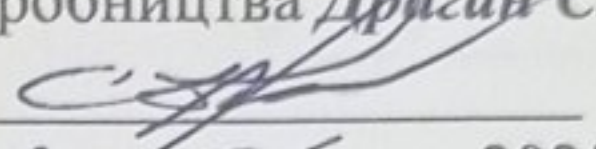


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально-науковий інститут

Кафедра зварювального виробництва

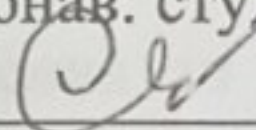
«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри зварювального
виробництва *Драган С.В.*


« 13 » 06 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

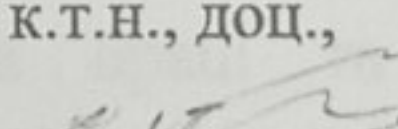
на тему: Розробка технології складання та зварювання рами фундаменту
верстата зі сталі 09Г2

Виконав: студент групи 4127ст3


Олексій САНДАК
(підпис)

Керівник роботи:

к.т.н., доц.,


Олександр ЛАБАРТКАВА
(підпис)

Миколаїв – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут

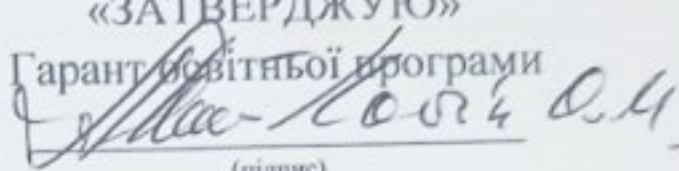
Кафедра зварювального виробництва

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми


(підпис)

«10» 05 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Студент: Сандак Олексій Миколайович

1. Тема роботи: Розробка технології складання та зварювання рами фундаменту верстата зі сталі 09Г2.

Керівник роботи к.т.н., доцент Лабарткава Олександр Володимирович

Затверджені наказом ректора №401-7 від «28» 05 2025 року

2. Термін подання роботи: 10. 06. 2025

3. Вихідні дані по роботі: Креслення виробу, матеріал Ст3, річна програма 15 шт.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів): 1. Аналіз конструкції, технології виготовлення та зварювання рами фундаменту верстата; 2. Вибір способу, режимів зварювання та дослідження структури зварювальних з'єднань; 3. Розробка технології складання та зварювання рами фундаменту верстата; 4. Охорона праці та навколишнього середовища; 5. Розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску.

5. Перелік презентаційних матеріалів: креслення виробу, виконання зварних швів, розрахунок режимів зварювання, розрахунок термічного циклу зварювання, розрахунок собівартості зварювальних робіт.

6. Консультанти розділів роботи

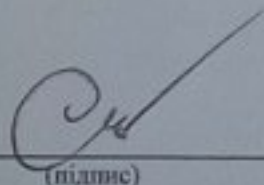
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1.	Лабарткава О.В.	10.02.25	01/10.02.25
2.	Лабарткава О.В.	10.03.25	01/10.03.25
3.	Лабарткава О.В.	10.04.25	01/10.04.25
4.	Лабарткава О.В.	10.05.25	01/10.05.25
5.	Лабарткава О.В.	10.06.25	01/10.06.25

7. Дата видачі завдання 10.07.25

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

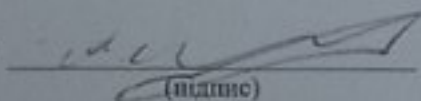
Номер	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз конструкції та можливих варіантів її виготовлення	10.02.25	
2.	Аналіз структури і властивостей зварних з'єднань	10.04.25	
3.	Технологічний процес складання та зварювання рами фундаменту верстата	10.05.25	
4.	Охорона праці	10.06.25	
5.	Економічна оцінка проекту	10.07.25	

Студент


(підпис)

Олексій САНДАК
(ПІБ)

Керівник роботи


(підпис)

Олександр ЛАБАРТКАВА
(ПІБ)

Анотація

У дипломній роботі виконана розробка технології складання та зварювання рами фундаменту верстату. Був проведений аналіз конструкції, дана характеристика основного металу. Приведені типові технології складання та зварювання балочних конструкцій.

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

Розроблений технологічний процес складання-зварювання 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.

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

Загальний вміст пояснювальної записки складає 72 аркушів та містить 5 розділів.

Ключеві слова: фундаменту верстату, сталь 09Г2, режими зварювання, термічний цикл зварювання, собівартість зварювання.

Abstract

The thesis developed the technology for assembling and welding the machine base frame. The design was analyzed, the base metal was characterized. Typical technologies for assembling and welding beam structures are given.

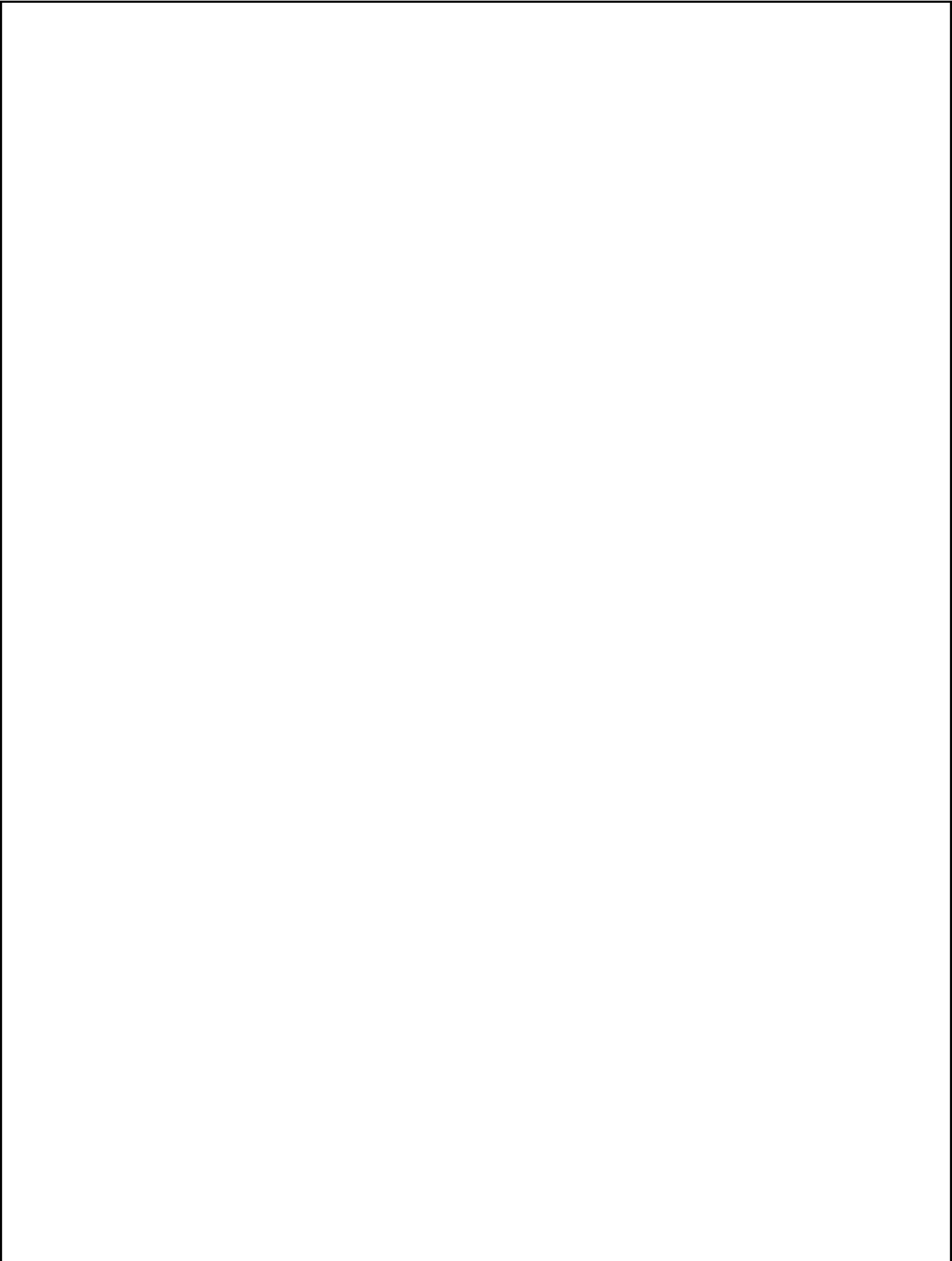
Welding methods were selected and justified, the calculation of the welding modes of the structure, thermal cycles was performed with an analysis of the HAZ structure.

The technological process of assembling and welding was developed with the justification of the choice of welding materials and equipment, control methods were given. In the section "Occupational Safety" an analysis of dangerous and harmful factors was provided and measures were developed to eliminate them.

The cost of welding work was calculated when preparing the annual product production program.

The total content of the explanatory note is 72 sheets and contains 5 sections.

Keywords: machine base, steel 09G2, welding modes, thermal cycle of welding, welding cost.



					131.4127ст3.07.05. ПЗ							
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата	Зміст				Лит	Лист	Листів	
Студент		Сандак О.М.										
Керівник		Лабарткава О.В.								2	3	
Консулт									НУК ім. Адм. Макарова			
Зав.кафед		Драган С.В.										

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ, МАТЕРІАЛУ І МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЇЇ ЗБИРАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ	8
1.1. Загальна характеристика конструкції..	8
1.2. Характеристика основного металу конструкції, оцінка зварюваності.....	9
1.3. Типові технології збирання і зварювання зварної рами фундаменту верстату.....	11
Висновки та завдання дипломного проекту	14
РОЗДІЛ 2. ВИБІР СПОСОБУ, РЕЖИМІВ ЗВАРЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК СТРУКТУРИ ЗВАРЮВАЛЬНИХ З'ЄДНАНЬ	16
2.1. Призначення типів та розмірів зварних з'єднань	16
2.2. Обґрунтування вибору способів зварювання.....	17
2.3. Розрахунок режимів зварювання.	18
2.4. Розрахунок термічного циклу.....	20
2.5. Аналіз очікуваної структури	23
2.6 Розрахунок очікуваних зварних деформацій.....	26
Висновки	28
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ РАМИ ФУНДАМЕНТУ ВЕРСТАТУ	30
3.1. Принципова послідовність складання та зварювання.....	30
3.2. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів	36
3.3. Обґрунтування вибору зварювального обладнання	40
3.4. Контроль якості зварних з'єднань	41
Висновки	45

**РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ
СКЛАДАННІ ТА ЗВАРЮВАННІ РАМИ ФУНДАМЕНТУ ВЕРСТАТУ 47**

4.1. Розрахунок місцевої витяжної вентиляції 52

4.2. Розрахунок захисного заземлення для зварювального випрямляча ..54

4.3. Основні заходи безпеки при різних видах зварювання..... 57

Висновки 61

**РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ВИКОНАННЯ
ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ РІЧНОЇ ПРОГРАМИ
ВИПУСКУ 63**

Висновки 68

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... 70

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 72

					131.4127ст3.07.05. ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

					131.4127ст3.07.05. ПЗ										
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата											
Студент		Сандак О.М.			ВСТУП					Лит		Лист		Листів	
Керівник		Лабарткава О.М.										1		2	
Консульт										НУК ім. Адм. Макарова					
Зав. кафедр		Драган С.В.													

