньому виконується розмічування під встановлення вантажозахватних бобишок та повздовжнього п-образного профілю, якій є основою піддону. Бобишки встановлюються по розміченим місцям та фіксуються на прихопленнях. Виконується механізоване зварювання в середовищі захисних газів, тип зварних швів Т1, та зачищення швів. Після чого приварювання бобишок здається ВТК. За допомогою мостового крану подається сформований повздовжний п-образний профіль. Профіль встановлюється на піддон, орієнтується та фіксується на прихопленнях. Виконується механізоване, в середовищі захисних газів, приварювання профілю до корита, тип зварного шва нестандартний, та зачищення шва. Виготовлений піддон ґрунтується ґрунтом, фарбується емаллю, покривається покриттям, після чого здається ВТК.

Послідовність процесу виготовлення піддону наведена на рисунку 3.1.

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

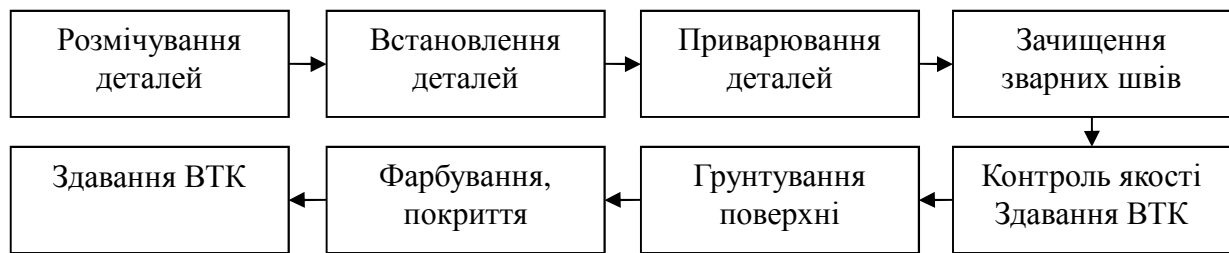


Рисунок 3.1. Послідовність процесу виготовлення піддону.

Послідовність виготовлення піддону на потоковій лінії наступна:

Позиція 1. - зі складу деталей заготовки корита та ребер жорсткості подаються на складальну плиту, зварюються, виконується зачищення швів та їх контроль на непроникність, після чого зварні з'єднання здаються ВТК.

Позиція 2. - зі складу на складальну плиту подаються провувшини та бобишки. Виконується їх складання та зварювання, зачищення швів, після чого зварні з'єднання здаються ВТК.

Позиція 3. - зі складу на складальну плиту подається повздовжній профіль. Виконується його орієнтація, зварювання та зачищення зварних з'єднань. Після чого зварні з'єднання здаються ВТК.

Позиція 4. -. виконується грунтування поверхні піддону. Далі, після висихання грунту, виконується фарбування піддону, після висихання фарби, виконується нанесення захисного покриття. Після чого піддон здається ВТК.

Позиція 5. - Складування готових виробів.

Структурна блок схема виготовлення піддону наведена на рисунку 3.2.

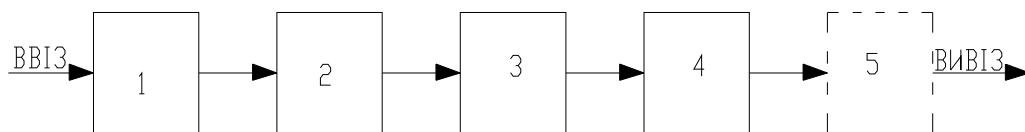


Рисунок 3.2 Структурна блок схема виготовлення піддону

3.2 Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів

На механічні і фізико-хімічні властивості металу шва неабиякий вплив має його хімічний склад. Тому, для отримання властивостей, які задовільняють вимогам надійності і якості конструкції дуже важливим є правильний вибір зварювальних матеріалів [6].

Першою умовою при виборі зварювальних матеріалів для зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей є одержання цільних безпористих швів. Основною причиною виникнення пор є насичення металу шва воднем, азотом і гальмування реакції окислення вуглецю в період кристалізації зварювальної ванни.

Іншою умовою, при виборі зварювальних матеріалів є одержання металу шва, який володіє високою технологічною міцністю, тобто, стійкістю до утворення гарячих тріщин.

Третьою умовою є – отримання металу шва з вимогами щодо експлуатації міцності.

Четверта умова - низька вартість і доступність зварювальних матеріалів.

Для виготовлення піддону використовується сталь 10ХСНД, яка відноситься до категорії ДЗ2.

Для зварювання сталі цієї категорії можуть застосовуватися такі категорії зварювальних матеріалів які вказані у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Категорії зварювальних матеріалів

Категорія зварювальних матеріалів	Суднобудівна сталь												
	Нормальної міцності				Підвищеної міцності								
	A	B	D	E	A32, A36	D32, D36	E32, E36	F32, F36	A40	D40	E40	F40	
1, 1S, 1T, 1M, 1TM, 1V	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
1YS, 1YT, 1YM, 1YTM, 1YV	+	–	–	–	+ ¹	–	–	–	–	–	–	–	
2, 2S, 2T, 2M, 2TM, 2V	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2Y, 2YS, 2YT, 2YM, 2YTM, 2YV	+	+	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	
2Y40, 2Y40S, 2Y40T, 2Y40M, 2Y40TM, 2Y40V	2				+	+	–	–	+	+	–	–	
3, 3S, 3T, 3M, 3TM, 3V	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	
3Y, 3YS, 3YT, 3YM, 3YTM, 3YV	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Категорія зварювальних матеріалів	Суднобудівна сталь											
	Нормальної міцності				Підвищеної міцності							
	A	B	D	E	A32, A36	D32, D36	E32, E36	F32, F36	A40	D40	E40	F40
3Y40, 3Y40S, 3Y40T, 3Y40M, 3Y40TM, 3Y40V	2				+	+	+	–	+	+	+	–
4Y, 4YS, 4YT, 4YM, 4YTM, 4YV	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–
4Y40, 4Y40S, 4Y40T, 4Y40M, 4Y40TM, 4YV	2				+	+	+	+	+	+	+	+

Цим категоріям зварювальних матеріалів відповідають такі вітчизняні та іноземні марки зварювальних матеріалів, як у таблицях 3.2 – 3.3

Таблиця 3.2 Комбінації "зварювальний дріт-захисний газ"

Категорія зварювальних матеріалів	Найменування, марка зварювальних матеріалів		
	СНД	Голандія	Швеція
2YMS	Св-08Г2С+С1 Св-08Г2С-0+С1	–	–
3Y40MS	Св-08ГСНТ+С1 Св-08ГСМТ+С1 Св-08ГСНТА+С1 48ПП-8Н+С1	PZ6111+M21(НН) PZ6113+С1(НН) PZ6113+M21(НН) PZ6113S+С1(НН) PZ6111HS+С1(НН)	OK Autrod 12.50+M21 OK Autrod 21.51+С1 OK Autrod 12.64+С1 Elgacore: DWA50+M21(ННН) Elgacore: DWA55E+С1(ННН) Elgacore: MXA100+M21(ННН)

Нижче наведений хімічний склад дротів, які використовуються для зварювання.

