

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет корабледування імені адмірала Макарова
Корабельний навчально науковий інститут
Кафедра Зварювального виробництва

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри
проф. Квасницький В.Ф.
« ____ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступення вищої освіти «бакалавр»
(потрібно залишити)

на тему: Розробка технології та зварювання торцевої стінки вантажного вагона

Виконав: студент 2127ст групи
_____ **Горон С.В.**
(підпис)

Керівник роботи:
к.т.н., доц., професор
(посада, науковий ступень вчене звання)
_____ **Костін О.М.**

Миколаїв – 2021 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет корабледування імені адмірала Макарова

Корабельний навчально науковий інститут

Кафедра Зварювального виробництва
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма Бакалавр

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми

(підпис)
«___» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РАБОТУ
на здобуття ступення вищої освіти освіти «бакалавр»
(потрібно залишити)

Студенту Горон Світлані Вікторівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технології складання та зварювання торцевої стінки вантажного вагона

Керіник роботи Костін Олександр Михалович к.т.н., доц.проф. НУК
(прізвище, ім'я, по батькові, наукова ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора № _____ від «___» _____ 2021 року

2. Термін подання роботи: _____

3. Вихідні дані по роботі Креслення виробу, матеріал ВСт3сп, річна програма 5000 шт.

4. Перелік питань, що належить до розробки (найменування розділів) Загальна характеристика конструкції, характеристика основного металу, типові характеристики складання і зварювання; призначення типів і розмірів зварних з'єднань, обґрунтування вибору способів зварювання, розрахунок режимів зварювання, розрахунок термічного циклу, принципова послідовність складання і зварювання, методи контролю та випробувань; аналіз небезпечних і шкідливих факторів при складанні і зварюванні конструкції

5. Перелік презентаційних матеріалів (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1) Складальне креслення, 2) Розрахунок режимів зварювання. Розрахунок термічного циклу. Визначення механічних властивостей зварного з'єднання. Структура технологічного процесу. Розрахунок себівартості виготовлення стінки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Костін О.М., к.т.н., доц., проф., НУК		
2	Костін О.М., к.т.н., доц., проф., НУК		
3	Костін О.М., к.т.н., доц., проф., НУК		
4	Костін О.М., к.т.н., доц., проф., НУК		
5	Костін О.М., к.т.н., доц., проф., НУК		

7. Дата видачі завдання _____.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз особливостей конструкції, матеріалу		
2	Аналіз структури і властивостей зварних з'єднань		
3	Технологічний процес складання та зварювання конструкції		
4	Охорона праці		
5	Економічний розділ		

Студент _____
(підпис)

Горон С.В.
(ПІБ)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Костін О.М.
(ПІБ)

ЗМІСТ

Вступ	8
Розділ 1. Характеристика конструкції та матеріалу	9
1.1. Загальна характеристика виробу	10
1.2. Характеристика основного металу	14
1.3. Типові технології складання і зварювання торцевої стінки	17
Висновки та завдання дипломного проекту	20
Розділ 2. Дослідження структури та властивостей зварних з'єднань.	21
2.1. Обґрунтування способів зварювання.....	22
2.2. Розрахунок режимів зварювання.....	27
2.3. Розрахунок термічних циклів зварювання	34
2.4 Механічні властивості зварних з'єднань	37
Висновки	40
Розділ 3. Технологічний процес складання і зварювання.....	41
3.1. Принципова послідовність складання та зварювання	42
3.2. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів.....	46
3.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування	49
3.4. Контроль якості під час виготовлення конструкції торцевої стінки вагона	52
Висновки	56
Розділ 4. Охорона праці.....	57
4.1. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів при виготовленні балки	58
4.2. Розрахунок місцевої вентиляції складально-зварювального цеху	60
4.3. Основні джерела шуму і захист від них	63
4.4. Заходи щодо усунення шкідливих факторів на виробництві.....	64
4.5. Висновки	66

					ДП.6.131.2127СТ.05.05	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

Розділ 5. Розрахунок собівартості зварювальних робіт	67
5.1. Розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску.....	68
Висновки.....	73
Загальні висновки	74
Література	77
Додатки	79

					ДП.6.131.2127СТ.05.05	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

Анотація

Даний дипломний проект висвітлює проблему розробки технології складання та зварювання торцевих стінок вантажного вагона.

Метою дослідження є розробка технології складання і зварювання, яка передбачає підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції.

Дипломний проект складається з вступу, 5-ти розділів основної частини, висновків та списку використаної літератури.

Розрахунково-пояснювальна записка містить 77 аркушів, графічна частина - 6 аркушів.

Результатами виконаної роботи є:

- здійснення аналізу існуючої технології виготовлення конструкції та способів її зварювання;
- визначення очікуваної структури зварного з'єднання та його механічних властивостей;
- розрахунок собівартості складально-зварювальних робіт при виконанні річної програми випуску торцевих стінок вантажного вагона кількістю 5000 шт;
- вирішення питань охорони праці та техніки безпеки.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

Annotation

This thesis project covers the problem of developing the technology of assembly and welding of the end wall of a freight car.

The aim of the research is to ensure the quality of the fabrication of the structure, reduce its cost, mechanize assembly and welding operations, improve technology and equipment.

The graduation project consists of an introduction, 5 sections of the main part, conclusions and a list of references.

The explanatory note contains sheets, the graphic part – 6 sheets.

The results of this work are:

- the implementation of the analysis of the existing technology of manufacturing structures and methods of its welding;
- determination of the expected structure of the welded joint and its mechanical properties;
- calculation of the cost of assembly and welding robot to implement the annual program of production of the end wall of a freight car in the amount of 5000 pieces;
- The solution of issues of labor protection and safety.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

В дипломному проекті розглянута модернізована технологія складання та зварювання торцевої стіни піввагону.

Торцева стінка піввагона відноситься до елементів корпусних транспортних конструкцій, під час виготовлення яких використовуються плоскі листові елементи із подальшим об'єднанням їх в жорстку просторову конструкцію, яка може сприймати вібраційні та динамічні навантаження.

Торцева стінка піввагона - зварна конструкція, що працює в важких умовах рухомих навантажень та піддається безпосередньо дії динамічних, вібраційних та рухомих навантажень.

Торцева стінка піввагона має раму - каркас, який повністю закритий зовнішньою тонколистовою обшивкою. Складанню та зварюванню торцевої стінки передують складання та зварювання рами каркаса, до якої приварюється тонколистова обшивка. Обшивка з'єднується з каркасом із сторони нижньої обв'язки та бокових стійок піввагону.

В дипломному проекті розроблений технологічний процес складання та зварювання елементів конструкції, обґрунтовано вибір способу зварювання та розраховані параметри режимів зварювання та подані рекомендації з техніки зварювання елементів конструкції, приведені методи контролю якості зварної конструкції.

Рекомендована модернізована технологія складання та зварювання елементів конструкції торцевої стінки піввагона та всієї конструкції проводиться з урахуванням вимог охорони праці та техніки безпеки.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01. ПЗ									
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата										
Студент		Горон С.В.			Характеристика конструкції та матеріалу				Лит		Лист	Листі в		
Керівник		Костін О.М.										9		
Консульт									НУК ім. Адм. Макарова					
Зав. кафедр.		Квасницький												

1. Характеристика конструкції та матеріалу

1.1 Загальна характеристика виробу

У вантажного піввагона (вагона без даху) бокові стіни, які жорстко закріплені з рамою піввагона, створюють несучу конструкцію. Торцеві стіни та кришки люків можуть бути виконані поворотними чи розсувними для полегшення завантаження та розвантаження вагону.

Торцева стінка піввагона відноситься до елементів корпусних транспортних конструкцій, під час виготовлення яких використовуються плоскі листові елементи із подальшим об'єднанням їх в жорстку просторову конструкцію, яка може сприймати вібраційні та динамічні навантаження.

Торцева стінка піввагона має раму - каркас, який повністю закритий зовнішньою тонколистовою обшивкою. Складанню та зварюванню торцевої стінки передуює складання та зварювання рами каркаса, до якої приварюється тонколистова обшивка. Обшивка з'єднується з каркасом із сторони нижньої обв'язки та бокових стійок піввагону. Матеріал обшивки - сталь ВСтЗсп, товщина 4,0мм.

Торцева стіна піввагону з'єднується з каркасом вагону з сторони нижньої обв'язки та бокових стійок піввагону. Каркас піввагона являє собою рамну конструкцію. Рама - це об'ємна просторова конструкція, яка призначена для з'єднання окремих деталей та механізмів в єдину конструкцію. Одна з головних вимог, що пред'являють до рами, - це жорсткість конструкції У зв'язку з цим балочні заготівки, що входять до складу зварної рами, з'єднують між собою безпосередньо або за допомогою допоміжних елементів жорсткості.

Конструкція рами каркаса торцевої стінки піввагона показана на рис. 1.1.