ВСТУП

В сучасному виробництві 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 з сфери 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.

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 ділянки

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

					131.4127ст3.07.05. ПЗ	Лист
						6
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

					131.4127ст3.07.05.01.ПЗ									
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата	Аналіз особливостей конструкції, матеріалу і можливих варіантів технологічного процесу її збирання та зварювання									
Студент	Сандак О.М.													
Керівник	Лабарткава О.В.													
Консульт														
Зав.кафед	Драган С.В.													
					Лит Лист Листів 7 8 НУК ім. Адм. Макарова									

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ, МАТЕРІАЛУ І МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЇЇ ЗБИРАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ

1.1. Загальна характеристика конструкції.

Металеві конструкції на сьогоднішній день використовуються в різноманітних машинах і конструкціях – станках, вагонах, кранових візках, фундаментах, кузнечно-пресових і прокатних машин, автомобілях, тракторах, в металевих конструкціях будівель.

Рама фундаменту верстату - це об'ємна просторова конструкція, яка призначена для з'єднання окремих деталей та механізмів в єдиний агрегат. Одна з головних вимог, що пред'являють до рама фундаменту верстату – це жорсткість конструкції. У зв'язку з цим балочні заготовки, що входять до складу зварної рами, з'єднують між собою безпосередньо або за допомогою допоміжних елементів жорсткості. Схема Рама фундаменту верстату представлена на рис.1.1.

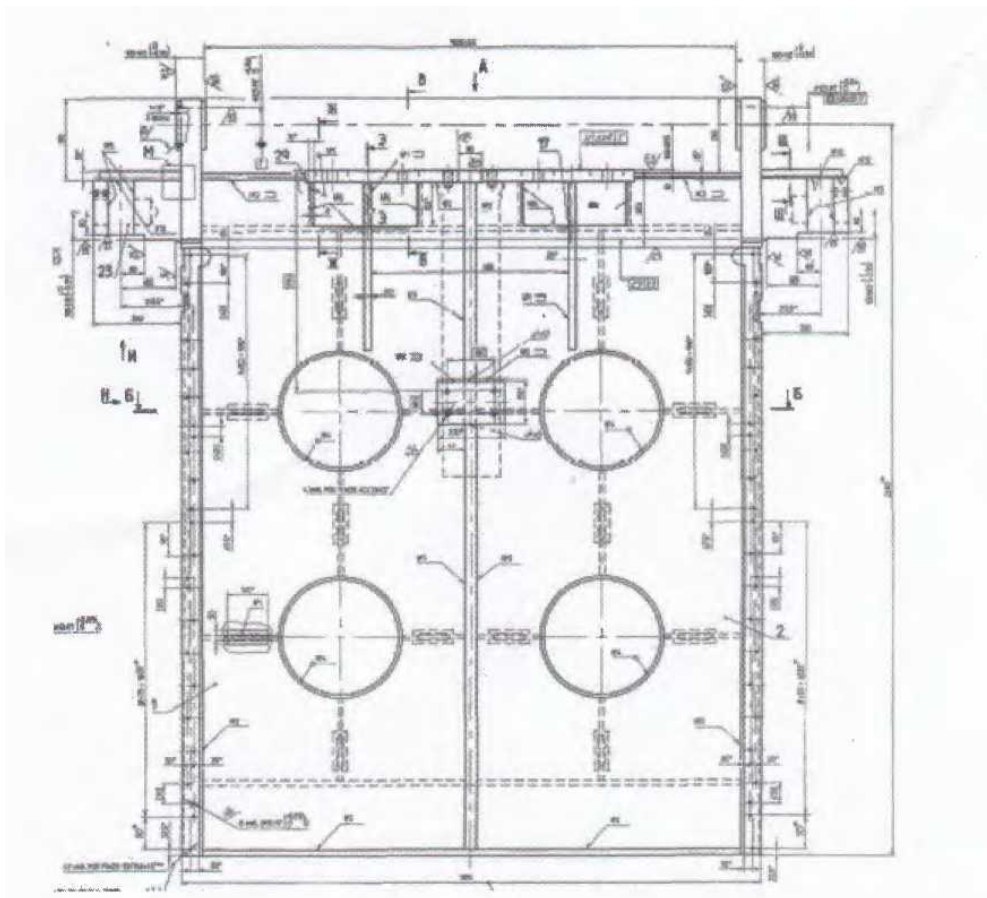


Рис. 1.1. Схема рами фундаменту верстату

					131.4127ст3.07.05.01.ПЗ	Лист
						8
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Рама фундаменту верстату – використовують для установки і закріплення верстата. Вона виконує роль фундаменту і при роботі верстата повинна забезпечувати його стійкість і не допускає його вібрації.

Раму складають та зварюють із балочних заготовок. Конструкція каркасу має довжину 3640 мм. і ширину 2580 мм. Маса рами в повному зборі складає 1763кг. Товщина однієї балки 340 мм.

1.2. Характеристика основного металу конструкції, оцінка зварюваності.

Рама фундаменту верстату зварюється зі сталі марки 09Г2 з міцністю $\sigma_{0,2} = 345$ МПа.

Сталь 09Г2 – це низьколегована сталь. низьколегованою сталлю називають сталь, в якій сумарний вміст легуючих елементів не більше 2.5%. дана сталь легована марганцем. хімічний склад сталі, згідно ГОСТ 19281 – 89, наведено в (таблиці 1.1) [3] .

Низьколеговані сталі мають низький вміст вуглецю(до 0,2%), а отже під дією звичайного термічного циклу звалювання не гартуються. Ця сталь відноситься до перлітного класу, має достатню міцність і гарну зварюваність. Для того щоб більш чітко з'ясувати труднощі, з якими зустрічаються при зварюванні низьколегованих сталей, розглянемо вплив вуглецю та інших елементів на механічні властивості і зварюваність сталі.

Присутність вуглицю підвищує міцність, чутливість до перегріву, гартування, знижує пластичність і в'язкість. В низьколегованих сталях вміст вуглецю не повинен перевищувати 0,25%, а в тих випадках, коли до зварюваності сталі пред'являються більш високі вимоги, верхня межа по вуглецю обмежується 0,14%.

Марганець в сталях підвищує міцність і мало впливає на пластичність, а при вмісті до 1,2% підвищує і ударну в'язкість. Рационально підвищити його вміст до 1,8%, якщо обмежити вміст вуглецю в сталі до 0,14%.

					131.4127ст3.07.05.01.ПЗ	Лист
						9
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічні властивості сталі 09Г2 наведені в таблиці 1.7. Температура критичних точок сталі 09Г2 наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1. Хімічний склад сталі 09Г2, %

Сталь	C	Mn	Si	Cr	Ni	S, не більше	P, не більше	Cu
09Г2	До 0,12	1,4-1,8	0,17-0,37	До 0,3	До 0,3	0,04	0,035	До 0,3

Таблиця 1.2. Температура критичних точок сталі 09Г2

A _{c1}	A _{c3}	A _{r3}	A _{r1}
724	845	815	682

Таблиця 1.3. Механічні властивості сталі 09Г2

Уд. в'язкість при температурі -40 ⁰ С, Дж/см ²	σ _в	σ _т	δ ₅ , %
	Не менше, МПа		
30	450	310	21

Низьколеговані сталі мають хорошу здатність до зварювання. За умови проведення зварювання на нефорсованому режимі метал навколошовної зони зазнає незначних структурних змін. Зміни хімічного складу, які виникають внаслідок нагрівання та плавлення металу, компенсують за рахунок введення легуючих елементів через флюс та електродний дріт

Оцінку зварюваності даної сталі можна дати за хімічним складом. Вплив хімічного складу основного металу на зварюваність можна виразити через еквівалентний вміст вуглецю за емпіричною формулою [4]:

$$C_{\text{екв}} = C + \text{Mn}/6 + (\text{Cr} + \text{V} + \text{Mo})/5 + (\text{Ni} + \text{Cu})/15$$

$$C_{\text{екв}} = 0,12 + 1,6/6 + 0,3/5 + (0,3 + 0,3)/15 = 0,49 \%$$

Так як $C_{\text{екв}} \approx 0,49\%$, то можна зробити висновок про те, що дана сталь має середню зварюваність, це робить можливим застосування різних способів зварювання з відсутністю попереднього підігріву.

					131.4127ст3.07.05.01.ПЗ	Лист
						10
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Типові технології збирання і зварювання зварної рами фундаменту верстату.

Складання зварної рами фундаменту верстату опинається зі збирання двотаврової балки, яких дві у нашій конструкції. При складанні балки за допомогою хомутів на стелажі або горизонтальній плиті укладають нижній пояс. На середині пояса паралельно його осі наносять дві ризики, відстань між якими дорівнює товщині вертикальної стінки. По ризикам на відстані 1-1,5 м один від одного встановлюють і кріплять струбцинами або прихопленням складальні куточки, між якими встановлюється вертикальна стінка. У місцях, де вертикальна стінка значно викривлена, для суміщення її з ризиками на поясі можна користуватися скобою і клинами. Для знищення зазору між вертикальною стінкою і поясом користуються хомутом. Потім накладають верхній пояс, перевіряють правильність положення стінки і верхнього поясу, затискають зібрану балку хомутами і ставлять прихоплення. Потім звільняють зібрану балку від хомутів і подають на автоматичне зварювання під флюсом поясних швів. Найкраще проварювання поясних швів виходить при автоматичному зварюванні «у човник» (рис.1.2) [2,5].

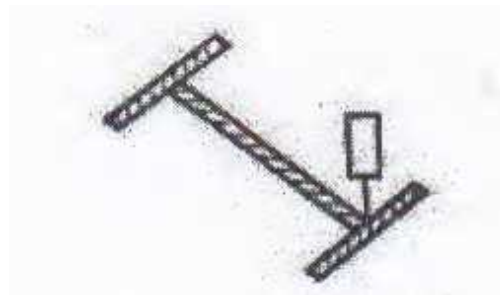


Рис. 1.2. Зварювання у човник

Найбільш широке застосування мають двотаврові балки з поясними швами, що з'єднують стінку з полицями. Зазвичай такі балки збирають з трьох листових елементів. При складанні потрібно забезпечити симетрію і взаємну перпендикулярність полиць і стінки (рис. 1.3), притиснення їх один до одного і

					131.4127ст3.07.05.01.ПЗ	Лист
						11
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

подальше закріплення прихопленням. Для цієї мети використовують складальні кондуктори (рис. 1.4) з відповідним розташуванням баз і притисків по всій довжині балки. На установках з самохідним порталом (рис. 1.5) затискання і прихоплення здійснюють послідовно від перерізу до перерізу. Для цього портал 1 підводять до місця початку складання (зазвичай це середина балки) та включають вертикальні 2 і горизонтальні 3 пневмопритиски. Вони притискають стінку балки 4 до стелажа, а пояса 5 — до стінки. У зібраному перерізі ставлять прихоплення. Потім притиски вимикають, портал переміщують уздовж балки на крок прихоплення і операція повторюється. Вертикальні притиски 2 дозволяють збирати балки значної висоти H , не побоюючись втрати стійкості стінки від зусиллі горизонтальних притисків. Якщо балка має досить велику висоту, наприклад елементи монолітних прогонових будов, її стінку виготовляють з кількох поздовжніх аркушів. Для складання таких балок також може використовуватися установка зі складальним порталом, але з великим числом вертикальних притисків.