Таблиця 3.3 Хімічний склад дротів сталевих зварювальних (ГОСТ 2246-70)

Марка дроту	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Інші елемент
Низьковуглецевий дріт										
Св-08А	0,12	0,06	0,35...0,60	0,10	0,25	–	–	0,020	0,020	0,01 А1
Св-08ГА			0,80...1,10	0,10	0,25	–	–	0,025	0,030	–
Св-10ГА			1,10...1,40	0,20	0,30	–	–	0,025	0,030	–
Св-10Г2			1,50...1,90	0,20	0,30	–	–	0,030	0,030	–
Легований дріт										
Св-08ГС	0,10	0,60...0,85	1,40...1,70	0,20	0,25	–	–	0,025	0,030	–
Св-08Г2С	0,05...0,11	0,70...0,95	1,80...2,10	0,20	0,25	–	–	0,025	0,030	–

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						5

Марка дроту	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Інші елемент
Св-10ГН	0,12	0,15...0,35	0,90...1,20	0,20	0,90-1,20	–	–	0,025	0,030	–
Св-08ГСМТ	0,06...0,11	0,40...0,70	1,00...1,30	0,30	0,30	0,20-0,40	0,05-0,12	0,025	0,030	–
ОК Autrod12.2 0,4 мм	0.1	0,07	0,91	0,05	0,01	-	-	0.019	0,01	Al 0,005 Cu 0,09

Виходячи із зазначених вище умов вибору зварювальних матеріалів і вибраних засобів зварювання застосовують наступні зварювальні матеріали:

Для механізованого зварювання в захисній газовій суміші (82% Аг і 18% CO₂) (ГОСТ 8050-85) зварювальний дріт повинен відповідати нормам вказаним у таблицях 3.4 - 3.7. Пропонується застосовувати дріт ОК Tubrod 15/14.

Порошковий дріт фірми ESAB ОК Tubrod 15/14

Це рутиловий порошковий дріт розроблений для економічного позиційного зварювання у всіх просторових положеннях. Із цим дротом використовується будь-який тип захисного газу. При позиційному зварюванні допустимі високі величини напруги й струму дуги. Зварювальна ванна легко контролюється в обох напрямках вертикального зварювання (нагору й зверху вниз), шлаки легко віддаляються. Рутілові порошкові дроти мають струйно-краплинне перенесення металу через дугу у всьому діапазоні зварювального струму й характеризуються чудовими зварювальними характеристиками, широким діапазоном зварювальних параметрів і гарним зовнішнім виглядом швів. Порошкові дроти утворюють швидко твердіючі шлаки, призначені для продуктивного зварювання у всіх просторових положеннях. Різновидом є дроти призначені для зварювання в нижньому положенні, які утворюють більш текучі шлаки забезпечують більше високу швидкість зварювання.

Таблиця 3.4 Хімічний склад наплавленого металу при зварюванні порошковими дротами.

Марка дроту	C,%	Mn,%	Si,%	Ni,%	P,%	S,%
ESAB, ОК Tubrod 15.14	0,05	1,4	0,5		<0,025	<0,025

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			6

Таблиця 3.5 Механічні властивості металу шва при зварюванні порошковими дротами.

Марка дроту	Re, МПа	Rm, МПа	$\sigma_{0.2}$, (A ₅), %
ESAB,OK Tubrod 15.14	420	510	26

Фізико-хімічні показники 82% Ar і 18% CO₂ наведені в таблицях 3.6 і 3.7

Таблиця 3.6 Склад двоокису вуглецю.

Показник	норма	
	Вищий сорт	Перший сорт
Об'ємна частка CO ₂ >25 не менша	99,8	99,5
Масова частка водяних парів при температурі 20С і тиску 101,3 кПа, г/см не більша	0,037	0,184

Таблиця 3.7 Склад аргону вищий сорт.

Показник	Норма
Вміст Ar, %, не менше	99,99
Вміст O ₂ , %, не більше	0,001
Вміст N ₂ , %, не більше	0,008
Вміст водяних парів, г/см , при нормальних умовах (20°С і 760 мм. рт. ст.	0,01
Ar при 760мм рт. ст. і температурі, не вище	-58
Вміст CO ₂ і вуглеводнів в сумі, %,не більше	0,001

3.3. Обґрунтування вибору зварювального обладнання

При виготовленні піддону застосовуються механізоване зварювання у суміші Ar+CO₂.

Для механізованого зварювання плавким електродом, можуть застосовуватися зварювальні напівавтомати виробництва як вітчизняного виробника, так й зарубіжного виробництва.

Серед зарубіжних представників зварювального обладнання слід виділити обладнання фірми JASIC. Фірма представляє достатньо широкий спектр обладнання для реалізації більшості задач під час виготовлення зварних

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

металевих конструкції. Технічні характеристики деяких представників зварювального обладнання фірми JASIC наведені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 Технічні характеристики зварювальних напівавтоматів виробництва фірми JASIC

Технічна характеристика	MIG-250 (N289)	MIG-350 (N371)	MIG-400 (N361)
Напруга мережі живлення, В	220	380	380
Тип зварювального струму	Постійний	Постійний	Постійний
Межі регулювання зварювального струму, А	10 – 250	20 - 350	30 - 400
Межі регулювання зварювальної напруги, В	15,5 – 26,5	16,5 - 31,5	17 - 34
Споживана потужність, кВА	12,74	15	17,8
Межі регулювання швидкості подачі, м/год	90 - 960	90 - 1080	60 - 1260
Діаметр електродного дроту, мм	0,6 – 1,0	0,8 – 1,2	0,8 – 1,6
Маса, кг	24	52	41

На підставі аналізу зварювального обладнання, вітчизняного та зарубіжного виробництва для виготовлення конструкції пропонується використовувати обладнання фірми JASIC – напівавтомат MIG-400 (N361). Це обладнання має високий коефіцієнт продуктивності, мобільність та зручність у використанні, дозволяє виконувати роботи у важкодоступних місцях, має універсальність, може застосовуватися під час зварювальних робіт широкого переліку металів та сплавів, стійке до коливань у мережі живлення, має відмінну ергономіку та тривалий термін експлуатації. Конструкція апарату включає до себе сучасну електроніку, яка спрощує процес зварювання, в зв'язку з чим вимоги до кваліфікації персоналу що виконує зварювальні роботи зменшуються.

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

3.4 Контроль якості зварних з'єднань

Методи контролю зварних з'єднань встановлені ДСТУ 3242-80. В ньому визначені методи контролю залежно від виду та розмірів дефектів, їх розташування, товщини матеріалів, а також способів зварювання.

Контроль зварювальних робіт і зварних швів, при виготовленні конструкцій і деталей, повинен здійснюватися контрольними органами підприємства. Результати контролю повинні реєструватися за встановленою на підприємстві формою, зберігатися до здачі об'єкту і пред'являтися інспектору Регістру на його вимогу для розгляду.

Неруйнівний контроль зварних швів може виконуватися наступними методами:

- зовнішнім оглядом (візуальний контроль);
- магнітопорошковий контроль;
- капілярний контроль;
- радіографічний контроль, рентгено- або гамаграфування;
- ультразвуковий контроль.

Застосування конкретного методу неруйнівного контролю встановлюється в технічній документації проекту в залежності від відповідальності конструкції і типу зварного з'єднання.

Неруйнівний контроль здійснюється за узгодженими з стандартами або методиками.

Контролю зовнішнім оглядом та вимірюванню підлягають всі зварні шви по всій довжині з обох сторін, до контролю їх іншими методами. Перед контролем зовнішнім оглядом та вимірюванням зварні шви повинні бути акуратно очищені від шлаку та забруднень. При контролі швів вимірюванням, повинно бути встановлено відповідність розмірів зварних швів вимогам креслення. Вимірювання виконується не менше ніж через кожен метр шва, але не менше одного вимірювання на кожному окремому шві, а також в місцях, де при зовнішньому оглядові ймовірні відхилення від допустимих розмірів.

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Радіографічному контролю підлягають шви, зварювання яких виконується на повну товщину металу (з повним проплавленням). Даний метод контролю виконується для знаходження таких внутрішніх дефектів: тріщин, непроварів, пор та шлакових включень.

При контролі зварних швів зовнішньої обшивки знімок повинен бути розташований по осі стика на перехресті швів таким чином, щоб він частково охоплював паз, як показано на рисунку 3.3.