Каркас торцевої стіни піввагону являє собою основну, необхідну деталь для виготовлення самої торцевої стіни піввагону, він сприймає основні навантаження, які виникають під час перевезення вантажів, а саме як статичні, так і динамічні навантаження. Конструкція каркасу має довжину 2930 мм. і ширину 2310 мм. Каркас складається з верхньої та нижньої обв'язки та двох стояків, між якими знаходяться проміжні балки.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

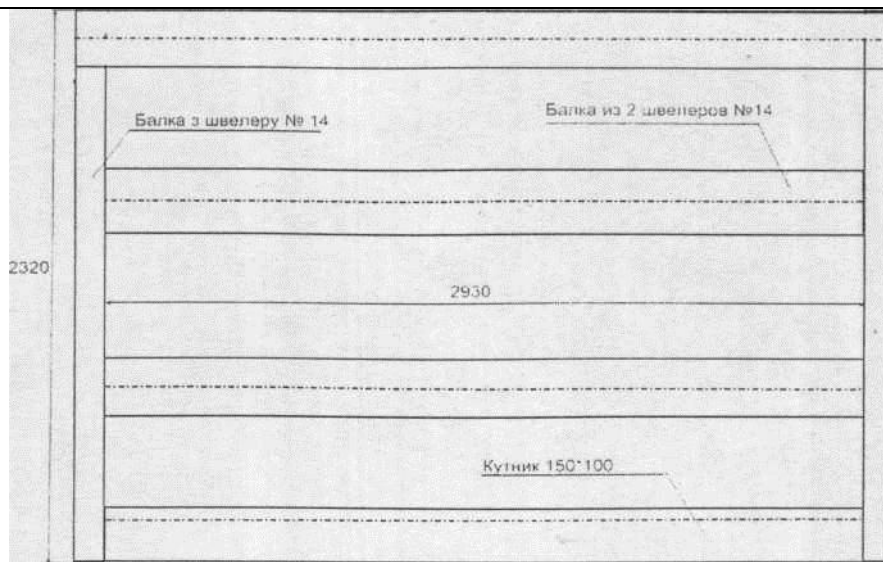


Рис. 1.1. Рама каркаса торцевої сітки піввагона

Для виготовлення каркасу торцевої стіни піввагону використовують такий прокатний профіль:

1. Для нижньої обв'язки: 1 кутник розміром 150x100x12. довжиною 2810мм.
2. Для верхньої обв'язки: 2 швелери №14 довжиною 2930 мм.
3. Бокові стійки: 2 швелери №14 довжиною 2190 мм.
4. Проміжні балки: 4 швелери №14 довжиною 2810мм.

В конструкції використаний також нерівнобокий сталевий профіль (150x100x12) по ОСТ 10015-79.

Деякі дані для сталевого нерівнобокого профілю (150x100x12) по ОСТ 10015-79 приведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Характеристика сталевого нерівнобокого профілю по ОСТ 10015-79

Розміри кутника, мм			R, мм	R, мм	Вага 1 пог.м, кг	Відстань центру ваги		Вісь x-x		Вісь y-y	
B	b	d				м, кг	Y ₀ , см	I _x , см ⁴	I _x , см	I _y , см ⁴	I _y , см
150	100	12	13	4.3	22,6	28,8	2,43	655	4,76	235,0	2.85

Примітка: B - ширина великої полки; b - ширина малої полки; d - товщина полки; I - момент інерції; i - радіус інерції.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

Деякі дані для швелера № 14 по ОСТ 10017-79 в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Характеристика швелера №14 відповідно ОСТ 10017-79

Вага 1 пог. м, кг	Розміри, мм						Площа перетину, см2	Довідкові величини для вісі					
								x-x			y-y		
	h	b	d	t	R	r		$I_x,$ см ⁴	W_{x_3} см ³	$I_x,$ см	$I_y,$ см ⁴	W_{y_4} см ⁴	i_{y_4} см ⁴
16,7	140	60	8	9,5	9,5	4,75	21,31	609,4	86,1	5,35	61,1	14.1	1.69

Примітка: h - висота швелера; b - ширина полки; d - товщина стінки; t - середня товщина полки; R - радіус внутрішнього закруглення; r - радіус закруглень полки; I - момент інерції; w - момент опору; i - радіус інерції.

Гарячекатані швелери випускаються з нахилом внутрішніх граней полиць та без нахилів. Висота швелерів 50...400 мм, ширина полиць 32...115 мм, товщина стінок 4,4...8,0 мм. Швелери постачаються довжиною 4... 13 м.

Гарячекатані рівнополичні кутники поставляються довжиною 4... 13 м з полицями 20...250 мм і товщиною 3...30 мм.

Гарячекатані нерівнополичні поставляються довжиною 4...13 м з малими полицями шириною 16...160 мм, великими полицями шириною 25...250 мм і товщиною 16... 160 мм.

Холодногнуті кутники випускаються у вигляді рівнобокого і нерівнобокого профілю. Рівнобокі профілі з вуглецевої сталі виготовляють з полицями шириною 16...220 мм і товщиною 1 ...10 мм. Нерівнобокі профілі виготовляють з великими полицями шириною 25...220 мм, з малими полицями шириною 20... 180 мм та 1,5...10 мм. Профілі постачаються довжиною 4... 12 м.

Прокат листовий гарячекатаний виготовляється в листах та рулонах. Листовий прокат товщиною вів 0,4 до 160 мм, шириною 500...3800 мм, довжиною 710...900 мм, рулонний прокат - товщиною 1,2... 12 мм, шириною 500.. .2200 мм.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ			Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				12

Прокат листовий холоднокатаний виготовляється в листах та рулонах.

Листовий прокат товщиною 0,35...5 мм, шириною 500...2300 мм, довжиною 1000.. .6000, рулонний прокат - товщиною від 0,5 до 3,0 мм, шириною 500.. .2300 мм.

Під час виготовлення рами каркаса використаний листовий холоднокатаний прокат товщиною 4,0 мм.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.2. Характеристика основного металу

Всі деталі конструкції виготовлені з низьковуглецевої сталі марки ВСтЗсп відповідно ГОСТ 380-71. Хімічний склад сталі марки ВСтЗсп по ГОСТ 380-71 приведений в табл. 1.3.

Таблиця 1.3. Хімічний склад сталі ВСтЗсп по ГОСТ 380-71

Марка сталі	Вміст елементів, %							
	C	Si	Мп	P	S	Cr	Ni	Cїї
	Не більше							
ВСтЗсп	0,14...0,22	0,12...0,30	0,40...0,65	0,045	0,05	0,3	0,3	0,3

В табл. 1.4 приведені механічні властивості сталі марки ВСт.Зсп по ГОСТ 380-71. Сталь ВСтЗсп відноситься до сталей загального призначення, що застосовують для зварних конструкцій, які працюють в інтервалі температур 40...450 °С.

Таблиця 1.4 Механічні властивості сталі марки ВСтЗсп по ГОСТ 380-71

Марка сталі	Товщина прокату, мм	Тимчасовий опір при розтягуванні, МПа	Мінімальні значення границі плинності, МПа	Відносне подовження, %
ВСт.Зсп	4... 20	380...470	210...250	21...27

Сталь ВСтЗсп в основному призначається для несучих зварних конструкцій, що експлуатуються в умовах змінного навантаження в інтервалі температур від - 40 до +400 °С.

Проведемо попередню оцінку розрахунковим шляхом зварюваності основного матеріалу, використовуючи дані про його хімічний склад (табл. 1.3).

Зварюваність - це сукупність технологічних характеристик основного металу, які виявляють його реакцію на зміни, що відбуваються у разі зварювання, і здатність під час визначеного технологічного процесу забезпечувати надійне в

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

експлуатації зварне з'єднання. У залежності від марки сталі й умов експлуатації зварної конструкції змінюється і сукупність показників, що визначають зварюваність.

До числа показників, що визначають зварюваність сталей, відносяться:

- опір утворенню гарячих і холодних тріщин у шві;
- стійкість до утворення тріщин і гартівних структур в навколошовній зоні і переходові в крихкій стан;
- необхідний рівень механічних властивостей характерних ділянок і з'єднання в цілому;
- забезпечення спеціальних властивостей за умови роботи виробу за високих і низьких температур.

Чим вище міцність сталі і складніші умови експлуатації зварних конструкцій, тим більше показників, що характеризують зварюваність.

Зварюваність оцінюють не за абсолютним значенням величин, що характеризують властивості шва, а за їх відносними значеннями у порівнянні з властивостями основного металу. Результати іспитів на зварюваність вважаються задовільними, якщо немає тріщин і властивості відповідають технічним умовам на даний вид зварної конструкції. Різноманіття показників, за якими визначається зварюваність, не дозволяє створити єдину методику її визначення, тому необхідний ряд іспитів.

Різноманіття показників, за якими визначається зварюваність, не дозволяє створити єдину методику її визначення, тому необхідний ряд іспитів.

Вибір методів визначення зварюваності обумовлений призначенням конструкції і властивостями основного металу.