Після складання першої і другої балок виконуємо їх з'єднання за допомогою кутових профілів, які зварюємо автоматичним зварюванням.

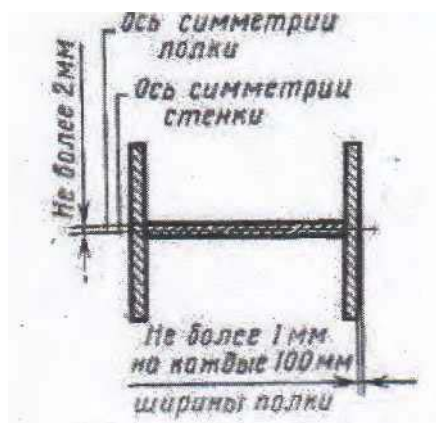


Рис. 1.3. Допуски на збирання Н-подібного перерізу

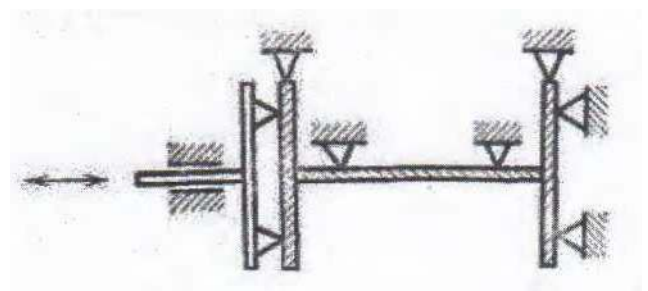


Рис. 1.4. Схема кондуктора для зборки двотаврових балок

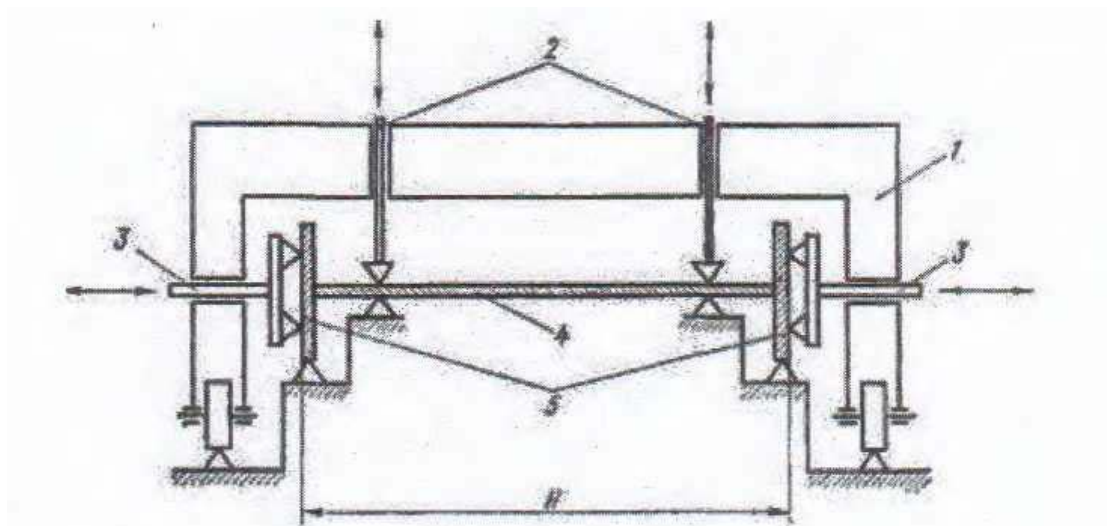


Рис. 1.5. Схема самохідного порталу для збирання двутаврових балок

					131.4127ст3.07.05.01.ПЗ	Лист
						13
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки та завдання дипломного проекту:

Зварна рами фундаменту верстату складається з двох двотаврових балок і двох кутових профілів зі сталі 09Г2, яка не схильна до відпускнуї крихкості, і не потребує попереднього підігріву і наступної термообробки. При складанні таврових балок і самої конструкції використовується механізоване зварювання для економічності і швидкості збирання.

Виходячи з цього, метою даного дипломного проекту є розробка технологічного процесу складання і зварювання, рами фундаменту верстату який забезпечив би підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості та підвищення якості продукції.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Вибрати раціональну послідовність і оптимальні способи зварювання, розрахувати режими зварювання;
2. виконати аналіз структури і властивостей одержуваних зварних з'єднань;
3. вибрати зварювальні матеріали та обладнання;
4. розробити заходи з охорони праці при виконанні зварювальних робіт.

					131.4127ст3.07.05.01.ПЗ	Лист
						14
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

					Вибір способу, режимів зварювання та розрахунок структури зварювальних з'єднань			
						Лит	Лист	Листів
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата			15	15
Студент	Сандак О.М.					НУК ім. Адм. Макарова		
Керівник	Лабарткава О.В.							
Консульт								
Зав.кафед	Драган С.В.							

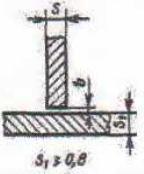
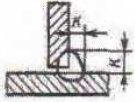
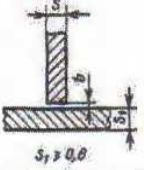
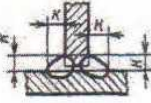
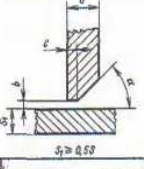
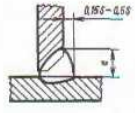
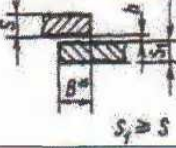
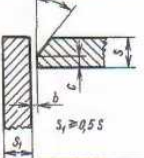
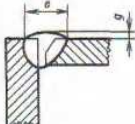
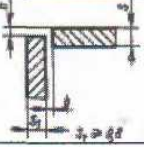
РОЗДІЛ 2. ВИБІР СПОСОБУ, РЕЖИМІВ ЗВАРЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК СТРУКТУРИ ЗВАРЮВАЛЬНИХ З'ЄДНАНЬ

Призначення типів та розмірів зварних з'єднань.

Приварювання вертикальних стінок до верхньої полиці – механізоване зварювання, тип зварних швів ТЗ.

Загальний вигляд та параметри зварних з'єднань наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Таблиця з'єднань за ГОСТ.

№	Умовне позначення зварного з'єднання за ГОСТ 14771-76	Конструктивні елементи		s, мм	b, мм	c, мм	e, мм	g, мм	α , град
		підготовлених крайок зварюваних деталей	шва зварного з'єднання						
1	T1 Δ10			20	0+1,5				
2	T3 Δ5			16	0+1,5				
3	T6			20	0+2	2±1	32±4		45
4	H1 Δ6			20	0+1,5				12-100
5	У6			40	2±1	2±1	26±3	2±1	40
6	У4			8	0+1		12	1	0,5s

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 09Г2 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 2.2.

Таблиця 2.2. 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 рами фундаменту верстату ми використовуємо різні типи зварних з'єднань невеликої протяжності розташовані в різних просторових положеннях, можемо сказати, що найбільш доцільним є використання механізованого зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів і автоматичне зварювання під флюсом. Це надасть можливість

підвищити продуктивність виконання зварювальних робіт та покращити якість конструкції за рахунок зменшення загальних зварювальних деформацій.

2.3. Розрахунок режимів зварювання.

Приварювання ребер жорсткості до стінки двотавра виконується механізованим зварюванням в середовищі захисних газів ГОСТ14771-76 УП ТЗ Δ10.

Зовнішній вигляд та підготовка крайок під зварювання таврового з'єднання ТЗ представлено на рис. 2.1 [6].

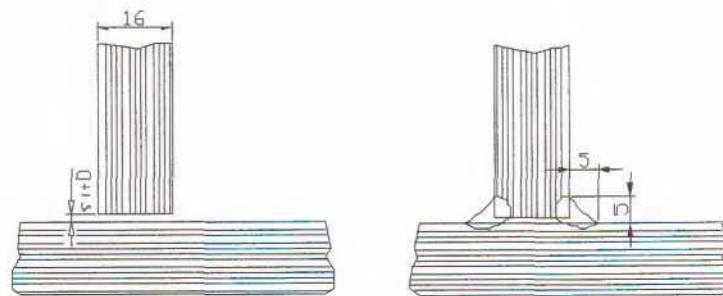


Рис. 2.1 Зовнішній вигляд та підготовка крайок під зварювання таврового з'єднанням ТЗ

Для товщини з'єднання $S = 20$ мм катет $K = 5$ мм.

1 .Сила струму:

$$I = \frac{\pi * d^2}{4} * j = \frac{3,14 * 1,2^2}{4} (150 - 200) = 200 - 210 A$$

де j – припустима густина струму: $j = 150 \dots 200$ А/мм².; d_e – діаметр електродного зварювального дроту $d_e = 1,2$ мм.

Приймаємо $I_{зв} = 200-210$ А.

2. Напруга на дузі:

$$U_d = 20 + \frac{0,05 * I}{\sqrt{d}} = 20 + \frac{0,05 * 200}{\sqrt{1,2}} = 29V$$

$$U_d = 20 + \frac{0,05 * I}{\sqrt{d}} = 20 + \frac{0,05 * 210}{\sqrt{1,2}} = 30V$$

Приймаємо $U_d = 29 \dots 30$ В.

						Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Швидкість зварювання:

$$V = \frac{\alpha_H * I}{3600 * \gamma * F_H} = \frac{11.6 * 200}{3600 * 7.8 * 0.15} = 0.5 \text{ см/с} = 18 \text{ м/год.}$$

$$V = \frac{\alpha_H * I}{3600 * \gamma * F_H} = \frac{11.6 * 210}{3600 * 7.8 * 0.15} = 0.6 \text{ см/с} = 21 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання буде коливатися від 0,5 до 0,6 м/год.

4. Площа наплавлення:

$$F_H = \frac{1}{2} * K^2 * K_y = \frac{1}{2} * 0.5^2 * 1.2 = 0.15 \text{ см}^2$$

Величина погонної енергії зварювання:

$$q = \frac{I * U * \eta}{V_{св}} = \frac{210 * 29 * 0.75}{0.5} = 9135 \text{ Дж/см}$$

$$q = \frac{I * U * \eta}{V_{св}} = \frac{210 * 30 * 0.75}{0.5} = 9450 \text{ Дж/см}$$

Швидкість подавання електродного дроту:

$$V = \frac{4\alpha_p * I}{\pi * d * \gamma} = \frac{4 * 12 * 200}{3.14 * 1.2^2 * 7.8} = 274 \text{ м/год} = 7.6 \text{ м/с}$$

$$V = \frac{4\alpha_p * I}{\pi * d * \gamma} = \frac{4 * 12 * 210}{3.14 * 1.2^2 * 7.8} = 288 \text{ м/год} = 8 \text{ м/с}$$

Параметри режиму зварювання Т1 та Н1 розраховуються аналогічно ТЗ. Параметри режиму зварювання поперечини наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Параметри режиму зварювання таврових з'єднань.