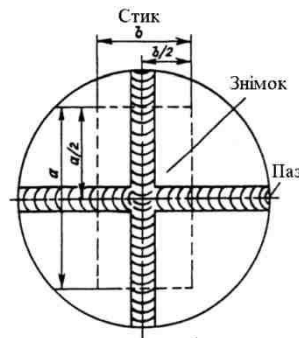


Рисунок 3.3 Схема радіографічного контролю

Оцінка зварних з'єднань за результатами контролю проводиться за 3-бальною шкалою. З'єднання, які оцінені балами 2 та 3 вважають придатними. З'єднання, оцінені балом 1, бракуються та підлягають виправленню.

Контролю випробовуванням на міцність та щільність металу швів підлягають готові зварні з'єднання, непроникних зварних конструкцій. Методи та параметри контролюзначаються робочими кресленнями та спеціальними технічними умовами.

Розчин мильної піни наноситься на рівні ділянки методом напилення. Встановлюється прилад для проведення випробування, за допомогою ежектору створюється вакуум в камері. Якщо при перевірці з'явилися повітряні бульбашки, то за допомогою мановакууметра перевіряються показники, які повинні бути в межах 0,2-0,21 бар. Всі з'єднання, які підлягають контролю, повинні мати доступ для огляду.

Випробовування триває 5-10 хвилин, та проводиться при температурі не нижче -10 °С.

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку випробовування зварних з'єднань без повного проплавлення змочуванням керосином, після виконання першого проходу шва з однієї сторони (у відповідності до ГОСТ 3285-77) продовжувати зварювання дозволяється через добу після закінчення випробування, для забезпечення висихання керосину. При цьому безпосередньо перед зварюванням необхідно провести прожарювання зварювальним пальником зварних крайок. У випадку роботи у складально доступних і замкнених місцях, перед прожарюванням крайок, необхідно провести газовий аналіз на предмет гранично допустимих концентрацій у повітрі парів легкопламеневої рідини.

Виправлення зварних швів, які мають дефекти, необхідно виконувати до подальшого контролю. Контроль, після виправлення дефектів, які були забраковані результатами рентгеноконтролю та контролю герметичності з'єднання, необхідно проводити в повному обсязі всіма видами та методами контролю, які передбачені технічною документацією для з'єднання, яке підлягає контролю.

Оцінку якості та прийом виправлених зварних з'єднань необхідно виконувати аналогічно, як і при першому контролі.

Якщо в зварному з'єднанні, після контролю, не виявлено дефектів, то воно вважається придатним та підлягає подальшому контролю.

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Розроблено технологію складання та зварювання піддону із застосуванням розробленого складального і вибраного зварювального обладнання та матеріалів.

2. Обрано зварювальне обладнання яке забезпечує стійке горіння дуги при різних видах зварювання, які застосовуються для виготовлення даної конструкції. Для механізованого зварювання в середовищі суміші захисних газів пропонується використовувати зварювальний напівавтомат виробництва фірми JASIC - MIG-400 (N361).

3. Зварювання виконується переважно механізованим способом у суміші захисних газів (82% Ar+18%CO₂), у якості зварювальних матеріалів для механізованого способу зварювання використано порошковий дріт ESAB, OK Tubrod 15.14.

					ДП.131.6.2127см.22.05.03.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Попович А.В.			Охорона праці	Літ.	Арк.
Керівник		Мартиненко В.О.					Акрушів
							1 15
Зав. кафедр.		Квасницький В.Ф.				НУК	

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів

Розвиток економіки нашої країни передбачає постійне прискорення темпів розвитку промисловості, що вимагає широкої механізації і автоматизації виробничих процесів, впровадження нової техніки і технологій. При цьому питанням охорони праці приділяється значна увага, оскільки від цього залежить економічна ефективність промислового виробництва і соціальна стабільність суспільства.

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці, що є частиною трудового законодавства. Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує.

Завдання охорони праці – звести до мінімальної ймовірності ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Однією з умов здорової праці є забезпечення чистоти повітря і нормальних метеорологічних умов в робочій зоні приміщення. Усунення впливу шкідливих і небезпечних промислових чинників, створення здорової повітряної атмосфери в робочій зоні є важливим завданням поряд з вирішенням основних питань виробництва.

Частиною трудового законодавства є система законодавчих актів, основний трудовий закон України – «Закон України про Охорону праці» від 14 жовтня 1992 року. Закон визначає основні положення по реалізації конституційного права громадян на охорону їхнього життя та здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює при участі державних органів відносини між власниками підприємства та працівником із питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці на Україні.

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До небезпечних факторів відносять відкриті струмоведучі частини устаткування, деталі машин і механізмів, що рухаються, розпечені тіла, можливість падіння з висоти самого працюючого або деталей і предметів, наявністю балонів, цистерн зі стислими або шкідливими речовинами і т.п.

До шкідливих факторів відносять шкідливі домішки в повітрі, несприятливі метеорологічні умови, промениста теплота, недостатнє освітлення, вібрація, шум, ультразвук і інфразвук, іонізуюче і лазерне випромінювання, електромагнітні поля, напруженість і тяжка праця, наявність шкідливих мікроорганізмів і т.п. Норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень (із будівельних норм БН 245-84).

Характеристи- ка виробничих приміщень	Категорія праці	Оптимальні			Допустимі			Допустима температура повітря поза постійних робочих місць, °C
		температура °C	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	температура °C	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	
Холодний період року (температура зовнішнього повітря нижче +10°C).								
Приміщення характеризу- ються незначними надлишками тепла, (20ккал/м³) і менше	Середньої складності	17-19	60-30	Не більше 0,3	15-20	75	0,5	13-20
Теплий період року (температура зовнішнього повітря +10°C і вище).								
Приміщення характеризу- ються незначними надлишками тепла, (20ккал/м³) і менше	Середньої складності	20-23	60-30	0,2-0,3	Не більше 3°C вище температур зовнішнього повітря найжарчого місяця	Не більше 3°C вище температур зовнішнього повітря найжарчого місяця	0,3-0,7	Не більше чим на 3 °C вище температури зовнішнього повітря в 13 г найжарчого місяця.

Інтенсивність виробничого шуму в суднобудуванні у складально-зварювальному цеху наведена у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Інтенсивність виробничого шуму в суднобудуванні у складально-зварювальному цеху.

Санітарні норми проектування промислових підприємств, дБ	Обробка плоских секцій, дБ	Обробка напівоб'ємних секцій, дБ	Кернення деталей, дБ
85	100-115	118-125	100

Між небезпечними і шкідливими факторами часто не можна провести чіткої границі. Один або інший фактор може привести до нещасного випадку.

Вплив на людину шкідливого виробничого фактору може призвести до професійного захворювання.

Застосування засобів колективного та індивідуального захисту є однією з найпоширеніших заходів попередження несприятливого впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Засоби колективного захисту призначені для одночасного захисту двох і більше працюючих, засоби індивідуального захисту – для захисту одного працюючого. Вони можуть ставитися як до техніки безпеки (наприклад, каска, що захищає від травм), так і виробничої санітарії (респіратори або навушники, що захищають від шкідливих виробничих факторів).

Зварювальні матеріали та обладнання, яке використовується при складально-зварювальних операціях, повинні забезпечувати добру якість зварного з'єднання, а також високу продуктивність праці. В той же час все більш високі вимоги ставляться до чистоти повітря в робочому приміщенні. Деякі можливості для мінімізації виділень зварювальних аерозолів (ЗА) та їх токсичності можна реалізувати технологічними способами. Вони заключаються у виборі оптимальної технології зварювання: спосіб зварювання, видів та марки зварювальних матеріалів, обладнання та режимів зварювання, які забезпечують мінімальну емісію ЗА.