Як правило, підвищений вміст вуглецю та рівня легування і міцності сталі призводить до погіршення її зварюваності. Частку впливу кожного легуючого елемента можна віднести до частки впливу вуглецю. На цій підставі емпіричний показник - вуглецевий еквівалент - дозволяє дати попередню оцінку зварюваності сталі.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

Чутливість зварних з'єднань до утворення холодних тріщин оцінюють еквівалентним утриманням вуглецю у зварюваному металу. Еквівалент вуглецю $C_{\text{екв}}$, %, визначають по емпіричних формулах, одна з яких має такий вигляд:

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

$$C_{\text{екв}} = (0,14 \dots 0,22) + (0,4 \dots 0,65)/6 + 0,3/5 + (0,3 + 0,3)/15 = (0,3.0 \dots 0,42)\%$$

Оскільки в сталі $C_{\text{екв}} < 0,45\%$, то вважають, що вона не схильна до утворення холодних тріщин.

Чутливість сварного з'єднання HCS до утворення гарячих тріщин можна визначити за формулою:

$$\text{HCS} = \frac{\tilde{N}(\text{S} + \text{P} + \text{Si}/25 + \text{Ni}/100) \cdot 10^3}{3\text{Mn} + \text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}$$

$$\text{HCS} = \frac{(0,14 \dots 0,22) \cdot (0,05 + 0,045 + (0,12 \dots 0,3)/25 + 0,3/100) \cdot 10^3}{3(0,4 \dots 0,65) + 0,3} = 2,65 \dots 3,03$$

Оскільки $\text{HCS} < 4$, гарячі тріщини в зварних з'єднаннях не утворюються.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.3. Типові технології зварювання торцевої стінки

Технологія починається з складання та зварювання балок. Балки - це конструктивні елементи, які працюють в основному на поперечний вигин. Жорстко з'єднанні між собою, балки утворюють рамну конструкцію. В конструкції рами каркасу стінки піввагона використані коробчасті балки, які працюють в основному в умовах прикладення навантаження в вертикальній та горизонтальній площині, а також під дією крутячого моменту.

Під час виготовлення балок для рами каркасу використаний такий прокатний профіль:

1. Для нижньої обв'язки - 1 кутник розміром 150x100x12, довжиною 2810мм.
2. Для верхньої обв'язки - 2 швелери №14 довжиною 2930 мм.
3. Бокові стійки - 2 швелери №14 довжиною 2190 мм (см. табл. 1.5).
4. Проміжні балки - 4 швелери №14 довжиною 2810 мм (см. табл. 1.5).

В конструкції використаний також нерівнобокий сталевий профіль (150x100x12) по ОСТ 10015-79.

Таблиця 1.5 Характеристика швелера №14

№ швелера	Вага 1 пог. м, кг	Розміри в мм						Площа перетину, см ²
		<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>i</i>	<i>R</i>	<i>z</i>	
Швелер №14	16,7	140	60	8	9,5	9,5	4,75	21,31

Примітка: *h* - висота швелера; *b* - ширина полки; *d* - товщина стінки; *z* - середня товщина полки.

Балка, що зібрана із двох швелерів №14 довжиною 2930 мм, зварюється повздовжніми швами з утворенням балки коробчастого перерізу з двома стінками.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

Балку утворюють два швалери, які зварюють повздовжними на перому робочому місці.

Для зварювання використано ручне дугове зварювання універсальними електродами ОК 48.00.

Під час монтажу рами каркасу проводиться з'єднання балочних заготовок каркаса зі стійками на другому робочому місці.

Конструктивні умови дозволяють виконати зварний шов ТІ по ГОСТ 5264-80 за умови, що зварний шов буде виконуватись зі збільшенням зазору до 2-ох міліметрів та процес зварювання буде проходити на невеликій швидкості.

Торцева стінка піввагона відноситься до елементів корпусних транспортних конструкцій, під час виготовлення яких використовуються плоскі листові елементи із подальшим об'єднанням їх в жорстку просторову конструкцію, яка може сприймати вібраційні та динамічні навантаження.

Торцева стінка піввагона має раму - каркас, який повністю закритий зовнішньою тонколистовою обшивкою. Складанню та зварюванню торцевої стінки передуює складання та зварювання рами каркаса, до якої приварюється тонколистова обшивка. Обшивка з'єднується з каркасом із сторони нижньої обв'язки та бокових стійок піввагону.

Матеріал обшивки - сталь ВСтЗсп, товщина 4,0 мм. Обшивку складають та зварюють на спеціальних стендах, які обслуговуються маніпулятором та зварювальним автоматом який варить в середовищі захисних газів.

Під час виконання складальних операцій обшивку укладають на стенд по фіксаторам та за допомогою відповідної складальної скоби виконують розкладку, прижим та прихоплення елементів жорсткості - рами каркасу. Для цього раму переносять з місця виготовлення рам за допомогою портального крану та вкладають на маніпулятор фіксуючи його положення за допомогою щупів та призм, із подальшим закріпленням кінцевими пневмофіксаторами. Притиснення рами каркаса до обшивки із забезпеченням попереднього вигину під зварювання забезпечується пневмоциліндрами з прижимами. Після постановки прихоплення

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

пневмоциліндри виключають та маніпулятор переміщують в необхідне положення.

Під час виконання повздовжніх швів зварювальний апарат переміщується повз маніпулятор по рельсовим направляючим, а під час виконання поперечних швів зварювальний апарат або маніпулятор переміщуються відносно зварного шва.

Зварювання обшивки до каркасу виконується в CO_2 , для зварювання використовується зварювальний дріт марки ОК AristoRod 12.50 діаметром 1,2 мм.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

Висновки та завдання дипломного проекту

Аналіз існуючих технологій складання та зварювання та вивчення конструктивних особливостей торцевої стінки піввагона дозволяє зробити наступні висновки:

1. Торцева стінка піввагона являється корпусною конструкцією, що дозволяє застосувати механізовані способи складання та зварювання.
2. Застосовані складання та зварювання торцевої стінки піввагона можуть бути реалізовані, як з використанням засобів малої механізації, так і на потокових лініях.

Виходячи з цього, метою дипломного проекту є розробка технологічного процесу виготовлення торцевої стінки піввагона, який би забезпечив збільшення продуктивності праці, зменшення собівартості та збільшення якості продукції. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- Проаналізувати базовий технологічний процес складання й зварювання торцевої стінки піввагона.
- Визначити в якості напрямків:
 - Підвищення рівня механізації складальних операцій за рахунок впровадження механізованих установок і притискних пристосувань ;
 - Підвищення рівня механізації зварювальних операцій за рахунок впровадження замість ручного зварювання - роботизованого зварювання в CO_2 .
- Вибрати, для забезпечення високої якості зварних з'єднань, раціональні режими зварювання.
- Підібрати зварювальні матеріали й устаткування.

Рішення цих завдань дозволить забезпечити підвищення продуктивності праці, знизити трудомісткість робіт і забезпечити одержання корпусної конструкції підвищеної якості.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.01ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ							
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата								
Студент		Горон С.В.			Технологічний процес складання і зварювання				Лит		Лист	Листів
Керівник		Костін О.М.									21	
Консульт									НУК ім. Адм. Макарова			
Зав. кафедр.		Квасницький										

2. Дослідження структури та властивостей зварних з'єднань

2.1. Обґрунтування способів зварювання

До основних способів, які досить широко застосовуються у виробництві зварних конструкцій, відносять: ручне дугове зварювання (Е), механізоване та автоматизоване в CO_2 (УП), плавким електродом в інертних газах (ІП), автоматичне під флюсом (Ф), електрошлакове (Ш), газове (Г), та аргонодугове (ІН), плазмовою дугою (П).

Під час визначення способу зварювання опираємося на фактори, які мають безпосередній вплив на процес зварювання:

- хімічний склад матеріалу;
- товщина;
- положення під час зварювання;
- конфігурація з'єднання та довжина швів;
- програма випуску виробу, тип виробництва, тощо.

Під час виготовлення конструкції із сталі ВСтЗсп можна використовувати практично усі типові способи зварювання.

Розглянемо декілька можливих способів зварювання конструкції елементів торцевої стінки, після аналізу яких виникне можливість вибрати спосіб, який найбільше підходить для виготовлення даної конструкції.

Ручне зварювання покритими електродами. Під час зварювання покритими електродами коефіцієнт наплавлення, який характеризує його продуктивність, що виражається кількістю збільшення маси металу шва за рахунок надходження в нього розплавленого металу, складає $a_n = 7-14 \text{ г/А}\cdot\text{г}$ проти $a_n = 14-20 \text{ г/А}\cdot\text{г}$ у разі зварювання під флюсом і $a_n = 12-24 \text{ г/А}\cdot\text{г}$ у разі зварювання у вуглекислому газі.

Ручне зварювання покритими електродами проводиться присадними дротами діаметром 1... 10 мм, з яких частіше інших застосовуються електроди діаметром 3...6 мм на струмах 200...350 А з його щільністю 10... 18 А/мм².