Спосіб зварювання	d, мм	I, А	U, В	V _{св} , м/год	q _п , Дж/см	кількість проходів
ГОСТ 14771-76 УП ТЗΔ10	1.2	200-210	29-30	18-21	9135-9450	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.

					Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

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.

Для таврового з'єднання ГОСТ 14771-76 УП ТЗ Δ10 розрахунок термічного циклу ведемо за схемою наплавлення на масивний виріб.

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

$$r^0 = \sqrt{\frac{0.368q}{\frac{\pi}{2} * V_z * c_{\gamma} * T_{\max}}},$$

де q – ефективна теплова потужність джерела, Дж.

$I_{\text{зв}} * U_{\text{д}} * \eta$? де η – ефективний ККД нагріву;

$$= 200 * 29 * 0,8 = 4640 \text{ Дж};$$

$$= 210 * 30 * 0,8 = 5040 \text{ Дж};$$

V_z – швидкість зварювання, см/с;

c_{γ} – об'ємна теплоємність, для сталей $c_{\gamma} = 5 \text{ Дж}/(\text{см}^3 * \text{K})$;

$$r^0 = \sqrt{\frac{0,368 * 4640}{\frac{3,14}{2} * 0,46 * 5 * 1350}} = 0,350 \text{ см};$$

$$r^0 = \sqrt{\frac{0,368 * 5040}{\frac{3,14}{2} * 0,46 * 5 * 1350}} = 0,380 \text{ см};$$

Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Лист

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

$$T(r^0, t) = \frac{q}{2\pi * \lambda * V_{зв} * t} * \exp\left(\frac{-r_0^2}{4at}\right),$$

де q – ефективна теплова потужність джерела Дж;

λ – коефіцієнт теплопровідності, $\lambda = 0,4$ Дж/см*с*К;

$V_{зв}$ – швидкість переміщення джерела, см/с;

– час, що пройшов з тієї миті, коли джерело минає площу, в якій знаходяться обрана точка, яка має координати y_0, z_0 ;

$r^0 = \sqrt{y_0^2 + z_0^2}$ – відстань від обрано точки до осі переміщень джерела у площині, що розглядається, a - коефіцієнт температуропровідності, $a=0,08$ см²/с.

Параметри режиму зварювання для розрахунку зведені в таблиці 2.3. За отриманими даними будуюмо графік термічного циклу. Після цього криву охолодження (починаючи з температури $A_{с3}$) наносимо на діаграму термокінетичного розпаду аустеніту сталі 09Г2.

Дані розрахунку для зручності зведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Розрахунки термічного циклу зварювання.

Час, с	1	3	5	7	9	10	30	50	70
Температура, (ТЗ)°С	1344	819	554	417	334	303	107	65	45

В ході розрахунків термічного циклу зварювання для таврового з'єднання механізованого зварюванням в суміші газів отримали значення температури в залежності від часу (наведені в таблиці 2.4). По цим даним будуюмо криву охолодження (рис.2.2) та накладаємо на діаграму термокінетичного перетворення аустеніту сталі 09Г2 (рис 2.3).

З діаграми термокінетичного перетворення аустеніту сталі 09Г2 (рис. 2.2) можливо зробити висновки, що структура металу шва ферито-перлітна з бейнітною складовою.

						Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

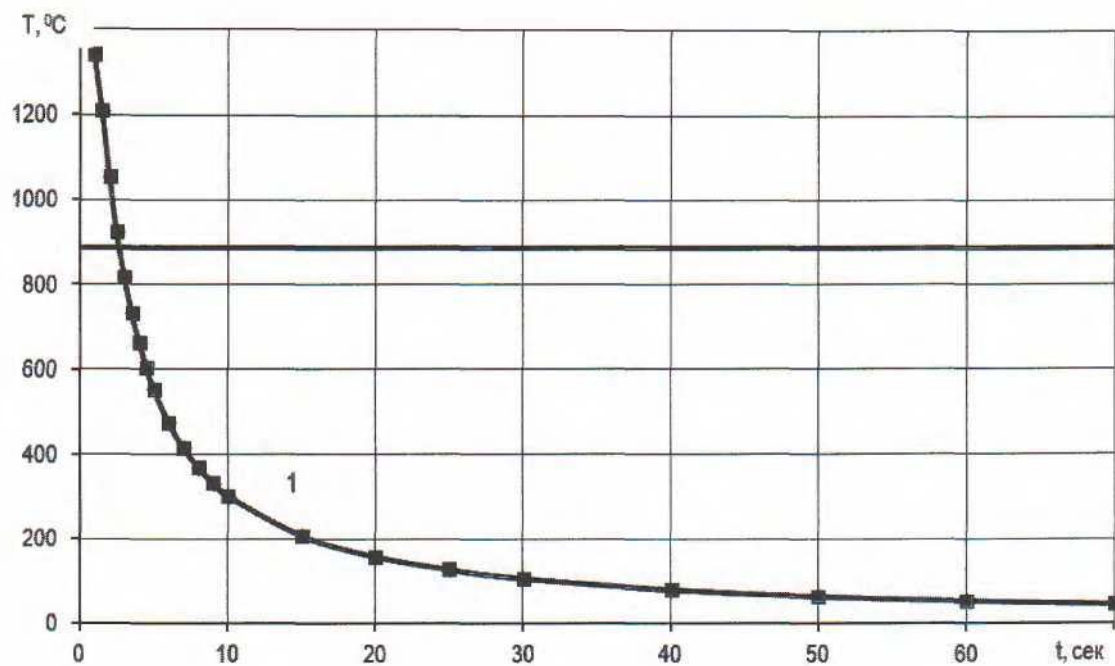


Рис. 2.2 Термічні цикли: 1 – таврове з'єднання.

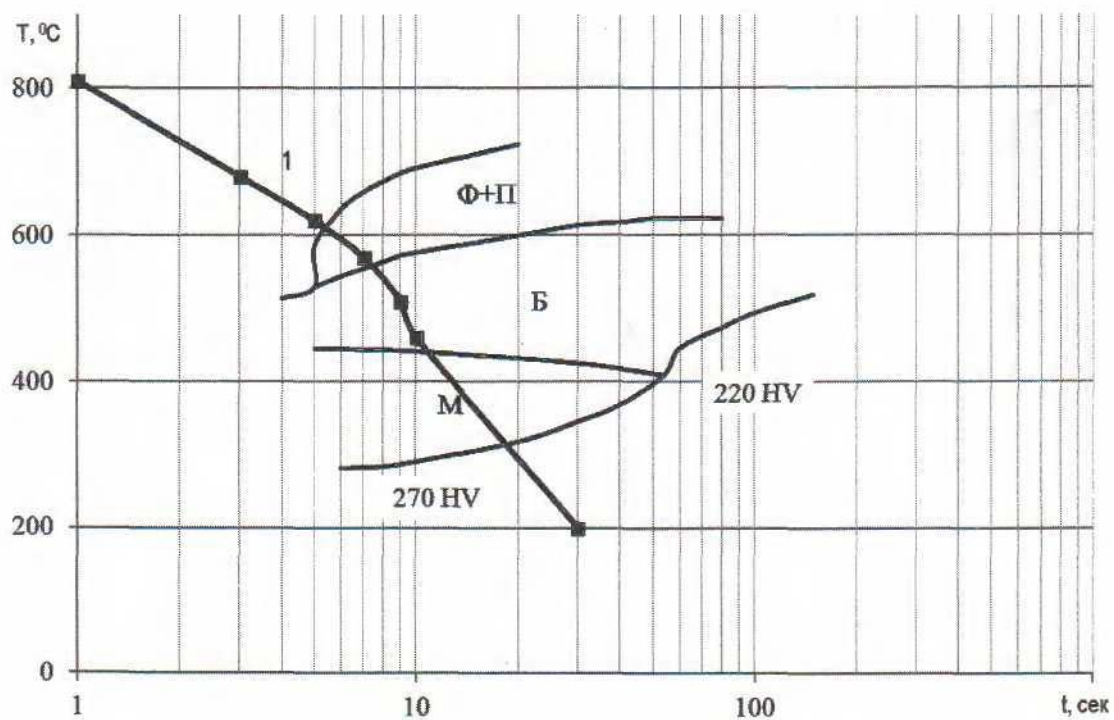


Рис. 2.3 Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 09Г2:

1 – таврове з'єднання.

Аналіз очікуваної структури.

Визначення фазового складу ЗТВ сталі 09Г2.

Хімічний склад сталі 09Г2 приведений в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 хімічний склад сталі 09Г2

Марка сталі	ХІМІЧНИЙ СКЛАД, %							
	С	Cr	Ni	Mn	Si	Si	S	P
09Г2	0.12	до 0.3	До 0.03	1.3-1.7	0.15-0.30	0.5-0.8	до 0.04	до 0,035

Кількість мартенситу:

$$M(\tau) = 100 \left[1 - \Phi \left(\frac{\ln \tau - \ln \tau_m}{\ln S_m} \right) \right]$$

$$M(\tau) = 100 \left[1 - \Phi \left(\frac{1.79 - 1.3}{1.2} \right) \right] = 30\%$$

де, $\Phi(x)$ – інтегральна функція нормального розподілу;

τ – тривалість охолодження 6,0 с від 850°C до 500°C

τ_m – тривалість охолодження, яка відповідає виникненню структури металу із 50%-М складом мартенситу;

m

– константа, що характеризує структуру утворень кривої вмісту мартенситу по мірі збільшення температури. Розрахунок дійсний для термічних циклів, які забезпечують значення від 5 до 200°C.

					Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\ln \tau_m = -2.1 + 15.5C + 0.96Mn + 0.84Si + 0.65Cr + 0.74Mo + 0.55Ni + 0.3V + 4Al + 0.5W + 0.5Cu - 0.25Nb - 13.5C^2 - 0.8Si^2$$

$$\ln \tau_m = -2.1 + (15.5 \times 0.11) + (0.96 \times 1.4) + (0.84 \times 0.6) + (0.65 \times 0.2) + (0.55 \times 0.2) + (0.5 \times 0.15) - (13.5 \times 0.11^2) - (0.8 \times 0.6^2) = 1.3$$

$$\ln S_m = 0.56 + 0.41C + 0.1Mn + 0.14Cr - 0.3Mo + 2.7Ti - 1.1Nb + 0.5Cu + 1.7(C \times Mo);$$

$$\ln S_m = 0.56 + (0.41 \times 0.11) + (0.1 \times 1.4) + (0.14 \times 0.2) + (0.5 \times 0.15) = 1.2.$$

$$\ln \tau = \ln 6.0 = 1.79$$

Сумарна кількість фериту і перліту

$$[\Phi + \Pi](\tau) = 100 \times \Phi \times \left(\frac{\ln \tau - \ln \Phi + \Pi}{\ln S_{\Phi + \Pi}} \right)$$

$$[\Phi + \Pi](\tau) = 100 \times \Phi \times \left(\frac{1.79 - 1.75}{0.983} \right)$$

$$\ln_{\Phi + \Pi} = 0.34 + 0.52C + 1.8Mn + 0.53Si + 0.33Cr + 0.86M + 2.9Mo + 1.5W + 1Cu - 60(C \times V) - 5.1C^2 + 0.7Si^2;$$

$$\ln_{\Phi + \Pi} = 0.34 + (0.52 \times 0.11) + (1.8 \times 1.4) + (0.53 \times 0.6) + (0.33 \times 0.2) - (5.1 \times 0.11^2) + (0.7 \times 0.6^2) = 1.75$$

Кількість бейніту.

$$B(\tau) = 100 - M(\tau) - [\Phi + \Pi](\tau) = 100 - 30 - 10 = 60\%$$

Приймаємо:

Мартенсит – 30 %

Бейніт – 60%

Φ+Π – 10%

В результаті проведених розрахунків теоретично визначили відсотковий вміст мартенситної – 30% ферито-перлітної складової – 10%, бейнітної – 60 %.