Дугове зварювання, за винятком зварювання під флюсом, супроводжується оптичним випромінюванням в ультрафіолетових, видимих і інфрачервоних

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

діапазонах, що багаторазово перевищує фізіологічно стерпну оком людини величину. Інтенсивність оптичного випромінювання зварювальної дуги і його спектральні характеристики залежать від потужності дуги, способу зварювання, виду зварювальних матеріалів і захисних газів. При відсутності засобів індивідуального захисту можливе враження органів зору (електрофтальмія, катаракта) і шкірних покривів (опіки та інше).

Тому при проведенні складально-зварювальних робіт необхідно користуватися захисними щитками з вбудованими світлофільтрами. Вибір світлофільтрів залежить від сили зварювального струму.

Інтенсивність інфрачервоного (теплого) випромінювання від виробів, що зварюють, і зварювальної ванни визначається температурою виробів, їхніми габаритами і конструкцією, а також температурою і розмірами зварювальної ванни. При відсутності засобів індивідуального захисту вплив теплового випромінювання в інтенсивностях, що перевищують припустимі рівні, може привести до порушень терморегуляції, тепловому удару. Контакт із нагрітим металом може викликати опіки.

Тому при проведенні складально-зварювальних робіт необхідно користуватися спецодягом.

Напруженість електромагнітних полів залежить від конструкції і потужності зварювального устаткування, конфігурації виробу, що зварюється. Характер їхнього впливу на організм визначається рівнем і тривалістю впливу. Як правило, для дугового зварювання напруженість магнітного поля незначна, тому не перевищує гранично допустимих рівнів.

Розбризування металу при зварюванні також наслідок нестабільного горіння дуга: при зварюванні у вуглекислому газі дротом суцільного перетину воно досягає 15%, істотно менше при використанні покритих електродів і порошкових дротів і відсутній зовсім при зварюванні під флюсом. Бризки, іскри і викиди розплавленого металу і шлаків при відсутності засобів захисту можуть бути причиною опіків шкірних покривів, травмування органів зору, а також підвищують небезпеку виникнення пожеж.

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому при проведенні складально-зварювальних робіт необхідно користуватися спецодягом і дотримуватися правил пожежобезпеки.

Небезпечним для життя людини вважається напруга більше 42 В змінного й 110 В постійного струму для приміщень зварювальних цехів і 12 В для особливо небезпечних умов (вологі приміщення, замкнуті металеві об'єми). Однак ці значення напруги є досить умовними, оскільки небезпека ураження електричним струмом істотно залежить від індивідуальних особливостей організму і навколишніх умов. Найбільша допустима напруга дотику $U_{пр}$ та струми I_h , що проходять через людину, при нормальному (не аварійному) режимі роботи електроустановки наведена у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Найбільша допустима напруга дотику $U_{пр}$ та струми I_h , що проходять через людину, при нормальному (не аварійному) режимі роботи електроустановки.

Рід та частота струму	Найбільші допустимі значення	
	$U_{пр}, В$	$I_h, А$
Змінний, 50 Гц	2	0,3
Змінний, 400 Гц	3	0,4
Постійний	8	1,0

Статичні і динамічні фізичні навантаження у зварників при ручному і напівавтоматичному зварюванні викликають перенапругу нервової і кістково-м'язової систем організму. Статичні навантаження залежать від маси зварювального інструмента (електродотримача, шлангового тримача напівавтомата), гнучкості шлангів і проводів, тривалості безперервної роботи і підтримки робочої пози (стоячи, сидячи, напівсидячи, стоячи на колінах, лежачи на спині). Найбільші фізичні навантаження відчуються при виконанні зварювальних робіт напівсидячи і стоячи при зварюванні в стельовому положенні або лежачи на спині у важкодоступних місцях.

Для зниження навантажень варто застосовувати засоби механізації зварювання (зварювальні маніпулятори, роликові стенди та ін.)

Зварювання в середовищі захисних газів супроводжується виділенням пилу і газів. Зварювальний пил або аерозоль являє собою суміш найдрібніших частинок оксидів і мінералів. Крім аерозолі, повітря при зварюванні в робочих приміщеннях забруднюється різноманітними газами шкідливими для здоров'я людини. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі на робочому місці наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі на робочому місці

Шкідлива речовина	Концентрація, мг/см ³
Алюміній та його оксиди	2,0
Берилій та його з'єднання	0,001
Вольфрам	6,0
Нікель та його оксиди	0,5
Свинець	0,01
Оксид індію	5,0
Озон	0,1
Оксиди азоту	5,0
Мідь	0,5
Оксиди міді	0,1

Під час зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів перед маскою знайдено 90-111 мг/см³ пилу, а під маскою – 12÷28 мг/см³.

При ручному зварюванні плавким електродом теплова радіація дорівнює: на рівні правої руки – 1,2÷2,8 кал/см²×хв; і біля обличчя 1,5÷2,18 кал/см².

4.2 Розрахунок місцевої витяжної вентиляції

Інтенсивність виділення шкідливих речовин при зварювальних роботах визначається за формулою:

$$A = 1000 \cdot g \cdot P \cdot N, \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.1)$$

де g - валовий вихід шкідливих речовин на одиницю отриманої продукції $g = 0,0025 \text{ м}^3/\text{кг}$; P - кількість витраченого матеріалу $P = 1,0 \text{ кг/год}$; N - кількість одночасно працюючих $N = 2$.

$$A = 1000 \cdot 0,0025 \cdot 1,0 \cdot 2 = 5,0 \text{ м}^3/\text{год}$$

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для очищення повітря від пилу рекомендується встановлювати Циклон ФРКДЦ.

Технічні характеристики:

–допустима концентрація на вході - 50

–коефіцієнт очищення -99 %

–пропускна здатність –5÷101 м³/год

–гідравлічний опір – 18 кПа.

Швидкість руху повітря на вхідному перерізі пилегазоприймача:

$$U_p = \frac{U_m}{K_i \cdot \left(\frac{d_i}{L_i}\right)^2}, \text{ м\c} \quad (4.2)$$

де U_m – швидкість руху повітря в точці виділення шкідливих речовин, $U_m=0,5\text{м/с}$; d_1 –діаметр вхідного перерізу пилегазоприймача, $d_1=0,05\text{м}$; K_i – коефіцієнт, який залежить від форми вхідного отвору повітряоприймача, $K_i=0,12$; L_1 – відстань від міста виділення шкідливих речовин, $L_1=0,04\text{м}$.

$$U_p = \frac{0,5}{0,12 \cdot \left(\frac{0,05}{0,04}\right)^2} = 2,67 \text{ м\c}$$

Загальний вигляд місцевої вентиляції приведено на рисунку 4.1. Поміж електродами 3 затиснена деталь 4. Скрізь вентиляційне прилаштування 2 виконується висмоктування газів, які випаровуються під час зварювання, в загальнономонтажну витяжну вентиляцію 1.