У той же час більш продуктивне зварювання під флюсом проводиться в основному дротами діаметром 2... 6 мм на струмах 200... 1200 А з щільністю 35... 125 А/мм².

Підвищення швидкості плавлення металу у разі ручного зварюванні за рахунок збільшення діаметрів присадного дроту і струму в багатьох випадках є небажа-

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

ним, тому що у цьому разі порушуються нормальні співвідношення кількості розплавленого основного й електродного металів, що погіршує формування шва, утворює пропалення деталей з тонколистового прокату, утрудняє зварювання швів у вертикальному і стельовому положеннях.

Ручне зварювання відноситься до досить трудомістких способів, тому що у разі його здійснення на поверхні рідкої ванни завжди знаходиться визначений об'єм шлаку, наявність якого ускладнює одержання постійної по довжині з'єднання глибини провару основного металу й одержання гарного формування шва.

З цих причин ручне зварювання штучними електродами завжди проводиться робітниками більш високої кваліфікації. Крім того, через нестабільну глибину провару кутові шви, що зварюються цим способом, приймаються трохи з великими катетами, чим аналогічні шви, що зварюються автоматично.

Ручне зварювання штучними електродами, незважаючи на високу універсальність, маневреність і відносно низькі капітальні витрати, володіє недоліками, які у разі значних об'ємів її застосування негативно впливають на показники виробництва зварних конструкцій.

Механізовані способи зварювання суцільним і порошковим дротами в захисних газах. Вони відносяться до способів, що у даний час найбільш інтенсивно витісняють ручне зварювання штучними електродами. В основному вони проводяться в середовищі вуглекислого газу з метою поліпшення формування зовнішнього вигляду, деякого підвищення продуктивності і значного зменшення розбризкування.

Зварювання суцільним дротом виконується в сумішах $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ чи $\text{CO}_2 + \text{Ar} + \text{O}_2$.

У ряді випадків зварювання порошковим дротом виконується без вуглекислого газу самозахисними дротами. Під час виготовлення зварних конструкцій перевага віддається механізованому зварюванню в захисних газах. Воно має наступні основні переваги. Процес зварювання виконується з високим ступенем концентрації енергії дуги, що збільшує глибину провару з'єднань, що зварюються, а з урахуванням підвищених швидкостей зварювання створює відносно невелику зону структурних перетворень і викликає менші деформації конструкцій.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

У разі механізованого можна виконувати шви без перерви . Така техніка зварювання скорочує кількість зупинок, у цьому разі відпадає необхідність додаткових заварок кратерів, що з меншими трудовими витратами дозволяє одержувати з'єднання з більш високою продуктивністю і меншою витратою електродного дроту. Через відсутність на поверхні рідкої ванни розплавленого шлаку техніка формування звареного шва, особливо під час зварювання суцільним дротом, виявляється трохи простіше, ніж у разі зварювання покритими електродами.

Поряд з визначеними достоїнствами, механізовані способи зварювання суцільним і порошковим дротами володіють і деякими недоліками. До найбільш істотних з них можна віднести необхідність газового захисту рідкої ванни і зони горіння дуги від попадання в них повітря атмосфери. У порівнянні з ручним зварюванням штучними електродами, ці способи характеризуються меншою маневреністю через зв'язок зварювального пальника з механізмом напівавтомата, що подає зварювальний дріт, і меншою доступністю до стиснутих місць у зварних конструкціях.

Якщо розглядати зварювання в захисних газах суцільним дротом, що звичайно проводять на зворотної полярності дротами діаметром 1,2... 1,6 мм, то під час його виконання в чистому вуглекислому газі втрати дроту на розбризкування і чад можуть досягати 10... 12%.

Це не тільки знижує ефективність цього способу, але і погіршує формування швів, викликає додаткові трудові витрати на очищення від бризів поверхонь виробу і сопла зварювального пальника. Тому механізоване зварювання суцільним дротом роблять у сумішах $Ar + (10-20 \%) CO_2$ чи $75\% Ar + 20 \% CO_2 + 5 \% O_2$, що знижує втрати дроту на розбризкування до 2,5...5,0 %.

Існують і інші міри боротьби з розбризкуванням: застосування джерел живлення з визначеними динамічними властивостями; виконання зварювання з оптимальною швидкістю; підтримка сталості довжини дуги за рахунок стабілізації напруги джерела живлення, швидкості подачі дроту, прожарювання його за температури 200.. 250° С протягом 2 год. виконання зварювання імпульсною дугою.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

Якщо виходити з техніки зварювання, продуктивності і трудомісткості механізованих способів зварювання, то у всіх випадках доцільно їх застосовувати замість ручного зварювання штучними електродами.

У цьому разі в умовах заводського виготовлення зварних конструкцій, і зокрема в машинобудуванні, коли в основному випускаються однотипні конструкції достатньої серійності, механізовані способи зварювання можуть цілком витіснити зварювання штучними електродами. У даних умовах воно може залишитися тільки під час зварювання швів у важкодоступних місцях конструкцій, а також у разі виготовлення конструкцій зі спеціальних сталей.

У заводських умовах зварювання в захисних газах суцільним дротом є незамінним процесом під час виготовлення конструкцій з тонколистових деталей і заготовок.

Автоматичні способи зварювання плавким електродом. З цих способів найбільше широко застосовується дугове зварювання суцільним дротом під флюсом і в захисних газах.

У разі частково автоматичних способах зварювання, як мінімум, механізуються операції по подачі електродного дроту в зону зварювання його переміщенню уздовж шва, що зварюється, подачі захисного газу, флюсу (у залежності від застосовуваного способу зварювання).

В другому випадку механізуються й автоматично виконуються всі операції, що супроводжують зварюванню. Виключення може складати тільки включення вручну автомата в роботу.

Треба відзначити, що у виробництві зварних конструкцій необхідні способи і відповідне устаткування з різним рівнем механізації й автоматизації операцій, що відносяться до здійснення процесу зварювання. Ця потреба викликана різною ефективністю застосування кожного виду устаткування в конкретних умовах, не тільки конструктивними особливостями виробів, що підлягають виготовленню, але і їхньою серійністю, вимогами до них і їхньому виробництву.

Автоматичні способи зварювання електродом, що плавиться, більш продуктивні, чим зварювання покритими електродами і механізовані способи зварювання суцільним і порошковим дротами. У разі їхнього використання зварені з'єднання ма-

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

ють високу якість. Висока продуктивність автоматичних дугових способів досягається завдяки можливості їхнього виконання на підвищених режимах зварювання, і в першу чергу зварювального струму.

Забезпечення стабільності якості з'єднань під час автоматичного зварювання досягається внаслідок автоматичного виконання плавлення і формування з'єднання, що зварюється.

Розглянемо фактори, які визначають спосіб зварювання елементів торцевої стінки піввагона: перший фактор-зварювальний матеріал-сталь ВСтЗсп.

Для цього матеріалу із запропонованих способів підходять всі способи (матеріал -з гарною зварюваністю). Найбільша перевага віддається таким способам: ручне дугове зварювання (Е), механізоване та автоматизоване в CO_2 (УП), автоматичне під флюсом (Ф), Вони і залишаються для подальшого аналізу.

Другий фактор - товщина матеріалу (швелер $S=8$ мм; лист $S=3$ мм).

Для цих товщин доцільно використовувати механізоване та автоматизоване зварювання в CO_2 (УП), яке забезпечує гарну якість шву та є більш продуктивним порівняно з ручним зварюванням покритим електродом (Е).

Третій фактор (група факторів) - положення зварювання, програма випуску, конфігурація швів.

Конструкція зварюється в заводських умовах, у зручному нижньому положенні, шви - доступні, по класифікації довжин шви відносяться до коротких та довгих. Під час серійного випуску торцевої стінки піввагона із способів, що залишилися, можна виключити ручне дугове зварювання покритим електродом (Е), як найбільш непродуктивний та дорогий спосіб.

Із багатьох можливих способів зварювання для виготовлення конструкції обираємо автоматизоване зварювання в середовищі захисних газів, а саме в $\text{Ar}+\text{CO}_2$, цей спосіб є найбільш доцільним з технологічних і економічних умов для виготовлення торцевої стіни піввагону.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

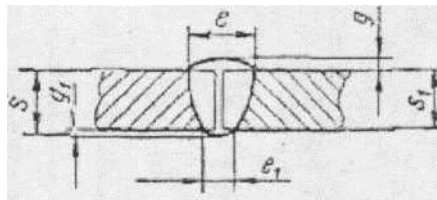
2.2 Розрахунок режимів зварювання

Зварювальний режим - це сукупність характеристик зварювального процесу, що забезпечують отримання зварного шву необхідної форми, розмірів та якості.

До зварювального режиму у разі зварювання автоматом в середовищі захисного газу відносять:

- глибину провару A ;
- діаметр електродного дроту D_d ;
- катет шву $K_{ш}$;
- зварювальний струм $Z_{зв}$;
- зварювальна напруга $C_{зв}$;
- швидкість подачі зварювального дроту $\Gamma_{под.пр}$;
- швидкість зварювання $\Gamma_{зв}$;
- витрати захисного газу $q_{зг}$.