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

						Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

107 0 07 05 00 ПЗ

Механічні властивості ЗТВ у залежності від структурного стану і режиму охолодження визначають по наступним емпіричних формулах:

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

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

$$\sigma_{0,2} \text{ (МПа)} = M(\tau) \cdot (662 + 1610 \cdot C) + B(\tau) \cdot (500 + 460 \cdot C + 120 \cdot C^2 + 150 \cdot V) + [\Phi + \Pi](\tau) \cdot (187 + 926 \cdot C + 47 \cdot Mn + 90 \cdot V);$$

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

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

$$K_{CH} \text{ (Дж/м}^2\text{)} = M(\tau) \cdot (1,06 - 2,8 \cdot C + 1,3 \cdot C^2 - 0,081 \cdot Mn + 0,05 \cdot \ln \tau) + B(\tau) \cdot (1,3 - 1,6 \cdot C - 0,08 \cdot Mn) + [\Phi + \Pi](\tau) \cdot (1,47 - 1,8 \cdot C + 0,8 \cdot C^2 - 0,076 \cdot Mn - 0,045 \cdot \ln \tau).$$

Отримані розрахункові дані зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6. Механічні властивості ЗТВ

Найменування	стик V	стиковий (підігрів)	тавровий
Твердість HV	378	326	322
Межа міцності, МПа	1112	975	965
Умовна межа плинності, МПа	804	705	704
Відносне подовження, %	10,2	12,2	12,4
Відносне звуження, %	32,7	35,1	35,3
Ударна в'язкість, МДж/м ²	0,7	0,8	0,9

2.6 Розрахунок очікуваних зварних деформацій.

Балка зі швелера зварена з смугою (рис. 2.3). Матеріал – сталь 09Г2. Тип з'єднання - ГОСТ 14771-76 ТЗ, катет 5 мм.

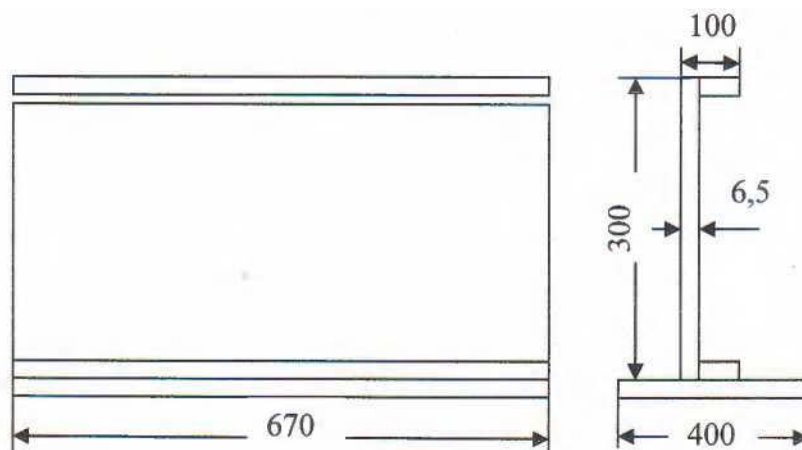


Рис. 2. Швелер зварений зі смугою

Загальні деформації балки після зварювання – вкорочення нейтральної осі і вигин опуклістю вгору. Причина цього – нерівномірне нагрівання по поперечному перерізі, внаслідок чого виникають пластичні деформації укорочення металу в зоні нагріву до високої температури. Кількісно ці деформації вимірюються обсягом поздовжнього укорочення, а їх дія на балку – поздовжньої усадочною силою. Остання і викликає вкорочення по нейтральній осі. Оскільки лінія дії цієї сили не збігається з нейтральною віссю (не проходить через центр ваги перерізу балки), виникає згинальний момент і деформація вигину.

Для визначення величини загальних деформацій розрахуємо обсяг поздовжнього укорочення одного шва. Для будь-якої сталі він визначається за формулою $V = -0,335 \frac{\alpha}{c\rho} q_n l$, після підстановки значень теплофізичних властивостей (коефіцієнта температурного розширення та об'ємної теплоємності) для низьковуглецевої сталі $V = -1 \cdot 10^{-6} q_n l$, де – погонна енергія зварювання $l = 142$ см – довжина шва.

Площа поперечного перерізу шва $F_H = k_n \cdot (k^2/2)$, де $k_n = 1,1$ – коефіцієнт посилення, $k = 5$ мм – катет шва. Тоді $F_H = 1,1 \cdot (5^2/2) = 13,75$ мм² = 0,14 см², погонна енергія $q_n = 6210$ Дж/см.

						Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Обсяг' поздовжнього укорочення від одного шва $V = -1 \cdot 10^{-6} \cdot 6210 \cdot 142 = \text{см}^3$.

Поздовжнє вкорочення нейтральної осі $\Delta l = \frac{V_{1,2}}{F}$, де F – площа поперечного перерізу балки, $F = 93 \text{ см}^2$. Тоді поздовжнє вкорочення $\Delta l = \frac{-1,18}{93} = 0,13 \text{ мм}$.

Кут повороту кінцевих перетинів балки при її вигині $\varphi = \frac{V_{1,2} \cdot z}{I_y}$, де I_y , – момент інерції перерізу балки відносно осі y , перпендикулярній площині вигину, z – відстань від осі шва до осі балки.

Визначимо геометричні характеристики перерізу - положення центра ваги і власний момент інерції щодо осі y .

Проведемо вісь порівняння через нижню крайку полки. Розрахунок виконаємо в табличній формі (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7. Визначення геометричних характеристик перерізу

Елемент перерізу	y , см	F , см^2	S , см^3	Fy^2 , см^4	I , см^4
швелер	16,6	29,7	493,02	8184,132	5810
полка	0,8	64	51,2	40,96	13,65333
Σ	-	93,7	544,22	14048,75	

Положення центра ваги щодо осі порівняння $z_0 = \Sigma S / F = 544 / 93,7 = 5,8 \text{ см}$.

Власна момент інерції $I_z = 14049 - 93,7 \cdot 5,8^2 = 10897 \text{ см}^4$.

Відстань між осями шва і балки $z = 5,8 - 1,6 = 4,2 \text{ см}$.

Кут повороту кінцевих перетинів $\varphi = V \cdot z / I_y = -1,18 \cdot 4,2 / 10897 = -0,0005$.

Стрілка прогину балки $f = (\varphi \cdot l) / 8 = (-0,0005 \cdot 142) / 8 = -0,008 \text{ см}$.

Висновки.

Вибрані види зварювання дозволяють виконувати якісні зварні шви та отримати продуктивність зварювання на достатньо високому рівні для виготовлення поперечини.

Розрахункові режими зварювання дозволяють виконувати зварювальні роботи з одержанням бездефектних з'єднань.

Побудована кривая охладения по діаграми термодіаграми розпаду аустеніту що відповідає структурі феррит + перліт + бейніт термічного циклу що дозволяє отримати структуру твердість 220HV

. Розрахунок очікуваних деформацій показав, що поздовжнє вкорочення, стрілка прогину та поперечна усадка знаходяться у межах норми.

					107-007-05-00-12	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ							
Ізм	Лист	№ документа	Підпис	Дата								
Студент	Сандак О.М.				Технологічний процес складання та зварювання рами фундаменту верстату			Лит	Лист	Листів		
Керівник	Лабарткава О.В.									29	17	
Консульт								НУК ім. Адм. Макарова				
Зав.кафед	Драган С.В.											

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ РАМИ ФУНДАМЕНТУ ВЕРСТАТУ

3.1. Принципова послідовність складання та зварювання.

Виготовлення двотавра має таку послідовність збирання:

1. Різання листових заготовок.

Установка термічного різання з числовим програмним управлінням, яку ми використовуємо для розкрою листового металопрокату, дозволяє розрізати листи від 6 до 100 мм завтовшки з технологічною точністю до ± 1 мм. На даному обладнанні ми виконуємо нарізку смуг металу, які згодом стають полицями і стінками зварного двотавра, а також різання деталей зі складною геометрією (фланців, опорних плит колон, косинок тощо). Швидкість різання в залежності від товщини металу, доходить до 1 метра в хвилину. Частина деталей, що мають прямокутну або квадратну форму заготовлюються на гільйотинних ножицях.

2. Фрезерування кромки.

Фрезерування кромки. При великих товщинах металу для дотримання технології зварювання необхідно проводити підготовку кромки зварюваних деталей. Це проводиться шляхом зняття на кромках деталей фаски під заданим кутом. Ця операція може проводитися на спеціальному кромкофрезерному верстаті, так і вручну за допомогою спеціалізованого ручного інструменту. Контроль правильності кута контролюється кутомірами.

3. Збірка балок.

Заготовлені заготовки (смуги) укладаються з допомогою крана на вхідний конвеєр складального стану, позиціонуються і фіксуються за допомогою комплектів роликів складального стану. Потім складальний стан, у відповідності з вихідними параметрами стінки і полиць, проводить центрування та гідравлічне обтиснення заготовок, проводиться зварювання балки прихопленням по всій довжині.

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
						30
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес складання:

- складання профілю Т-образної: до нижньої полиці двотавра приварюється на прихопленнях стінка двотавра під кутом 90° ;
- зібрана таврова конструкція за допомогою крана кантується на 180° і повертається на вхідний рольганг складального стану;
- відбувається зварювання прихопленням другій полиці двотавра.

4. Зварювання поясних швів.

Під час зварювання поясних швів балка розташовується на стапелях порталної зварювальної установки під кутом 45 градусів (тип шва «у човник»). Дана технологія забезпечує хороший проварювання і плавний перехід зварювального шва до основного металу. На порталної зварювальної установки змонтовані два комплекти зварювальних головок, які можуть переміщатися в горизонтальному або вертикальному напрямку і виробляють зварювання одночасно з рухом порталу по рейках. Зварювальні головки оснащені лазерною системою стеження за положенням зварного шва. Також на установці розташовується система подачі, фільтрації і прибирання зварювального флюсу. У процесі зварювання поясних швів встановлені раніше прихоплення переплавляються і стають частиною зварного шва.

5. Правка грибоподібної полиць.