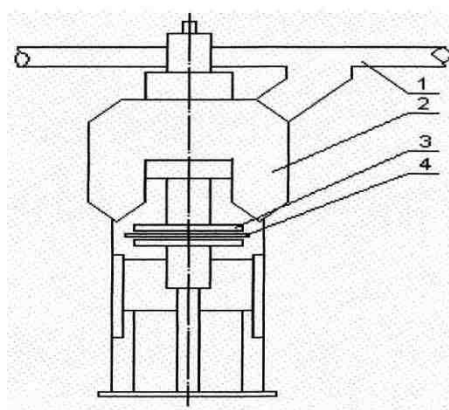


Рисунок 4.1 Загальний вигляд місцевої вентиляції

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Кількість повітря, необхідне для видалення шкідливих речовин одним пилегазоприймачем визначається за формулою:

$$Q_n = S_c \cdot U_p, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.3)$$

де S_c - площа вхідного перерізу пилегазоприймача, м^2 ; U_p – середня швидкість руху повітря в перерізі, $\text{м}/\text{с}$,

$$Q_n = \frac{0,05^2}{4} \cdot 3,14 \cdot 2,67 = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Загальна кількість повітря видаленого системою, місцевими засобами:

$$Q_{\text{заг}} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.4)$$

де Q_1, Q_n – кількість повітря видаленого системою.

$$Q_{\text{заг}} = 2 \cdot 5,2 \cdot 10^{-3} = 0,104 \text{ м}^3/\text{с}$$

Характеристика загальної витяжної системи:

- продуктивність $2400 \text{ м}^3/\text{с}$ при $P_v = 210 \text{ Па}$
- частота обертання колеса $n = 600 \text{ хв}^{-1}$

4.3 Розрахунок захисного заземлення для зварювального випрямляча

Заземлюючий пристрій – це сукупність заземлювача і заземлюючих провідників, які з'єднують заземлюючі частини електроустановки із заземлювачем.

Метою розрахунку є визначення параметрів пристрою заземлення при умові, щоб його опір розсіювання був менший або рівний допустимому значенню.

Вихідні дані:

- питомий електричний опір ґрунту (глина) $\rho = 60 \text{ Ом}$;
- найбільш допустимий опір пристрою заземлення для електроустановки з напругою до 1000 В , $R_d = 4 \text{ Ом}$;
- заземлювач має трубчасту форму (рисунок 4.2);
- довжина труби $l = 2 \text{ м}$;

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- глибина занурення труби від поверхні землі $a=0,9$ м;
- зовнішній діаметр труби $d=0,07$ м.

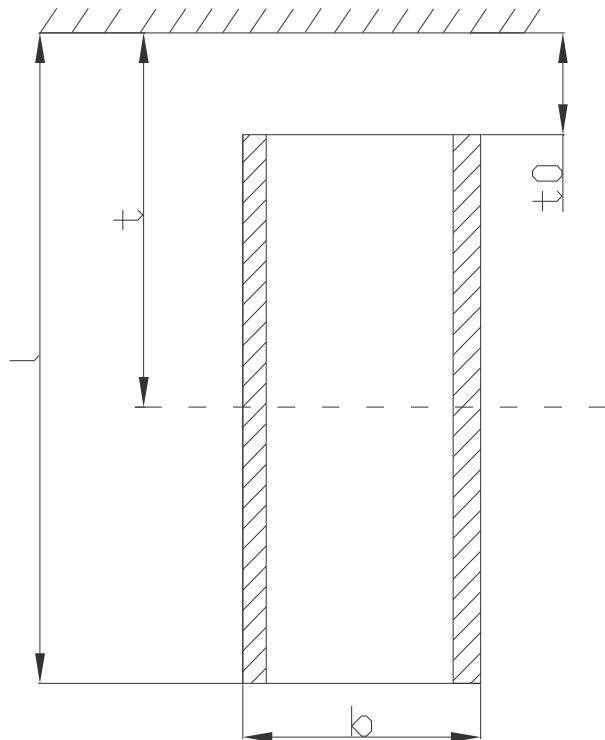


Рис 4.2 Схема електроду заземлення.

1. Розрахунок опору розтягування одного заземлювача:

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \text{ Ом} \quad (4.5)$$

де ρ – питомий електричний опір ґрунту; l – довжина труби; d – діаметр труби; t – глибина занурення труби;

$$t = a + 0,5 \cdot l, \text{ м} \quad (4.6)$$

де a – глибина занурення труби від поверхні землі; l – довжина труби; d – діаметр труби.

$$t = 0,9 + 0,5 \cdot 2 = 1,9 \text{ м}$$

$$R_1 = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,07} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,9 + 2}{4 \cdot 1,9 - 2} \right) = 20,4 \text{ Ом}$$

Опір одиночного заземлення вийшов більший допустимого опору пристрою заземлення $R_1 > R_d$. Необхідно застосувати декілька штучних заземлювачів, з'єднаних паралельно.

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Визначення кількості паралельних заземлювачів.

$$n' = \frac{R_1}{\eta_{\text{в}} \cdot R_{\text{д}}}, \text{ шт} \quad (4.7)$$

де $\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання заземлювачів, який враховує їх взаємну дію, приймаємо $\eta_{\text{в}} = 1$

$$n' = \frac{20,4}{1 \cdot 4} = 5,1 \text{ шт}$$

Приймається кількість заземлювачів $n' = 5 \text{ шт}$

3. Визначення фактичного коефіцієнту використання заземлювачів. Коефіцієнт визначається виходячи із розташування електродів і відстані між ними. Електроди заземлені по контуру. Відстань між ними $l = 2l$. Коефіцієнт використання заземлювачів $\eta_{\text{ф}} = (0,67 \div 0,72)$. Приймається $\eta_{\text{ф}} = 0,72$.

4. Розрахунок фактичного опору заземлювачів.

$$R_{\text{ф}} = \frac{R_1}{\eta_{\text{в}} \cdot n'}, \text{ Ом} \quad (4.8)$$

$$R_{\text{ф}} = \frac{20,4}{0,72 \cdot 5} = 5,67 \text{ Ом}$$

Приймається $R_{\text{ф}} = 6 \text{ Ом}$

5. Визначення опору розтікання з'єднувальної полоси $R_{1\text{в}}$

Для зв'язування вертикальних заземлювачів використовується з'єднувальна полоса.

За таблицею 2.2 [13] вибирається тип та схема розміщення з'єднувальної полоси. Схема розміщення та конструктивні елементи з'єднувальної полоси наведена на рисунку 4.3.

Опір розтікання з'єднувальної полоси визначається для протяжної пластини полосового перетину з $b=45 \text{ мм}$ за формулою:

$$R_{1\text{н}} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t}, \text{ Ом} \quad (4.9)$$

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

де $t=0,9$ м – глибина закладення з'єднувальної полоси; $l = 1,05 \cdot a \cdot n = 10,5$ м – довжина з'єднувальної полоси (a – відстань між електродами, приймається $1 \div 3$ м.); $b=2 \cdot d = 2 \cdot 0,07 = 0,14$ м- ширина з'єднувальної полоси.

$$R_{1n} = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 10,5} \cdot \ln \frac{2 \cdot 10,5^2}{0,14 \cdot 0,9} = 6,7 \text{ Ом}$$

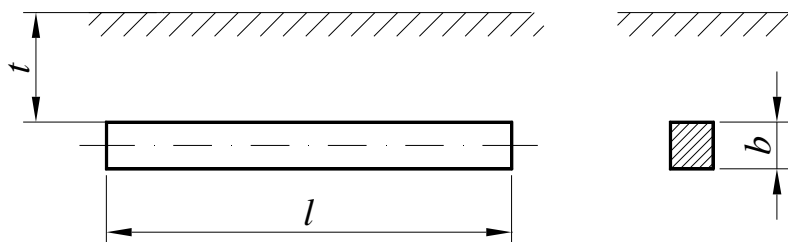


Рисунок 4.3. Схема розміщення та конструктивні елементи з'єднувальної полоси

З врахуванням коефіцієнту використання з'єднувальної полоси $\eta_e = 0,77$, який знаходиться за допомогою таблиці 2.5 [13], визначається опір з'єднувальної полоси R_{π}

$$R_{\phi} = \frac{R_{1n}}{\eta_e}, \text{ Ом} \quad (4.10)$$

$$R_{\phi} = \frac{6,7}{0,77} = 8,7 \text{ Ом}$$

6. Визначення фактичного опору захисного заземлення.