Проводимо розрахунок режиму зварювання під час виготовлення балки. Швелер має товщину полиці - 6 мм, радіус закруглення - 9,5 град. За таких параметрів швелера з деяким приближенням може бути прийняте стандартне стикове з'єднання С4 по ГОСТ 14771-76, зварний шов - стиковий (рис. 2.1).



$s=s_1=6\text{мм}$; $b=1\pm 1\text{мм}$; $e\leq 12\text{мм}$; $c=2\pm 1\text{мм}$; $g=1,5\pm 0,5\text{мм}$;
 $g_1=1,5\pm 1,0\text{мм}$; $a=20\text{град}$. Зварне з'єднання С4, ГОСТ14771-76;
зварний шов – стиковий.

Рис 2.1. Сتيковое з'єднання

Розрахункова глибина проплавлення, мм:

$$h_p = S + 0,5 b \quad (2.1)$$

$$h_p = 6 + 0,5 \cdot 2 = 6 + 1 = 7\text{мм}$$

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

1. Діаметр електродного дроту, мм:

$$d_d = \sqrt[4]{h_p} \pm 0.05 h_p \quad (2.2)$$

$$d_d = \sqrt[4]{7} \pm 0.05 \cdot 7 = 1,65 \pm 0,35 = 1,6 \text{ мм}$$

2. Сила струму, А:

$$I_{зв} = 140 \cdot d^{1,5} \pm 35 \quad (2.3)$$

$$I_{зв} = 140 \cdot 1,6^{1,5} \pm 35 = 300 \text{ А}$$

3. Напруга зварювання на дузі, В:

$$U = 20 + \frac{0.05 \cdot I}{\sqrt{d}} = 20 + \frac{0.05 \cdot 300}{\sqrt{1.6}} = 30 \text{ В} \quad (2.4)$$

4. Швидкість зварювання $V_{зв}$:

$$V = \frac{a_n \cdot I}{3600 \cdot p \cdot F_H} \quad (2.5)$$

де a_n - коефіцієнт наплавлення, $a_n = 11,6$ г/А год; p - густина металу, $p = 7,8$ г/см³;

$$V = \frac{11,6 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,1687} = 0,735 \text{ см/с} \quad (2.6)$$

5. Швидкість подавання електродного дроту, м/год:

$$V = \frac{4 \alpha p \cdot I}{\pi \cdot d e^2 \cdot p} \quad (2.7)$$

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$ap = 3 + 0,08 \cdot \frac{I}{de} = 3 + 0,08 \cdot \frac{300}{1,6} = 18 \text{ з/А} \cdot \text{год}$$

$$V = \frac{4 \cdot 18 \cdot 300}{3,14 \cdot 1,6 \cdot 1,6 \cdot 7,8} = 343 \text{ м/год}$$

1. Величина погонної енергії зварювання q_p , Дж/см:

$$q = \frac{I \cdot U \cdot \eta}{V} = \frac{300 \cdot 30 \cdot 0,8}{0,735} = 9796 \text{ Дж/см} \quad (2.8)$$

2. Витрата CO_2 , л/хв:

$$Q = 0,03 I_{зв} + 3,5$$

$$Q = 0,03 \cdot 300 + 3,5 = 12,5 \text{ л/хв}$$

В табл. 2.1 приведені дані по режиму зварювання балки.

Таблиця 2.1. Результати розрахунків по режиму зварювання балки

Параметри режиму зварювання				
d_d , мм	I, А	$U_{зв}$, В	$V_{пп}$, м/год	$V_{зв}$, м/год
1,6	300	30	343	26,5

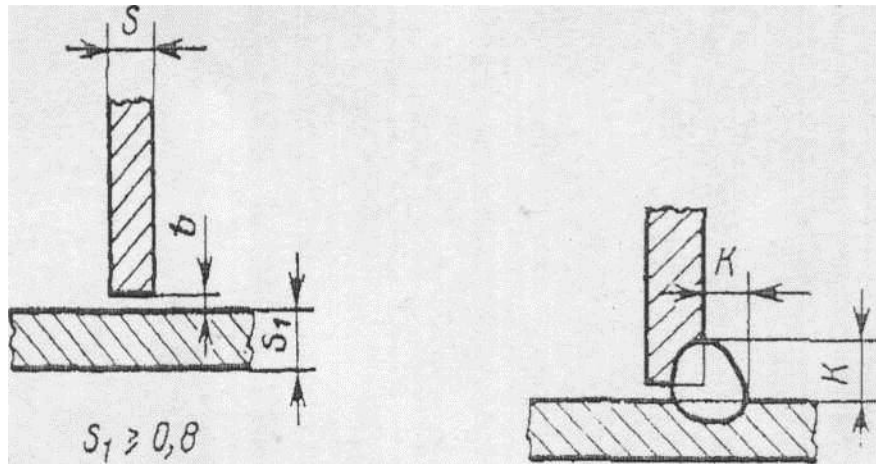
Можна прийняти розрахований режим зварювання для виконання повздовжніх швів під час зварювання балки.

Проводимо розрахунок режиму зварювання зварного шва, який з'єднує проміжну балку зі стійкою. Цей кутовий шов має довжину 140 мм за товщини металу 8 мм.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

Конструктивні умови дозволяють виконати зварний шов ТІ ГОСТ 14771-76 за умови, що зварний шов буде виконуватись зі збільшенням зазору до 2-ох міліметрів та процес зварювання буде проходити на невеликій швидкості.

Умови використання конструкції дозволяють виконувати зварний шов ТІ по ГОСТ 14771-76 (рис.2.2)



$$S=8 \text{ мм} ; S_1= 10\text{мм}; b - 0+1,5 \text{ мм}, k=6,0 \text{ мм}$$

Рис. 2.2. Таврове з'єднання ТІ із сталі ВСтЗсп.

Спосіб зварювання - УП відповідно ГОСТ 14771-76.

Товщини деталей, що з'єднуються $l=8-10\text{мм}$. Приймаємо катет шву 6мм при використуванні електродного дроту діаметром 1,2мм

Величину зварювального струму при виконанні швів таврових з'єднань визначають з необхідності одержання задовільного формування.

1. Припустима щільність струму у електродному дроті сягає $i = 180 \text{ А/мм}^2$

$$I = \frac{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 180}{4} = 203,4 \text{ А}$$

Приймаємо 205 А

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
						30
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Напруга на дузі:

$$U = 20 + \frac{0,05 \cdot 205}{\sqrt{1,2}} \pm 1 = 28 \text{ В}$$

3. Швидкість зварювання $V_{зв}$ знаходять з умови забезпечення при даному струмі $I_{зв}$ необхідної площі наплавленого металу F_H :

$$F_H = K_Y \frac{K^2}{2}, \text{ мм}^2$$

де K_Y - коефіцієнт враховуючий збільшення F_H за рахунок опуклості шва та зазору ($K_Y = 1,35$ для заданого по кресленню катета 6 мм).

$$F_{H.тр} = 1,35 \cdot \frac{6^2}{2} = 24,3 \text{ мм}^2$$

$$V = \frac{\alpha_H \cdot I}{3600 \cdot F_{H.тр} \cdot \gamma}, \text{ см/с} \quad (2.9)$$

де α_H - коефіцієнт наплавлення, $\text{г/(А} \cdot \text{год)}$, який знаходиться за формулою:

$$\alpha_H = \alpha_p \cdot (1 - \varphi) \quad (2.10)$$

де φ - коефіцієнт втрат металу на розбризкування та чад ($\varphi = 0,1 + 0,75$); α_p - коефіцієнт розплавлення дроту, $\text{г/(А} \cdot \text{год)}$, який розраховується за формулою:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{I}{d} = 3,0 + 0,08 \frac{205}{1,2} = 16,6 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

$$\alpha_H = 16,6 \cdot (1 - 0,1) = 14,9 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

Таким чином швидкість зварювання дорівнює:

$$V = \frac{14,9 \cdot 205}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,243} = 0,45 \text{ см/с}$$

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

Швидкість подачі зварвального дроту:

$$V = \frac{4 \cdot 16,6 \cdot 205}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,8} = 386 \text{ м/год}$$

Погонна енергія q_n , Дж/см:

$$q_n = \frac{205 \cdot 28 \cdot 0,8}{0,45} = 10204 \text{ Дж/см}$$

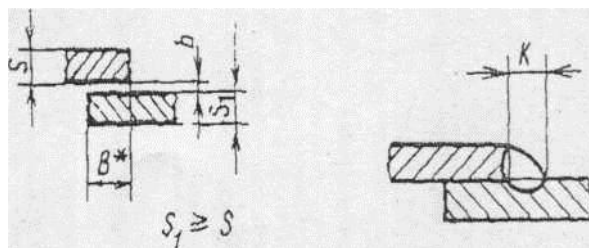
В табл. 2.2 приведені дані по режиму зварювання таврового з'єднання.