Під час зварювання поясних швів неодмінно виникає порушення "геометрії" полиць балки - "грибоподібність", яка з'являється в результаті нерівномірного нагрівання металу по ширині полиці. Верстат для виправлення зварних двотаврових балок призначений виправляти цю деформацію, шляхом її прокатки через систему роликів, використовуючи при цьому властивості пружності металу. Даний спосіб правки виключає пошкодження готової балки, а також не впливає на поясні шви і виключає виникнення тріщин у зварних швах.

6. Збірка і обварка металоконструкцій.

Для виробництва металоконструкцій, крім зварної двотаврової балки, також часто використовуються гарячекатані двотаври, швелери, куточки, профільні і круглі труби. Заготівля елементів з гарячекатаного прокату виробляється на

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
						31
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

стрічкопилкових верстатах, які дозволяють здійснювати різання елементів не тільки під прямим, але і під заданим кутом. Збірка конструкцій проводиться у відповідності з вимогами креслень на конкретний елемент. Після складання конструкцій на прихоплення і контролю правильності геометрії, елементи передаються на остаточну обварку, вироблену напівавтоматичного зварювання в середовищі захисного газу.

7. Очистка та фарбування

Після обварювання конструкції очищають від бризок і напливів металу, після чого проводиться дробоструменеве очищення конструкцій, Дробоструминна установка - це різновид обладнання, призначена для очищення металевих конструкцій перед проведенням фарбувальних робіт. Машина виробляє потужні струмені сталевого дробу, спрямовані на поверхню конструкції під різними кутами, видаляють іржу, окалину, різні забруднення. Після проходження елементів конструкцій через дробоструминну камеру, ми отримуємо чисту шорстку поверхню металу, ще має чудову адгезію до лакофарбовому покриттю.

Після закінченню очисних робіт, знежирення і знепилювання конструкції ґрунтують та фарбують згідно з побажаннями Замовника та вимог проектної документації. На вибір представляються різні варіанти захисту металоконструкцій від корозії - від нанесення тимчасового транспортного шару ґрунтовки до якісного фарбування сучасними системами антикорозійного захисту.

Послідовність технологічного процесу виготовлення поперечени наведена на рис.3.1.



Рис. 3.1 Схема технологічного процесу виготовлення поперечени

Технологічний процес виготовлення поперечини наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Технологічний процес виготовлення поперечини.

Операції	Перехід	ТКП	Хар-р виконан	Устаткування	Тн н-ч
		Вузлове складання			
		Вузол1 Фундамент			
1. Складання фундаменту	1.1. Складання фундаменту	1.1.1. подавання фундаментної плити	Р		
		1.1.2. орієнтація плити	Р		
		1.1.3. закріплення плити	Р		
		1.1.4. подавання ребер жорсткості фундаменту	Р		
		1.1.5. орієнтація ребер	Р		
		1.1.6. закріплення ребер	М	стенд	
		1.1.7. контроль розмірів та	Р	рулетка, кутник	

		перпендикулярності			
		повторити роботи п.1.1.1-1.1.7 до всіх фундаментів			0,4
2.Зварювання фундаменту	2.1. зварювання фундаменту	2.1.1.зварювання фундаменту	Р	граніт ЗУЗ	
		повторити п.2.1.1 до всіх фундаментів			0,31
3.Зачищення швів	3.1 Зачищення швів		Р	пневмотур бінка	0,04
4. Контроль якості швів	4.1 Стикові шви		Р	ультрозвук ова дефектос копія	0,06
5. Здавання фундаментів ВТК	3.1. Здавання фундаменту ВТК	5.1.1. Здавання ВТК	Р		0,1
		Складання в об'єм			
6. Складання	6.1. Встановлення швелера	6.1.1. подавання швелер на стенд	М	Мостовий кран	
		6.1.2. орієнтація швелера	М	стенд	
		6.1.3. закріплення швелера	М	Граніт ЗУЗ	0,05
	6.2. Розмічування місць встановлення деталей		Р	Рулетка, чертілка	0,2
	6.3. Встановлення плит	6.3.1. подавання опорної плити	М	Мостовий кран	
		6.3.2. орієнтація плити	М		
		6.3.3. притискання плити до полиці швелера	М	притискувач	
		6.3.4. фіксація плити на прихопленнях	М	Граніт ЗУЗ	
		6.3.5. повторити роботи аналогічно п.6.3.1-6.3.4. до всіх плит	-		
		6.3.6. перевірка розмірів та вертикальності	Р	Рулетка, кутник	1,4
7. Зварювання	7.1. приварювання плит	7.1.1. зварювання кутового шва	А	Граніт ЗУЗ	
		7.1.3. повторити роботи	-		0,53

		аналогічно п.7.1.1. стосовно всіх плит			
8. Складання	8.1. Встановлення фундамента	8.1.1. подавання фундамента на стенд	Р		
		8.1.2. орієнтація фундамента	М	стенд	
		8.1.3. закріплення фундамента	М	Граніт ЗУЗ	
		8.1.4. фіксація фундаменту на прихопленнях	М	Граніт ЗУЗ	
		8.1.5. повторити роботи аналогічно п.8.1.1-8.1.4. до другого фундаменту	-		
		8.1.6. перевірка розмірів та вертикальності	Р	Рулетка, кутник	0,81
9. Зварювання	9.1. приварювання фундамента до стінки швелера	9.1.1. зварювання кутового шва	М	Граніт ЗУЗ	0,38
10. Зачищення швів	10.1 Зачищення швів		Р	пневмотурбі нка	0,1
11. Контроль якості	11.1. Таврові шви			ультрозвуко ва дефектоско пія	0,1
12. Здавання остова ВТК			Р		0,3
13. Складання	13.1. Встановлення ребра жорсткості	13.1.1. подавання ребра жорсткості	Р		
		13.1.2. орієнтація ребра жорсткості	Р		
		13.1.3. закріплення ребра жорсткості	М	Граніт ЗУЗ	
		13.1.4. повторити п. 13.1.1.- 13.1.3 до всіх ребер жорсткості			3,78
14. Зварювання	14.1. приварювання ребра жорсткості до стінки швелера	14.1.1. зварювання кутового шва	М	Граніт ЗУЗ	
		14.1.2 повторити п. 14.1.1. до всіх ребер жорсткості			1,5
15. Зачищення швів	15.1 Зачищення швів		Р	пневмотурбі нка	0,2
					0,3

16. Контроль якості	16.1. Таврові шви			ультразвукова дефектоскопія	
17. Здавання поперечини ВТК			Р		0,5
Σ					11,06

Послідовність виготовлення поперечини на потоковій лінії наступна:

Позиція 1. - зі складу деталей фундаменту деталі подаються на складальну плиту, зварюються, виконують зачищення швів та їх ультразвуковий контроль, після чого фундамент здається ВТК.

Позиція 2. - зі складу швелерів на складальну плиту за допомогою крана подається швелер, він розкріплюється до складальної плити. Далі, на плиту передаються складені фундаменти та зі складу опорних плит. Виконується їх складання та зварювання, зачищення швів та ультразвуковий контроль, після чого поперечини здають ВТК.

Позиція 3. - зі складу ребр жорсткості на складальну постіль подаються ребра жорсткості, вони орієнтуються на прихопленнях.

Позиція 4. -. виконується приварювання ребр. Далі зачищаються шви і проводиться їх ультразвуковий контроль, після чого поперечина здається ВТК.

Позиція 5. - Складування готових виробів.

Структурна блок схема виготовлення поперечини представлена на рис.3.2.

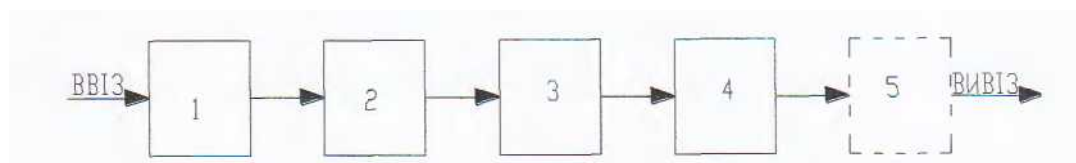


Рис.3.2.Структурна блок схема виготовлення поперечини

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 задовольняють

вимогам надійності і якості конструкції дуже важливим є правильний вибір зварювальних матеріалів.

Першою умовою при виборі зварювальних матеріалів для зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей є одержання цільних без пористих 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 поперечної балки використовується сталь категорії Д32. Для зварювання сталі цієї категорії можуть застосовуватися такі категорії зварювальних матеріалів які вказані у таблиці 3.2

Таблиця 3.2. 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	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
3Y40, 3Y40S, 3Y40T, 3Y40M, 3Y40TM, 3Y40V	2				+	+	+	-	+	+	+	-
4Y, 4YS, 4YT, 4YM, 4YTM, 4YV	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
4Y40, 4Y40S, 4Y40T, 4Y40M, 4Y40TM, 4Y40V	2				+	+	+	+	+	+	+	+

Цим категоріям зварювальних матеріалів відповідають такі вітчизняні та іноземні марки зварювальних матеріалів, як у таблицях 3.3 - 3.4.

Таблиця 3.3. 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 приведено хімічний склад дротів, які використовуються для зварювання.

Таблиця 3.4. Хімічний склад дротів сталевих зварювальних (ГОСТ 2246-70).

Марка дроту	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Інші елемент и
Низьковуглецевий дріт										
Св-08А	0,12	0,06	0,35...0,6 0	0,1 0	0,25	—	—	0,02 0	0,02 0	0,01 Al
Св-08ГА			0,80...1,1 0	0,1 0	0,25	—	—	0,02 5	0,03 0	—
Св-10ГА			1,10...1,4 0	0,2 0	0,30	—	—	0,02 5	0,03 0	—
Св-10Г2			1,50...1,9 0	0,2 0	0,30	—	—	0,03 0	0,03 0	—
Легований дріт										
Св-08ГС	0,10	0,60...0,8 5	1,40...1,7 0	0,2 0	0,25	—	—	0,02 5	0,03 0	—
Св-08Г2С	0,05...0,1 1	0,70...0,9 5	1,80...2,1 0	0,2 0	0,25	—	—	0,02 5	0,03 0	—
Св-10ГН	0,12	0,15...0,3 5	0,90...1,2 0	0,2 0	0,90...1,2 0	—	—	0,02 5	0,03 0	—
Св-08ГСМТ	0,06...0,1 1	0,40...0,7 0	1,00...1,3 0	0,3 0	0,30	0,20...0,4 0	0,05...0,1 2	0,02 5	0,03 0	—
OK Autrod12.2 0,4мм	0.1	0.07	0.91	0.0 5	0.01	-	-	0.01 9	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 середовище CO₂ (ГОСТ 8050-85), по фізико-хімічним показникам суміші повинна відповідати нормам записаним в таблицях 3.5, 3.6. Застосуємо проволоку ОК Tubrod 15.14.

Порошковий дріт фірми ESAB ОК Tubrod 15.14.

Це рутиновий порошковий дріт розроблений для економічного позиційного зварювання у всіх просторових положеннях. Із цим дротом використається 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. Рутилові порошкові дроти мають струминно-краплинний 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 3.5. Хімічний склад наплавленого металу при зварюванні порошковими дротами.