Визначення фактичного опору захисного заземлення R_e з вертикальних заземлювачів та горизонтальної з'єднувальної полоси визначається як еквівалентний опір при паралельному з'єднанні:

$$R_{\phi} = \frac{R_{\phi} \cdot R_{1n}}{R_{\phi} + R_{1n}}, \text{ Ом} \quad (4.11)$$

$$R_{\phi} = \frac{8,7 \cdot 6,7}{8,7 + 6,7} = 3,78 \text{ Ом}$$

Отриманий нами опір порівнюється з допустимим опором заземлюючого пристрою R_d .

$R_e < R_d$ – вимога виконується.

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зараз ми можемо стверджувати, що розраховане захисне заземлення відповідає всім вимогам і буде забезпечувати безпеку праці робітників на виробництві.

4.4 Основні заходи безпеки при різних видах зварювання

Для розробників зварювальних матеріалів основним способом покращення гігієнічних характеристик є вибір хімічного складу (склад покриття та стрижня електроду, флюсу, зварювального дроту та захисного газу). В більшості випадків це неможливо, оскільки основними вимогами до зварювального процесу залишається якість зварного шва, та уникнути наявності в складі зварювальних матеріалів токсичних речовин (марганцю, хрому, нікелю, фтору і т.п.) неможливо. Самим простим для реалізації способом мінімізації виділень ЗА, виходячи з конкретних умов, може бути вибір способу зварювання та зварювального обладнання.

Вибір способу зварювання дає можливість суттєво впливати на умови праці зварників за рахунок зниження повітрообміну загальною обмінною вентиляцією (таблиця 4.5).

Вибір зварювального обладнання. Знизити інтенсивність утворення ЗА можна шляхом використання високоіндуктивних джерел енергії, які, обмежуючи збільшення сили струму під час короткого замикання, зменшують силу електричного вибуху металевої перемички між дротом та зварювальною ванною, а також шляхом використання транзисторних зварювальних джерел енергії з електронним управлінням вихідного сигналу, який дозволяє керувати переносом електродного металу.

Таблиця 4.5. Залежність повітрообміну від способу зварювання та зварювальних матеріалів

Спосіб дугового зварювання, зварювальні матеріали	Повітрообмін, м ³ /кг
Ручне зварювання вуглецевих та низьколегованих сталей електродом загального призначення марок АНО, УОНИ, МР та ін.	1800-6600

Продовження таблиці 4.5.

Спосіб дугового зварювання, зварювальні матеріали	Повітрообмін, м3/кг
Зварювання сталей порошковим дротом марок ПП-ДСК, ПП-АН та ін.	1900-7300
Механізоване зварювання у вуглекислому газі дротом марок Св-08Г2С, Св-10Г2-Н2-СНТ та ін.	2000-3100
Ручне зварювання алюмінію в аргоні дротом типу АМГ	1000
Автоматичне зварювання сталі під флюсом марок АН, ФН, ОСЦ-45 та ін.	40-400
Автоматичне зварювання сталі під керамічним флюсом марок АНК, К, КС	70-1100

Для найбільш повного видалення зварювального аерозолі з робочої зони необхідно застосовувати ефективні місцеві відсоси (пальники з вбудованим відсосом, гнучкі настінні відсоси, вентилятори із гнучкими воздуховодами і фільтровентиляційні агрегати) у комбінації із загальнообмінною приточно-витяжною вентиляцією. Повітря, що виходить з виробничих приміщень в атмосферу, повинно бути очищено від всіх шкідливих речовин, що утворюються при використанні різних способів зварювання.

Збільшення витрат відсмоктуючого повітря призводить до погіршення захисту і якості зварного шва. Обмін повітря на один пост повинен складати 500-1000 м³/ч. В холодний період, повітря, яке подається в зону дихання зварника, повинне мати температуру 20-22⁰С.

Усі виробничі приміщення для плазменного різання та робочі місця на судах повинні бути обладнані примусовою загально обмінною вентиляцією та пристроєм місцевих витяжних відсосів відповідно до ГОСТ 2.3.039-85.

Для захисту органів слуху від впливу шуму необхідно використовувати шумознижуючі навушники, ватяні вкладиші у вушні раковини й шоломи.

Також забороняється робота на несправному устаткуванні, із застосуванням несправного оснащення, пристосувань або інструмента.

Не дозволяється проведення робіт на великих об'ємних блоках і судні без наявності важелів, виготовлених із дотриманням вимог ОСТ 5.9029-84.

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Робочі місця зварювальників повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння.

Для захисту від світлового випромінювання електричної дуги й іскор при різанні робоче місце повинне відгороджуватися переносними щитами та ширмами. Захист від ультрафіолетового і світлового випромінювання зварювальників, теплорізників та працюючих поруч повинний здійснюватися із застосуванням засобів захисту згідно ОСТ5.0272-79 та ОСТ5.9823-80.

Для захисту очей зварників від шкідливих випромінювань при проведенні електрозварювальних робіт повинні застосовуватися світлофільтри, що виготовляють із темного скла, вставленого в оглядові рамки щитків і масок електрозварників, а також у виді прямокутних і круглих пластинок для окулярів електро – і газозварників. Скла світлофільтрів випускаються за ГОСТ 9497 – 60.

Робоче місце зварювальника повинне відгороджуватися щитом чи закриватися шторами.

Висновок

1. В даному розділі проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні складально-зварювальних робіт. Виявлені найбільш небезпечні при кожному способі зварювання, розглянуті допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі на робочому місці, норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні.

2. Була розрахована місцева витяжна вентиляція, яка дозволяє зменшити концентрацію шкідливих речовин у робочому просторі електрозварювальника.

3. Було розраховане захисне заземлення, що дає змогу знизити до безпечної величини напругу відносно землі на металевих частинах обладнання, яке в нормальному стані не перебуває під напругою. Визначено, що воно відповідає всім вимогам і буде забезпечувати безпеку праці робітників на виробництві.

4. Проведено аналіз основних заходів безпеки та засобів захисту від шкідливих факторів.

					ДП.131.6.2127см.22.05.04.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.131.6.2127см.22.05.05.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок собівартості		
Студент		Попович А.В.					
Керівник		Мартиненко В.О.					
Зав. кафедр.		Квасницький В.Ф.					
					НУК		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						1	8

5 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ

Вихідні дані розрахунку:

1.	Серійний об'єм продукції, один.	250
2.	Ціна джерела живлення, грн.	50000
3.	Ціна зварювального устаткування, грн.	25000
4.	Ціна зварювального дроту, грн./кг.	125
5.	Ціна 1 літри захисного газу, грн.	10,6
6.	Ціна грн./1 кВт*г,	1,77
7.	Трудовісткість зварювання, н-г.	1,39
8.	Трудовісткість складання, н-г.	0,5075
9.	Трудовісткість зачищення швів, н-г	0,064
10.	Трудовісткість ґрунтування та фарбування, н-г	1,035
11.	Трудовісткість контролю, н-г	0,48
12.	Розряд робіт	3-4
13.	Часова тарифна ставка основних робочих, грн./час	48,5
14.	Часова тарифна ставка допоміжних робочих, грн./час	40,4
15.	Рівень додаткової зарплати, %	13
16.	Норма амортизації обладнання, %	8
17.	Норма витрат на поточний ремонт обладнання, %	5
18.	Рівень цехових накладних витрат, %	10
19.	Рівень заводських накладних витрат, %	18

Технологічна собівартість C_T складається з витрат на основний матеріал, зварювальні матеріали C_M , на електроенергію C_e , на оплату праці $C_{пр}$, амортизаційні відрахування C_a та відрахування на поточний ремонт обладнання C_p . тобто:

$$C_T = C_M + C_e + C_{пр} + C_a + C_p \quad (5.1)$$

Витрати на кожний з матеріалів C_{Mi} визначається за формулою

$$C_{Mi} = P_{Mi} \times U_{Mi}, \quad (5.2)$$

де P_{Mi} – потреби в і-тому матеріалі; U_{Mi} – ціна одиниці виміру даного матеріалу.