Таблиця 2.2 Режими зварювання таврового з'єднання

Тип шва	κ, мм	Режими зварювання				
		бд, мм	Ізв, А	Уд, В	V _{зв} , м/год	V _{г,а} , м/год
ТІ	6	1,2	205	28	23	386

Зварювання обшивки до каркасу виконується в CO₂, для зварювання використовується зварювальний дріт марки OKAristoRod 12.50 діаметром 1,2 мм.

Розрахунок режиму зварювання листів обшивки товщиною 4,0 мм приведенний нижче. Розглядається напускове з'єднання НІ відповідно ГОСТ 14771-76 (рис. 2.3)



$S = 3 \text{ мм} : S_1 = 8 \text{ мм}; b = 0 + 1,0 \text{ мм. } \kappa = 3,0 \text{ мм}$

Рис 2.3. З'єднання внапуск НІ по ГОСТ 14771-76

Катет зварного шва, рекомендований додатком 1 по ГОСТ 14771-76 для металу з границею плинності до 450 МПа, $K = 3 \text{ мм}$

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

У разі катета шва 5 мм під час з'єднання внапусток шва вибираємо зварювальний дріт діаметром 1,2: $d_d - 1,2$ мм. Вихідні данні для розрахунку співпадають зі з'єднанням ТІ. Тому приймаємо такі ж розраховані режими.

Режими зварювання з'єднання внапуск приведені у табл.2.3.

Таблиця 2.3. Режими зварювання з'єднання внапуск

Тип шва	k , мм	Режими зварювання				
		d_d , мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год	$V_{пд}$, м/год
Н1	3	1,2	205	28	23	386

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

2.3. Розрахунок термічного циклу

Розрахунок термічного циклу стикового з'єднання виконується за наступними вихідними даними, які наведені у табл.2.4. [4]

Таблиця 2.4. Вихідні дані для розрахунку термічного циклу стикового з'єднання без оброблення крайок

Найменування величини	Одиниця вимірювання	Дані
коефіцієнт тепловіддачі,	Дж/см ² ·с·К	0,00188
коефіцієнт теплопровідності, λ	Вт/см·К	0,4
об'ємна теплоємність, c_v	Дж/см ³ ·К	5,0
температура нагрівання, T_m	°С	1350
початкова температура виробу, T_0	°С	20
коефіцієнт температуропровідності, α	-	0,08
величина струму дуги, I	А	300
напруга дуги, U	В	30
ефективний коефіцієнт нагрівання, Π	-	0,8
ефективна теплова потужність джерела, q	Вт	10204
швидкість зварювання, V	см/с	0,735
товщина листів, δ	см	1

Для визначення відстані від джерела до розглянутої точки vo , скористаємося рівнянням вважаючи, що $T_m = T_l = 1350^\circ\text{C}$ (температура ліквідусу).

$$y^0 = \frac{0.484 \cdot q}{2 \cdot V \cdot c_v \cdot \delta \cdot T_{max}} \quad (2.11)$$

$$y_0 = \frac{0,484 \cdot 24570}{2 \cdot 1 \cdot 5,0 \cdot 0,625 \cdot (1350 - 20)}$$

Зробимо розрахунок температури в часі для стикового зварювання пластин у якій-небудь точці тіла. Результати приведені в табл. 2.5. Побудована графічна залежність представлена на рис. 2.4.

Таблиця 2.5. Нагрів та охолодження стикового з'єднання

Ча с, с	0,1	0,3	1, 0	5,0	1 0	20	30	5 0	1 0 0	2 0 0
T° C	20	20	7 3	1 1 7 2	1 3 4 0	12 01	10 58	8 6 5	6 2 4	4 2 0

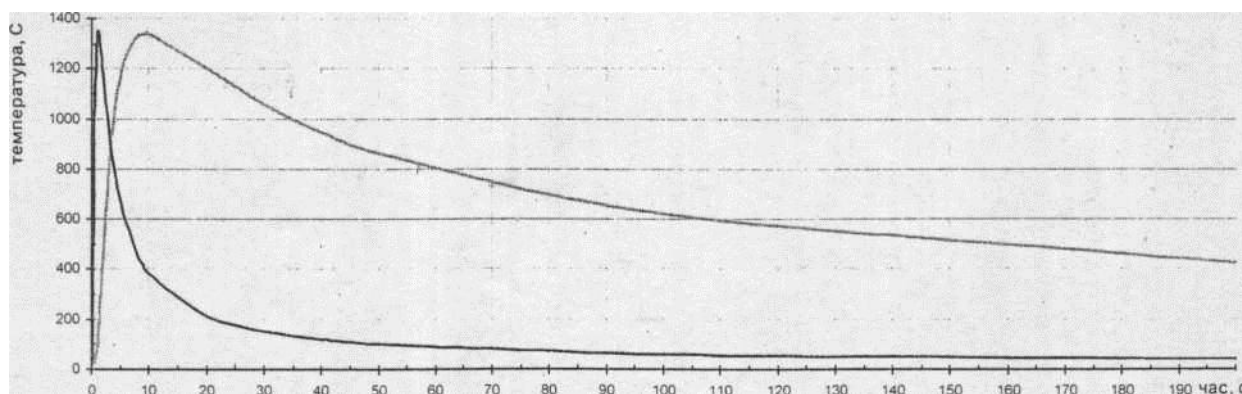
За результатами розрахунку будується зварювальний термічний цикл для ряду точок ділянки перегріву ЗТВ (рис. 2.4).

Результати Нагрів та охолодження таврового з'єднання приведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 Нагрів та охолодження таврового з'єднання

Час, с	0,1	0, 3	1,0	5,0	10	20	30	50	10 0	20 0
T°С	21	333	133 9	67 1	38 4	21 3	15 1	10 0	60	40

За результатами розрахунку будується зварювальний термічний цикл для ряду точок ділянки перегріву ЗТВ.



1 - стикове зварне з'єднання; 2 - таврове зварне з'єднання

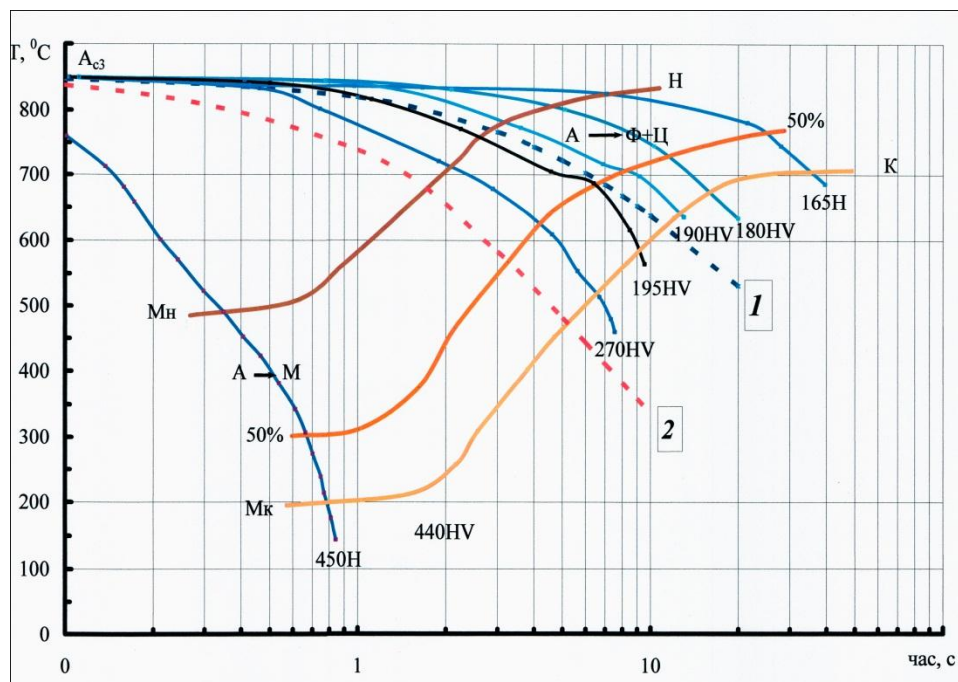
Рис. 2.4. Нагрів та охолодження зварних з'єднань

За отриманим значенням будують та переносимо криву охолодження (на діаграму термодинамічного розпаду аустеніту сталі ВСтЗсп (рис. 2.5.).

Проведені розрахунки дозволяють визначити параметри процесу зварювання, що характеризується нормальним режимом. У таких процесах зварювальний струм, основний параметр режиму не перевищує прийнятих норм. Продуктивність процесу зварювання при цьому найчастіше не відповідає вимогам сучасного виробництва.

Розробляються і знаходять застосування в деяких випадках технологічні процеси зварювання, що характеризуються режимом. Швидкість зварювання однопровідних швів на таких режимах збільшується в 1,5...2 рази в порівнянні зі зварюванням на нормальному режимі. Однак прагнення до підвищення продуктивності процесу нашкоджується на ряд серйозних перешкод.