Марка дроту	C,%	Mn,%	Si,%	P,%	S,%
ESAB, ОК Tubrod 15/14	0,05	1,4	0,5	<0,025	<0,025

Таблиця 3.6 Механічні властивості металу шва при зварюванні порошковими дротами.

Марка дроту	Re, МПа	Rm, МПа	σ ₅ , (A ₅), %
ESAB, ОК Tubrod 15/14	420	510	26

Показники CO₂ вказано в таблиці 3.7.

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 3.7 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

3.3. Обґрунтування вибору зварювального обладнання.

При виготовленні конструкцій стійкі застосовуються механізоване зварювання у середовище CO₂.

Для механізованого зварювання плавким електродом, застосуємо зварювальні напівавтомати Deca D-mig 760 TD (рис.3.3.).



Рис.3.3. Загальний від зварювального напівавтомату Deca D-mig 760 TD

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
						40
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні технічні характеристики зварювального напівавтомату Deca D-mig 760 TD представлені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8. Технічні характеристики зварювального напівавтомату Deca D-mig 760 TD

Напруга	трифазні (380 В)
Охолодження	рідинне охолодження
Пальник (рукав)	євро
Ступінь захисту	IP21
Тип пристрою	Тип пристрою
Максимальний зварювальний струм	600 А
Максимальний діаметр зварювального дроту	1.6 мм
Вид	з газом (MIG/MAG)
Потужність, кВт	15 кВт
Метод зварювання	MIG/MAG)
Напруга холостого ходу	16.8-48 В
Межі регулювання зварювального струму	25-600 А
Тривалість навантаження	600 А - 25%, 375 А - 60%; 315 А - 100%
Сталевий дріт	0.8-1.6 мм
Алюмінієва дріт	1.0-1.6 мм

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.

3.4.1. 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.

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
						41
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

3.4.2. 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.

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

При контролі зварних швів зовнішньої обшивки знімок повинен бути розташований по осі етика на перехресті швів таким чином, щоб він частково охоплював паз, як показано на рис 3.4.

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.

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
						42
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

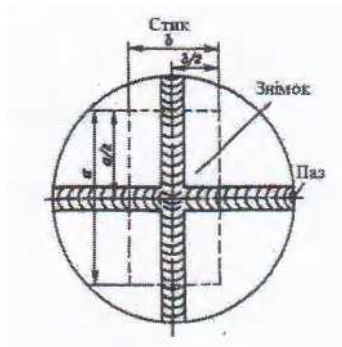


Рис. 3.1 Схема радіографічного контролю

3.4.4. Контролю випробовуванням на міцність та щільність металу швів підлягають готові зварні з'єднання, непроникних зварних конструкцій. Методи та параметри контролю назначаються 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 мановакуметра 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.

3.4.5. 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.

3.4.6. Виправлення зварних швів, які мають дефекти, необхідно виконувати до подальшого контролю. Контроль, після виправлення дефектів, які були

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

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.

3.4.7. 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.

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
						44
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки.

1. Розроблено технологію складання та зварювання рами фундаменту верстата 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 Deca D-mig 760 TD.

3. Зварювання виконується переважно механізованим способом в середовищі CO₂ у якості зварювальних матеріалів для механізованого способу зварювання використано порошковий дріт ESAB OK Tubrod 15.14.

					131.4127ст3.07.05.03.ПЗ	Лист
						45
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ			
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата				
Студент		Сандак О.М.			Охорона праці та техніка безпеки при складанні та зварюванні рами фундаменту верстату	Лит	Лист	Листів
Керівник		Лабарткава О.В.					46	16
Консульт						НУК <i>ім. Адм. Макарова</i>		
Зав.кафед		Драган С.В.						

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ СКЛАДАННІ ТА ЗВАРЮВАННІ РАМИ ФУНДАМЕНТУ ВЕРСТАТУ

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

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

та працівником із питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці на Україні.

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, наявність 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.

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

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

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 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.

Розбризкування металу при зварюванні також наслідок нестабільного горіння дуги: при зварюванні у вуглекислому газі дротом суцільного перетину воно досягає 15%, істотно менше при використанні покритих електродів і

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						49
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

порошкових дрітів і відсутній зовсім при зварюванні під флюсом. Бризки, іскри і викиди розплавленого металу і шлаків при відсутності засобів захисти можуть бути причиною опіків шкірних покривів, травмування органів зору, а також підвищують небезпеку виникнення пожеж.

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 (таблиця 4.1).

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. Граничні концентрації шкідливих речовин в повітрі на робочому місці приведені в таблиці 4.2.

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						50
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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
		температу- ра °C	Відносна вологість повітря, %	Швидкіст ь руху повітря, м/с	температу- ра °C	Відносна вологість повітря, %	Швидкіст ь руху повітря,	
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.

Таблиця 4.2. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі на робочому місці

Шкідлива речовина	Концентрація, мг/см³
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 90-111мг/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/см²хв; і біля обличчя 1,5-2,18 кал/см².

Інтенсивність виробничого шуму в суднобудуванні у складально-зварювальному цеху представлена у таблиці 4.3. Найбільша допустима напруга $U_{пр}$ та струми I_h що проходять через людину, при нормальному (не аварійному) режимі роботи електроустановки (таблиці 4.4).

Таблиця 4.3. 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

Таблиця 4.4. Найбільша допустима напруга $U_{пр}$ 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

4.1. Розрахунок місцевої витяжної вентиляції.

Інтенсивність виділення шкідливих речовин при зварювальних роботах визначається за формулою:

$$A = 1000 \times g \times P \times N, \text{ м}^3/\text{го}$$

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 $N = 2$.

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

Для очищення повітря від пилу рекомендується встановити 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:

$$U_p = \frac{U_m}{K_i \left(\frac{d_1}{L_1} \right)^2}, \text{ м/с}$$

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

$$U_p = \frac{0.5}{0.12 \left(\frac{0.05}{0.04} \right)^2} = 2.67 \text{ м/с}$$

Загальний вигляд місцевої вентиляції приведено на рис. 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.

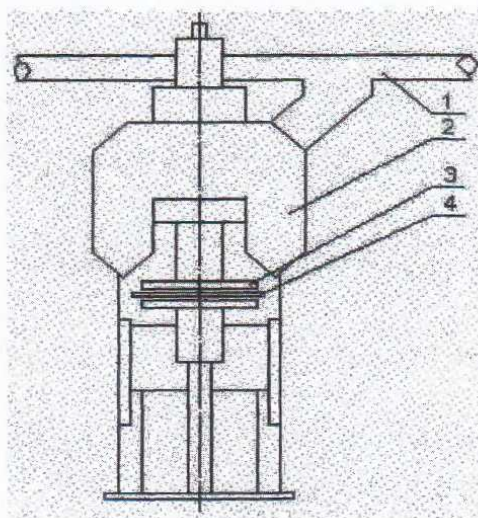


Рис.4.1 Схема вентиляції

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						53
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Загальна кількість повітря видаленого системою, місцевими засобами:

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

Загальна кількість повітря видаленого системою, місцевими засобами:

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

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 $n = 600 \text{ хв}$.

4.2. 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 – $R = 4 \text{ Ом}$;

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						54
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- заземлювач має трубчасту форму (рис. 4.2);
- довжина труби $l = 2$ м;
- глибина занурення труби від поверхні землі $a = 0,9$ м;
- зовнішній діаметр труби $d = 0,02$ м.

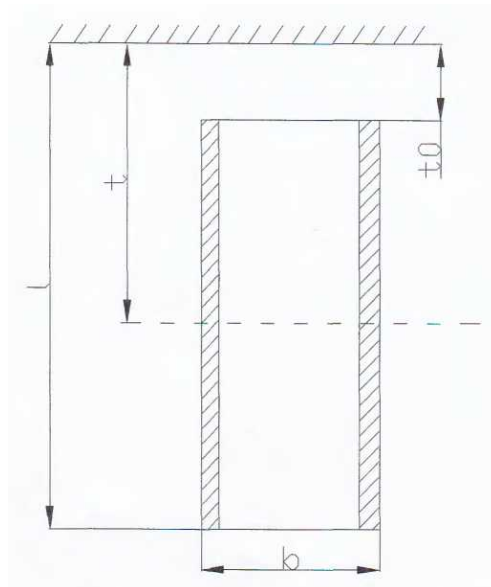


Рис 4.2 Схема електроду заземлення

1 .Розрахунок опору розтягування одного заземлювача:

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0.5 \times \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right); \quad t = a + 0.5 \times l = 0.9 + 0.5 \times 2 = 1.9 \text{ м};$$

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

$$R_1 = \frac{60}{2 \times 3.14 \times 2} \times \left(\ln \frac{2 \times 2}{0.07} + 0.5 \times \ln \frac{4 \times 1.9 + 2}{4 \times 1.9 - 2} \right) = 20.4 \text{ Ом};$$

Опір одиночного заземлення вийшов більший допустимого опору пристрою заземлення $R_1 > R_0$. Необхідно застосувати декілька штучних заземлювачів, з'єднаних паралельно.

2. Визначаємо кількість паралельних заземлювачів.

$$n' = \frac{R_1}{\eta_s \times R_0},$$

де η_s – коефіцієнт використання заземлювачів, який враховує їх взаємну дію, приймаємо $\eta_s = 1$.

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						55
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n' = \frac{20.4}{1 \times 4} = 5.1$$

Приймаємо кількість заземлювачів $n' = 5$ шт.

3. Визначення фактичного коефіцієнту використання заземлювачів. Коефіцієнт визначаємо виходячи із розташування електродів і відстані між ними. Електроди заземлені по контуру. Відстань між ними $l = 2l$. Коефіцієнт використання заземлювачів $\eta_\phi = 0,78$.

4. Розрахунок фактичного опору заземлювачів.

$$R_\phi = \frac{R_1}{\eta_\phi \times n'} = \frac{20.4}{0.72 \times 5} = 5.67 \text{ Ом}$$

$$\eta_\phi = (0,67 \div 0,72). \text{ Приймаємо } \eta_\phi = 0,72.$$

$$R_\phi = \frac{20.4}{0.72 \times 5} = 5.67 \text{ Ом}$$

Приймаємо $R_\phi = 6 \text{ Ом}$.

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

Для зв'язування вертикальних заземлювачів використовуємо з'єднувальну полосу.