					ДП.131.6.2127см.22.05.05.ПЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна кількість кожного з матеріалів Π_{mi} визначається згідно з ДСТУ 3159-95 [11].

1. Норма витрати зварювальних матеріалів під час дугового зварювання порошковим дротом визначається за формулою:

$$H_B = M \cdot K_B, \text{ кг/м} \quad (5.3)$$

де M – маса наплавленого металу на метр з'єднання, кг; K_B – коефіцієнт витрати матеріалу, що враховує технологічні втрати та відходи зварювальних матеріалів. Для порошкового дроту $K_B=1,21$.

$$M = F \cdot \gamma \cdot L \cdot 10^{-3}, \text{ кг} \quad (5.4)$$

де F – площа поперечного перетину наплавленого металу з'єднання, мм^2 ; γ – густина металу з'єднання $\gamma=7,8 \text{ г/см}^3$; L – довжина з'єднання, м.

Розрахунок норми витрати зварювального дроту здійснюється у табличній формі (таблиця 5.1)

Таблиця 5.1 Розрахунок норми витрати зварювального дроту.

Номер та тип з'єднань	Сумарна довжина з'єднань, м	Площа наплавленого металу, мм^2	Маса наплавленого металу, кг	Норма витрати, кг/м.п	Вартість на 1 виріб, грн.
Шов 1, У4	1,2	10,65	0,099	0,119	14,88
Шов 2, Т1, Д4	0,336	12,2	0,032	0,038	4,75
Шов 3, Т1, Д3	0,628	7,65	0,037	0,045	5,63
Шов 4, Нестандартний	3,128	16,76	0,409	0,494	61,75
Всього				0,696	87,01

2. Норма витрати сумиші захисних газів визначається за формулою:

$$H_r = H_{\text{пг}} \cdot T_o + H_{\text{дг}}, \quad \text{л} \quad (5.5)$$

де $H_{\text{пг}}$ – питома витрата захисного газу, л/хв, $H_{\text{пг}}=10 \text{ л/хв.}$; T_o – основний час зварювання з'єднання, хв.; $H_{\text{дг}}$ – додаткові витрати захисного газу на виконання підготовчо - заключних операцій під час зварювання.

$$H_{\text{дг}} = T_{\text{пз}} \cdot H_{\text{пг}}, \quad \text{л} \quad (5.6)$$

де $T_{\text{пз}}$ – час на підготовчій - заключній операції $T_{\text{пз}} = 0,2 \text{ хв}$ (для дрібносерійного виробництва).

$$H_{\text{дг}} = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ л\хв.}$$

Розрахунок норми витрати захисного газу здійснюється у табличній формі (таблиця 5.2)

Таблиця 5.2 Розрахунок норми витрати захисного газу.

Номер та тип з'єднань	Основний час зварювання, хв.	Норма витрати, л	Вартість на 1 виріб, грн
Шов 1, У4	21,6	218	2310,8
Шов 2, Т1, Δ4	10,2	104	1102,4
Шов 3, Т1, Δ3	9,6	98	1038,8
Шов 4, Нестандартний	42	422	4473,2
Всього		842	8925,2

3. Витрати електроенергії визначаються за формулою:

$$W = \frac{U_{\text{д}} \cdot I_{\text{з}}}{\eta \cdot 1000} \cdot \tau + \omega_0 (\tau_1 - \tau), \quad (5.7)$$

де $U_{\text{д}}$ – напруга дуги; η – ККД джерела живлення ($\eta = 0,8 \dots 0,9$ – для зварювання змінним струмом і $\eta = 0,6 \dots 0,8$ – для зварювання постійним струмом); ω_0 – потужність, що витрачається джерелом живлення під час холостого ходу ($\omega_0 = 0,2 \dots 0,4$ кВт для змінного струму і $\omega_0 = 2 \dots 3$ кВт для постійного струму); τ – час горіння дуги, год.; $\tau_1 = \frac{\tau}{K_{\text{п}}}$ – час зварювання з урахуванням коефіцієнту $K_{\text{п}}$ використання зварювального поста (для зварювання у цехових умовах $K_{\text{п}} = 0,5 \dots 0,8$, для зварювання у монтажних умовах $K_{\text{п}} = 0,4 \dots 0,6$).

Розрахунок витрати електроенергії на 1 виріб здійснюється у табличній формі (таблиця 5.3)

Таблиця 5.3 Розрахунок витрати електроенергії на 1 виріб.

Номер та тип з'єднань	Струм зварювання, А	Напруга горіння дуги, В	Час горіння дуги, год.	Час зварювання, год	Витрати ел. енергії, кВт
Шов 1, У4	150	26	0,18	0,36	2,205
Шов 2, Т1, Δ4	150	26	0,085	0,17	1,041
Шов 3, Т1, Δ3	150	26	0,08	0,16	0,98

Продовження таблиці 5.3

Номер та тип з'єднань	Струм зварювання, А	Напруга горіння дуги, В	Час горіння дуги, год.	Час зварювання, год	Витрати ел. енергії, кВт
Шов 4, Нестандартний	150	26	0,35	0,7	4,287
Всього					8,51

Розрахунок зміни витрат на електроенергію наведений у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 Розрахунок зміни витрат на електроенергію

Витрати на 1 виріб, кВт-год.	Річна програма випуску виробів, шт.	Витрати на річну програму, кВт-год.	Ціна одиниці, грн.	Річна вартість електроенергії, грн.
10,6	250	2650	1,77	4690,5

4. Розрахунок витрат на заробітну плату.

Витрати на основну заробітну плату технологічної операції $C_{при}$ розраховуються за формулою:

$$C_{при} = T_p \cdot \Gamma_{ст}, \quad (5.8)$$

де T_p – трудомісткість виконання (складання, зварювання, зачищення тощо) зварного виробу, н-год [12] ; $\Gamma_{ст}$ – середня годинна тарифна ставка робітника відповідної професії, грн./год.

Повні витрати на заробітну плату для виконання кожної операції мають бути розраховані з урахуванням рівня додаткової зарплати і відрахувань від заробітної плати, а загальні витрати на оплату виробничих працівників визначаються як:

$$C_{пр} = \sum_i^n C_{при}^n, \quad (5.9)$$

де $C_{при}^n$ - повні витрати на заробітну плату для виконання i -ої операції, n – число операцій технологічного процесу.

Розрахунок зміни витрат на основну заробітну плати (ОПЗ) здійснюється у табличній формі (таблиця 5.5).

					ДП.131.6.2127см.22.05.05.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.5. Розрахунок зміни витрат на основну заробітну плату

Операція технологічного процесу	Трудовісткість виконання на 1 виріб, н-год.	Річна програма випуску виробів, шт.	Трудовісткість виконання річної програми, н-год.	Годинна тарифна ставка робочого, грн./год.	Річна сума витрат, грн.
Складання	0,5075	250	126	40,4	5090,4
Зварювання	1,39	250	347,5	48,5	16853,75
Зачищення швів	0,064	250	16	40,4	646,4
Грунтування, Фарбування, Покриття	1,035	250	258,75	40,4	10453,5
Контроль	0,48	250	120	37,83	4539,6
Всього:					37583,65

Розрахунок зміни витрат на додаткову заробітну плату (ДПЗ) та відрахувань на заробітну плату (ВЗП) здійснюється у табличній формі (таблиця 5.6).

Таблиця 5.6 Розрахунок зміни витрат на додаткову заробітну плату.