Аналізуючи отримані результати по термічному циклі, бачимо,, що при даних режимах можливе утворення аустенітних структур при зварюванні таврового з'єднання.



1- стикове зварне з'єднання; 2 - таврове зварне з'єднання

Рис. 2.5 - Діаграма термодинамічного розпаду аустеніту у сталі ВСтЗсп

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

2.4. Механічні властивості зварних з'єднань

Міцність і надійність зварного з'єднання залежать від його форми і співвідношення механічних властивостей метала шва.

Необхідно враховувати дію наступних технологічних факторів: часткову участь основного металу у формуванні шва і його хімічний склад; тип і хімічний склад зварювальних матеріалів; метод і режим зварювання; тип з'єднання і число проходів (шарів) у зварному шві; розміри зварного з'єднання; величину пластичних деформацій розтягу в металі шва при його остиванні.

Вплив елементів, що входять до основного металу, який бере участь в утворенні шва, може бути значним і не враховувати цього впливу не можна.

Роль хімічного складу зварювальних матеріалів очевидна - підбором зварювальних матеріалів можна регулювати хімічний склад і механічні властивості метала шва в самих широких межах.

Метод зварювання визначає тип захисту, її хімічну активність, а режим зварювання змінює частку основного металу. Обсяг рідкого флюсу, що бере участь у хімічних реакціях, що природно, впливає на хімічний склад металу шва і його властивості.

Тип з'єднання і число шарів впливають на хімічний склад метала шва, тому що вони визначають часткову участь зварювальних матеріалів у формуванні шва і характер хіміко-металургійних процесів у зоні зварювання.

При зварюванні низьковуглецевих сталей звичайними методами хімічний склад металу шва, що характеризується еквівалентним змістом вуглецю $C_{\text{екв}}$, значно відрізняється від хімічного складу основного металу, що характеризується також еквівалентним ВМІСТОМ вуглецю $C_{\text{екв}}$.

Для цієї сталі $C_{\text{екв.оси.}} = 0,21-0,35\%$ і $C_{\text{екв.ш.}} = 0,20 : 0,30\%$.

Механічні властивості металу шва залежать в основному тільки від швидкості його охолодження і пластичних деформацій розтягу, що виникають у металі шва при його остиганні. Для легованих сталей необхідно більш точно враховувати хімічний склад металу шва.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

Безпосереднє визначення механічних характеристик металу шва дозволило встановити коефіцієнт впливу кожного елемента і скласти емпіричні рівняння для розрахунку очікуваних механічних характеристик металу зварених швів у наступному виді:

для тимчасового опору шва, МПа:

$$\sigma = 4.8 + 50C + 25.2Mn + 17.5Si + 23.9Cr + 7.7Ni + 8W + 70Ti + 17.6Cu + 29Al + 16.8Mo; \quad (2.12)$$

для відносного подовження шва, %:

$$\delta_{5ш} = 50.4 + (27.8C + 15Mn + 49Si + 5.8Cr + 2.4Ni + 2.2W + 6.6Ti + 6.2Cu) + 17.1Al + 2.7Mo; \quad (2.13)$$

для ударної в'язкості шва, при $T=20^{\circ}\text{C}$; Дж/м² :

$$a_{н.ш} = 23.3 - (25.7C + 6.4Mn + 8.4Si + 2.4Cr + 1.6Ni + 0.5W + 4Cu + 1.4Mo) + 18.4Al; \quad (2.14)$$

для границі плинності шва:

$$\sigma_{т.ш} = 0.75\delta_{в.ш}; \quad (2.15)$$

для відносного поперечного звуження:

$$\psi_{ш} = 2.32\delta_{ш}; \quad (2.16)$$

Для зварювання низьколегованої сталі ВСтЗсп2 автоматичним зварюванням дротом ОК AristoRod 12.50 розраховуємо механічні властивості шва.

Склад зварювального дрота OKAristoRod12.50 : $C \leq 0.14$; $Mn \leq 0.35-0.60\%$; $Cr \leq 0.12$; $Ni \leq 0.25$; $Si \leq 0.03\%$; $P \leq 0.030$; $S \leq 0.030$.

Вибираємо $C=0.12\%$; $Mn=0.45\%$; $Cr=0.12\%$; $Ni=0.2\%$; $Si=0.03\%$.

Тоді по формулі (2.12) розраховуємо $\sigma_{в}$:

$$\sigma_{в} = 4.8 + 50 \cdot 0.14 + 25.2 \cdot 1.6 + 17.5 \cdot 1.0 + 23.9 \cdot 0.2 + 7.7 \cdot 1 = 53 \text{ кгс/м.м}^2 \approx 500 \text{ МПа}$$

По формулі (2.13) розраховуємо δ_5 :

$$\delta_{5ш} = 50.4 + (27.8 \cdot 0.12 + 15 \cdot 1 + 49 \cdot 0.3 + 2.4 \cdot 1 + 5.8 \cdot 0.2) = 19.6\%$$

По формулі (2.14) визначаємо $a_{н}$:

$$a_{н} = 23.3 - (25.7 \cdot 0.12 + 6.4 \cdot 1 + 8.4 \cdot 0.3 + 2.4 \cdot 0.2 + 1.6 \cdot 1) = 10.82 \text{ кДж / м}^2$$

По формулі (2.15) визначаємо $\sigma_{т}$:

$$\sigma_{т} = 0.73 \cdot 489 \approx 360 \text{ МПа}$$

Отримане $\sigma_{т} = 360 \text{ МПа}$, що задовольняє вимогам.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

По формулі (2.16) знаходимо ψ :

$$\psi = 2,32 \cdot 19,6 = 45,3\%$$

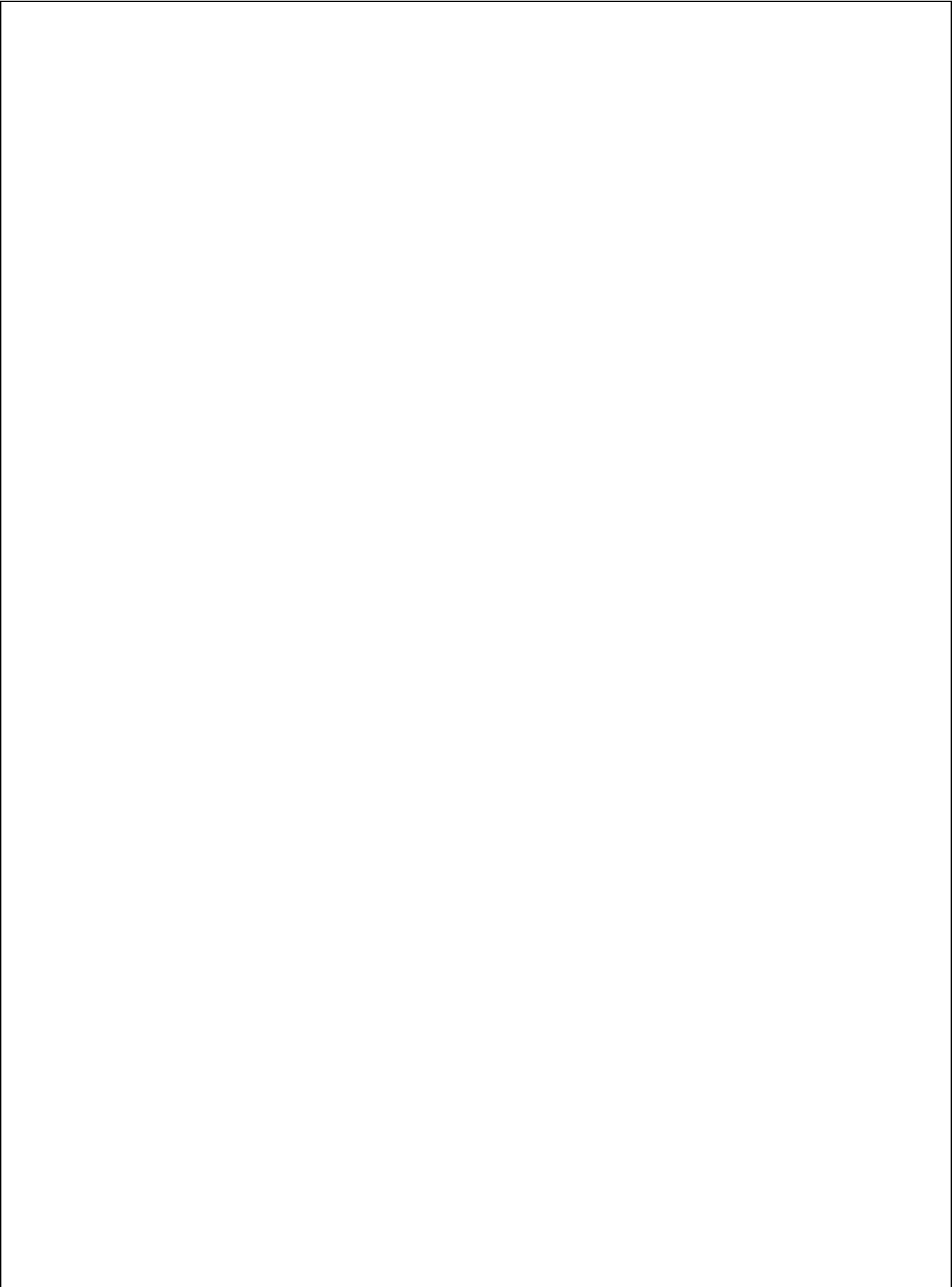
Механічні властивості зварних з'єднань сталі ВСт3сп2, виконаних дротом ОК
AristoRod 12.50 розраховані .