Вибираємо тип та схему розміщення з'єднувальної полоси рис. 4.3. Опір розтікання з'єднувальної полоси ми будемо визначати для протяжної пластини смугового перетину з $b = 45 \text{ мм}$ за формулою:

$$R_{1в} = \frac{\rho}{2\pi d} \cdot \ln \frac{2l^2}{b \cdot t};$$

де $t = 0,9 \text{ м}$ – глибина закладення з'єднувальної полоси; $l = 1,05 \cdot a \cdot n = 10,5 \text{ м}$ – довжина з'єднувальної полоси (a – відстань між електродами, приймаємо 1-3 м.); $b = 0,08$ – ширина з'єднувальної полоси.

$$R_{1в} = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 10,5} \cdot \ln \frac{2 \cdot 10,5^2}{0,52 \cdot 0,08} = 7.2 \text{ Ом}$$

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						56
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

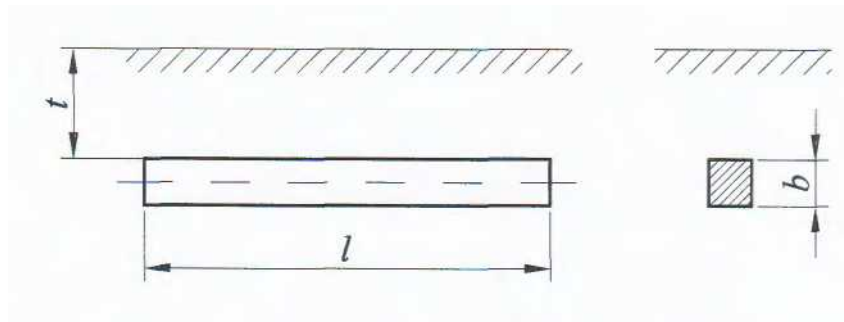


Рис. 4.3. Схема розміщення та конструктивні елементи з'єднувальної полоси

З врахуванням коефіцієнт використання з'єднувальної полоси η_r , який знаходимо за допомогою справочних даних, знаходимо опір з'єднувальної полоси R_p .

$$R_\phi = \frac{R_{ln}}{\eta_r} = \frac{7,2}{0,77} = 9,3 \text{ Ом}$$

6. Визначення фактичного опору захисного заземлення R_e .

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

$$R_e = \frac{R_\phi \cdot R_n}{R_\phi + R_n} = \frac{9,3 \cdot 7,2}{7,2 + 9,3} = 3,65 \text{ Ом}$$

Отриманий нами опір порівнюємо з допустимим опором заземлюючого пристрою R_d .

$R_e < R_d$ – вимога виконується.

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

4.3. 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

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						57
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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 (табл. 4.5).

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 електродами загального призначення марок АНО, УОНИ, МР та ін.	1800-6600
Зварювання сталей порошковим дротом марок ГПІ-ДСК, ГПІ-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

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.

Для найбільш повного видалення зварювального аерозолі з робочої зони необхідно застосовувати ефективні місцеві відсоси (пальники з вбудованим відсосом, гнучкі настінні відсоси, вентилятори із гнучкими повітроводами 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 20-22 °С.

Усі виробничі приміщення для плазмового 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 шумопонижуючі 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.

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

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						59
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						60
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки.

1. В даному розділі дипломного проекту' 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. 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.

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

					131.4127ст3.07.05.04.ПЗ	Лист
						61
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

					131.4127ст3.07.05.05.ПЗ								
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата									
Студент		Сандак О.М.			Розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску рами фундаменту верстату				Лит	Лист	Листів		
Керівник		Лабарткава О.В.									62	7	
Консульт									НУК ім. Адм. Макарова				
Зав.кафед		Драган С.В.											

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ВИКОНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ РІЧНОЇ ПРОГРАМИ ВИПУСКУ РАМИ ФУНДАМЕНТУ ВЕРСТАТУ

У даному розділі дипломного проекту виконується розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску рами фундаменту верстату.

Розрахунок виконується для річного випуску у кількості 10 шт.

Вихідні данні розрахунку:

1. Річний об'єм продукції, шт	10
2. Ціна дроту, грн. за кг	195
3. Витрати CO ₂ на 1 м.п., л	1,85
4. Витрати дроту на 1 м.п., кг	0,45
5. Ціна 1 л. CO ₂ , грн.	17
6. Витрати електроенергії на 1 м.п. с.д. кВт/г	3,7
7. Ціна 1 кВт/г, грн.	6
8. Трудомісткість на 1м.п. н/а н.-г.	0,23
9. Розряд робіт	4
10. Часова тарифна ставка, грн.	130
11. Рівень додаткових витрат, %	16
12. Норма амортизації, %	15
13. Норма витрат на поточний ремонт обладнання, %	5
14. Вартість зварювального обладнання, грн.	160000

Розрахунок витрат на електроенергію наведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Витрати на електроенергію

Найменування	Е.О. виміри	Річна програма, шт.	Річна програма в п.м.	Розхід на 1 п.м.	Ціна 1 кВт/г, грн.	Витрати на електроенергію, грн.
Електро- енергія	кВт/г	10	750*10=7500	3,7	6	166500

Розрахунок витрат на основну заробітну плату приведений в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Витрати на ОЗП

Найменування	Е.О. виміри	Річна програма п.м.	Трудовісткість на річну програму, н-г	Часова тарифна ставка, грн.	Сума витрат ОЗП, грн.
Зварювання напівавтоматом	0,23	Існуючий варіант		130	224250
		7500	1725		

Розрахунок витрат на зварювальні матеріали приведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Витрати на зварювальні матеріали

Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Розхід на 1 п.м.	Річна програма, п.м.	Ціна одиниці, грн.	Розхід на річну програму, кг; л	Витрати на матеріал, грн.
Дріт	кг.	0,45	7500	195	3375	658125
СО ₂	л.	1,85	7500	17	13875	235875
						894000

Розрахунок витрат на додаткову заробітну плату (ДЗП) наведений в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. Витрати на ДЗП

Сума витрат ОЗП, грн.	Рівень витрат на ДЗП, %	Сума витрат на ДЗП, грн.
224250	16%	35880

Розрахунок відрахувань від ЗП приведений в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5. Відрахування від З.П.

Сума витрат на ОЗП і ДЗП, грн.	Рівень відрахувань від ЗП, %	Сума відрахувань від ЗП, грн.
260130	22,0 % (ЄСВ)	57228,6
	Всього	57228,6

Розрахунок витрат на амортизацію зварювального обладнання наведено у таблиці 5.6

Таблиця 5.6. Витрати на амортизацію зварювального обладнання

Найменування обладнання	Початкова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Сума витрат на амортизацію, грн.
Зварювальний напівавтомат з джерелом живлення	160000	15	24000

Розрахунок витрат на поточний ремонт обладнання наведено у таблиці 5.7

Таблиця 5.7. Витрати на поточний ремонт обладнання

Найменування обладнання	Вартість обладнання, грн.	Норма витрат на поточний ремонт, %	Сума витрат на поточний ремонт обладнання, грн.
Зварювальний напівавтомат з джерелом живлення	160000	5	8000

Розрахунок цехових накладних витрат наведено у таблиці 5.8

Таблиця 5.8. Розрахунок цехових накладних витрат

Сума витрат на основну зарплатню, грн.	Рівень витрат на цехові накладні витрати, %	Рівень затрат на цехові накладні витрати, грн.
224250	20	44850

Розрахунок витрат на загальнозаводські накладні витрати наведено у таблиці 5.9

Таблиця 5.9. Розрахунок витрат на загальнозаводські накладні витрати

Сума витрат на основну зарплатню, грн.	Рівень витрат на основні загальнозаводські витрати, %	Сума витрат на загальнозаводські витрати, грн.
224250	18	40365

Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні навісу автомобільної стоянки приведено у таблиці 5.10.

					131.4127ст3.07.05.05.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

Таблиця 5.10. Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні рам

	Показники	Одиниці вимірювання	Зміна витрат, грн.
1	Витрати на матеріали	грн.	894000
2	Витрати на електроенергію	грн.	166500
3	Витрати на ОЗП	грн.	224250
4	Витрати на ДЗП	грн.	35880
5	Відрахування від ЗП	грн.	57228,6
6	Витрати на поточний ремонт	грн.	8000
7	Амортизаційні відрахування	грн.	24000
8	Цехові накладні витрати	грн.	44850
9	Загальнозаводські накладні витрати	грн.	40365
10	Загальна собівартість зварювальних робіт	грн.	1495073,6

Висновки.

1. Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску навісу рами фундаменту верстату.

2. Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 10 шт. складає 1495073,6 грн. (149507 грн на 1 раму).

					131.4127ст3.07.05.05.ПЗ	Лист
						68
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

					131.4127ст3.07.05.ПЗ											
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата	Загальні висновки					Лит		Лист		Листів		
Студент	Сандак О.М.												69		4	
Керівник	Лабарткава О.В.															
Консульт																
Зав.кафед	Драган С.В.															
										НУК ім. Адм. Макарова						

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Зварна рами фундаменту верстату складається з двох двотаврових балок і двох кутових профілів зі сталі 09Г2, яка не схильна до відпускнуї крихкості, і не потребує попереднього підігріву і наступної термообробки. При складанні таврових балок і самої конструкції використовується механізоване зварювання для економічності і швидкості збирання.

2. Вибрані види зварювання дозволяють виконувати якісні зварні шви та отримати продуктивність зварювання на достатньо високому рівні для виготовлення поперечини.

3. Розрахункові режими зварювання дозволяють виконувати зварювальні роботи з одержанням бездефектних з'єднань.

4. Побудована кривая охладения по діаграми термодинамічного розпаду аустеніту що відповідає структурі феррит + перліт + бейніт термічного циклу що дозволяє отримати структуру твердість 220HV

5. Розрахунок очікуваних деформацій показав, що поздовжнє вкорочення, стрілка прогину та поперечна усадка знаходяться у межах норми.

6. Розроблено технологію складання та зварювання рами фундаменту верстата застосуванням розробленого складального і вибраного зварювального обладнання та матеріалів.

7. 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 Deca D-mig 760 TD.

8. Зварювання виконується переважно механізованим способом в середовище CO₂ у якості зварювальних матеріалів для механізованого способу зварювання використано порошковий дріт ESAB OK Tubrod 15.14.

9. В дипломному проекті' проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні складально-зварювальних робіт. Виявлені найбільш небезпечні при кожному способі зварювання, розглянуті допустимі

					131.4127ст3.07.05.ПЗ	Лист
						70
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

концентрації шкідливих речовин в повітрі на робочому місці, норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні.

10. 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.

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

12. Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску навісу рами фундаменту верстату.

13. Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 10 шт. складає 1495073,6 грн. (149507 грн на 1 раму).

					131.4127ст3.07.05.ПЗ	Лист
						71
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Костін О.М. Зварювальні матеріали: Навч. посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
2. Голобородько Ж.Г. Основи технології дугового зварювання суднових конструкцій: навчальний посібник [Текст] / Ж.Г. Голобородько, С.В. Драган, В.В. Квасницький; під заг. ред. С.В. Драгана. – Миколаїв: НУК, 2013. – 380 с.
3. Марочник стали і сплавів. URL: https://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=348 (дата звернення: 18.03.2025).
4. Квасницький В.В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 181 с.
5. Зварювання у машинобудуванні: Довідник. У 4-х т. / Ред. кол.: Г.А. Миколаїв (поперед.) [та ін]. М.: Машинобудування, 1978 - т.2. / За ред. А.І. Акулова, 1979. 462 с.
6. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра за напрямом підготовки 6.050504 "Зварювання" / С.В. Драган, Г.В. Єрмолаєв, Ж.Г. Голобородько, М.В. Матвієнко, С.А. Лой, В.Я. Сагань. – Миколаїв : НУК, 2015. – 69 с.
7. Лебедев Ю.М., Лебедева В.Ф., Лой С.А. Розрахунки теплових процесів при зварюванні: Методичні вказівки до виконання курсової роботи. – Миколаїв: НУК, 2008. – 64 с.

					131.4127ст3.07.05.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72