Операція технологічного процесу	Сума витрат ОЗП, грн	Рівень витрат на ДЗП, %	Сума витрат на ДЗП, грн	Рівень витрат на ВЗП, %	Сума витрат на ВЗП, грн
Складання	5090,4	13	661,75	22	1119,89
Зварювання	16853,75	13	2190,98	22	3707,82
Зачищення швів	646,4	13	84,03	22	142,21
Грунтування, Фарбування, Покриття	10453,5	13	1358,95	22	2299,77
Контроль	4539,6	13	590,15	22	998,71
Всього			4885,86		8268,4

Сума зміни витрат на заробітну плату $C_{\text{пр}} = 37583,65 + 8268,4 = 45852,05$ грн.

5. Розрахунок амортизаційних відрахувань та витрат на поточний ремонт обладнання.

Амортизаційні відрахування від кожного виду обладнання C_{ai} та відрахування на поточний ремонт C_{pi} визначаються за наступними формулами:

					ДП.131.6.2127см.22.05.05.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

$$C_{ai} = \frac{\Sigma B_i \times H_{ai}}{100} \quad (5.10)$$

$$C_{pi.} = \frac{\Sigma B_i \times H_p}{100}, \quad (5.11)$$

де B_i , H_{ai} , H_p – вартість обладнання, норма амортизаційних відрахувань та норма витрат на поточний ремонт обладнання

Розрахунок зміни амортизаційних відрахувань від обладнання та витрат на поточний ремонт здійснюється у табличній формі (таблиця 5.7).

Таблиця 5.7 Розрахунок зміни амортизаційних відрахувань від обладнання

Найменування устаткування	Первинна вартість, грн.	Норма амортизації, H_a %	Сума відрахувань, грн.	Норма відрахувань на поточний ремонт H_p	Сума відрахувань, грн.
Напівавтомат Jasic MIG-400 (N361)	52800	8	4224	5	2640

6. Розрахунок зміни накладних витрат.

Розрахунок зміни накладних витрат здійснюється у табличній формі (таблиця 5.8)

Таблиця 5.8 Розрахунок зміни накладних витрат

Технологічна операція	Сума витрат на основну зарплатню, грн	Рівень витрат на цехові накладні витрати, %	Рівень затрат на цехові накладні витрати, грн	Рівень витрат на завод. накладні витрати, %	Рівень затрат на завод. накладні витрати, грн
Складання	5090,4	10	509,4	18	916,27
Зварювання	16853,75	10	1685,38	18	3033,67
Зачищення швів	646,4	10	64,64	18	116,35
Грунтування, Фарбування, Покриття	10453,5	10	1045,35	18	1881,63
Контроль	4539,6	10	453,96	18	817,13
Всього			3758,73		6765,05

Розрахунок зміни технологічної собівартості продукції наведений у формі таблиці (таблиця 5.9).

					ДП.131.6.2127см.22.05.05.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Таблиця 5.9. Розрахунок загальної зміни собівартості продукції.

Найменування статей витрат	Сума витрат на програму випуску, грн.
Основний матеріал	380000
Зварювальні матеріали	2253052,5
Витрати на електроенергію	3765
Основна заробітна плата	37583,65
Додаткова заробітна плата	4885,86
Відрахування від заробітної плати	8268,4
Амортизаційні відрахування	4224
Витрати на поточний ремонт	2640
Цехові накладні витрати	3758,73
Заводські накладні витрати	6765,05
Технологічна собівартість річного випуску продукції C_T	2704943,19

Серійна програма випуску продукції - 250 одиниць

Висновок:

1. В економічному розділі розглядалася доцільність і ефективність від виробництва піддону.
2. За розрахунками встановлено, що витрати на річну програму становлять 2704943,19 грн, а собівартість одного піддону становить 10819,77 грн

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розглянута в дипломній роботі конструкція являє собою зварну метало-конструкцію – піддон. Для виготовлення конструкції використовується низько-вуглецева конструкційна сталь марки 10ХСНД. Ця сталь добре зварюється, тому можливе використання різних способів зварювання.

2. Для виготовлення конструкції використовується роздільний метод складання та зварювання, що підвищує продуктивність і знижує трудомісткість складально-зварювальних робіт.

3. Для зварювання конструкції використовуються такі види зварювання:

Номер з'єднання	Спосіб зварювання	d_e , мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год	$V_{др}$, м/год	q_n , Дж/см	кількість проходів
1	ГОСТ 14771-76 ІІ У4	1,2	150	26	20,76	221,16	5043,1	1
2	ГОСТ 14771-76 ІІ Т1 Δ4	1,2	150	26	18,13	221,16	5850	1
3	ГОСТ 14771-76 ІІ Т1 Δ3	1,2	150	26	28,9	221,16	3656,2	1
4	Зварне з'єднання в захисному газі нестандартне	1,2	150	26	8,93	221,16	11700	1

4. В результаті розрахунку термоциклів зварних з'єднань і накладення їх на діаграму термодинамічного розпаду аустеніту була визначена очікувана структура зварних з'єднань. Для таврового з'єднання при механізованому зварюванні з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі HV=200 одиниць.

5. Механізоване зварювання в захисному газі виконується зварювальним дротом ESAB, OKTubrod 15.14. (або дешевою проволокою суцільного перетину Св-08Г2С) за допомогою апарата для механізованого зварювання фірми JASIC – MIG-400 (N361).

6. При виготовленні конструкція проходить всі ступені виробничого контролю: вхідний, поопераційний, приймальний. Контроль якості зварних швів виконується зовнішнім оглядом.

7. Небезпечні та шкідливі фактори, які визивають зварювальні роботи – це

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричний струм, вибух газу, пожежі, травми – удари, вивихи, переломи, пов'язані з порушенням правил транспортування і кантування важких металевих виробів, опромінення ультрафіолетовими променями дуги, отруєння отруйними газами, пилом. Тому обов'язково необхідно виконувати правила безпеки та використовувати всі необхідні способи індивідуального захисту.

8. Собівартість виконання зварювання одного виробу склала 10819,77 гривень.

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов / Акулов А. И., Бельчук Г. А., Демянцевич В. П. – М: Машиностроение, 1977-432с.
2. Розробка технології складання та зварювання суднокорпусних конструкцій: навчальний посібник з курсу "Виробництво зварних конструкцій" / Бугаєнко Б. В., Драган С. В., Сафонов О. І. - Миколаїв: УДМТУ, 1999. -62с.
3. Расчеты в дипломных проектах по технологии и оборудованию сварочного производства: Учеб. Пособие / Под ред. В. Ф. Квасницкого. – Николаев: НКИ, 1991. – 89 с.
4. Квасницький В.В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: Навчальний посібник.- Миколаїв: УДМТУ,- 2002.-184с.
5. Сварочные напряжения и деформации: Конспект лекций / Ермолаев Г. В.- Николаев: издательство НКИ, 1975. – 69с.
6. Зварювальні матеріали: Навч. посібник. / Костін О.М. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
7. Розрахунки теплових процесів при зварюванні: Методичні вказівки до виконання курсової роботи. / Лебедев Ю.М. - Миколаїв: НУК, 2008. – 64 с.
8. Основы технологии сварки низколегированных высокопрочных сталей: Учебное пособие. / Под общ. ред. Г. В. Егорова. – Николаев: НУК, - 2014.
9. Напруження та деформації при зварюванні і паянні: підручник. / Під заг. ред. Л. М. Лобанова. – Миколаїв: НУК, - 2016.
10. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные/
11. ДСТУ 3159-95 Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів.

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Технологія зварювання суднових корпусних конструкцій. Проектування і організація: Посібник. / Драган С.В., Голобородько Ж.Г., Сімутенков І.В. – Миколаїв: НУК, - 2017.

13. Методичні рекомендації до виконання розділу “Охорона праці” у бакалаврських випускних роботах (проектах) / О.В. Щедролосєв, Г.В. Додонова, А.М. Мозговий, В.В. Савельєв. – Миколаїв: НУК, 2012. – 28 с

					ДП.131.6.2127см.22.05.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		