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

Висновки

1. Розраховано режими зварювання для стикового, таврового та з'єднання внапусток. Перед виконанням зварювання під стик прикріплюються скляні підкладки за допомогою клейкої фольги. Під час автоматичного зварювання в середовищі вуглекислого газу кінець шва довжиною 30...40 мм повинен виводитись на спеціальні технологічні планки, що приварені до швелерів, які зварюються. Під час автоматичного зварювання балки в середовищі вуглекислого газу з деяким приближенням може бути прийняте стандартне стикове з'єднання С4 по ГОСТ 14771-76, зварний шов - стиковий. Кутовий шов, який з'єднує проміжну балку зі стійкою, має довжину 140 мм за товщини металу 8 мм.
2. Конструктивні умови дозволяють виконувати тільки зварний шов ТІ по ГОСТ 14771-76 за умови, що зварний шов буде виконуватись зі збільшенням зазору до 2-ох мм та процес зварювання буде проходити на невеликій швидкості. Зварювання обшивки до рами каркаса виконується зварювальним автоматом в CO_2 , у цьому разі зменшується розбризкування, для зварювання використовується зварювальний дріт марки ОК AristoRod 12.50 діаметром 1,2 мм. Для зварювання листів обшивки товщиною 4,0мм прийняте напускове з'єднання Н1 відповідно ГОСТ 14771-76. Режим зварювання: $d_d=1,2$ мм; $I_{зв} - 205$ А, $V_{зв}=23$ м/год.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.02ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40



					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ			
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата	Технологічний процес складання і зварювання			
Студент		Горон С.В.						
Керівник		Костін О.М.						
Консульт								
Зав. кафедр.		Квасницький						
					Лит Лист Листів			
							41	
					НУК ім. Адм. Макарова			

3.1 Принципова послідовність складання та зварювання

Послідовність операцій під час виготовлення конструкції торцевої стінки півваго-
ну приведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 Послідовність складання та зварювання конструкції

№	Операція	Опис операції	Обладнання, режим
Перше робоче місце – виготовлення балок			
1	Транспортна	Подати складальні одиниці на ділянку очищення	Кран-балка
2	Слюсарна	Очистити складальні одиниці від іржі, мастила та інших забруднень	Кутова шліф-машина, молоток, зубило, щітка
3	Транспортна	Перемістити складальні одиниці на ділянку складання балок	Кран-балка
4	Складальна	1. Встановити складальні одиниці в складальний пристрій. 2. Зафіксувати складальні одиниці в складальному пристрої за допомогою притискачів. 3. Надати необхідне зусилля зворотного вигину за допомогою гідравлічного притискування. 4. Зварити швелери, починаючи з краю балки.	Складальний стенд, пневматичні притискачі, робот
5	Контрольна	Виконати ВК зварних з'єднань	Набір ВК
6	Транспортна	Перемістити деталі на друге робоче місце для складання торцевої стінки піввагона	Візковий конвеєр

Продовження табл. 3.1

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

7	Транспортна	Подати балки на дільницю очищення	Візковий конвеєр
8	Транспортна	Перемістити деталі на дільницю складання	Конвеєр
9	Складально-зварювальна, кантувальна	1. Встановити деталі на складальному стенді. 2. Притиснути деталі одна до одної за допомогою притискачів. 3. Виконати прихоплення деталей одна до одної. 4. Виконати зварювання деталей одна до одної кутовими швами, утворюючи раму каркаса торцевої стінки піввагона. 5. Зняти каркас з складального стенду. 6. Перевернути деталь. 7. Проварити стикові та кутові шви, що залишились.	Складальний стенд, пневматичні притискачі, зварювальний робот
10	Складально-зварювальна	1. Покласти листи на маніпулятор. 2. Покласти каркас на листи та притиснути за допомогою притискачів. 3. Приварити листи до каркасу по контуру. 4. Перевернути деталь. 5. Приварити листи до каркасу з протилежного боку.	Складальний стенд, пневматичні притискачі, зварювальний робот
11	Контрольна	Виконати ВК зварних з'єднань та розмірів виробу	Набір ВК, лінійка, кутник
12	Транспортна	Переместити готову торцеву стінку в цех готової продукції	Кран-балка

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

На першому робочому місці виконується складання та зварювання балок для виготовлення рами каркаса.

Балка, що зібрана із двох швелерів №14 довжиною 2930 мм, або із кутників, зварюється повздовжніми швами з утворенням балки коробчатого перерізу. Під час складання швелерів для виготовлення балки слід забезпечити симетрію та взаємний притулити їх один до одного з подальшим закріпленням прихопленням. Для цієї цілі використовують складальні кондуктори та стенди з відповідним розміщенням баз та прижимів по всій довжині балки. Прихоплювання виконують з середини балки, після встановлення прихваток знімають прижими та балку переміщують на зварювальний пристрій, де виконується закріплення та поворот балки в зручне для зварювання положення.

Прямолінійність балки забезпечують компенсацією деформацій вигину від зварювання повздовжних швів шляхом створення попереднього зворотного прогину, який забезпечують складальні пристрої, та фіксацією встановленням прихваток. Для цього гідродомкрати, які підводять до кінців балки, нажимають на низ балки та вигинають її.

На другому робочому місці виконується складання та зварювання деталей рами каркаса. Каркас торцевої стінки складають та зварюють на автоматизованій ділянці. На її першу позицію оператор подає набір балочних елементів, які входять до складу каркаса.

Кондуктор - кантователь для складання та зварювання рами каркаса напіввагона складається із поворотної рами, яка являє собою складальний кондуктор із пневмоприжимами, упорами та фіксаторами. Поворот кондуктора здійснюється двома гідродомкратами, які шарнірно закріплені на основі. Осі повороту виконані вивідними та приводяться в дію чотирма гідроциліндрами.

Після складання та прихваток виконується зварювання. Передбачену геометрію конструкції рами каркаса забезпечує система упорів, фіксаторів та пневмоприжи-

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

мів. Складальні шви виконує зварювальний робот, якій обслуговує цю лінію.

На інших позиціях проводять зварювання каркаса в середовищі CO₂. Повністю зварений каркас укладають на обшивку, після чого виконують складання та прихвачення. Потім зібрана торцева стінка захоплюється системою зажимів, які працюють від пневмомережі. Конструкція зажимів виключає його самостійне відкриття. В вихідному положенні важелі кантователь розміщені вертикально. Під час подачі зібраної стінки піввагона на кантователь останній повертається, захоплює її та укладає на приймальний стеллаж центральної лінії з поворотом на 180°. Після передачі виробу на зварювання важеля кантователь повертають в вихідне положення. Виконується автоматичне зварювання обшивки до рами каркаса зварювальним роботом в CO₂, у цьому разі зменшується розбризкування, та очищування поверхні від бризг не вимагається. На першій позиції виконуються продольні шви, якими приварюють обшивку до нижньої та верхньої обв'язок; на другій позиції - поперечні шви, які з'єднують обшивку з проміжними стійками.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

3.2. Оґрунтування вибору зварювальних матеріалів

На механічні і фізико-хімічні властивості металу шва істотно впливає його хімічний склад. Тому для одержання властивостей, що задовольняють вимогам надійності і якості конструкцій дуже важливим є правильний вибір зварювальних матеріалів.

Першою умовою при виборі зварювальних матеріалів для зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей є одержання щільних без пористих швів. Основною причиною пороутворення є насичення металу шва воднем і азотом, і уповільнення реакції окислювання вуглецю в період кристалізації зварювальної ванни.

Другою умовою при виборі зварювальних матеріалів є одержання металу шва, що має високу технологічну міцність, тобто несхильність до утворення гарячих тріщин.

Третьою умовою є одержання металу шва з необхідною експлуатаційною міцністю.

Четвертою умовою є низька вартість і наявність зварювальних матеріалів [9].

При виготовленні стінки через середню протяжність швів застосовується зварювання у середовищі захисних газів. Для того щоб одержати якісний зварний шов необхідно правильно підібрати зварювальний дріт. За хімічним складом вони повинні бути максимально близькі до основного металу, також додатково легувати шов і попереджати вигорання легуючих елементів. Для попередження утворення пір у зварних швах метал повинен містити не менш 0,2...0,4% кремнію і марганцю.

Для всіх швів застосовують автоматизоване зварювання в вуглекислому газі та ОК AristoRod 12.50 . Хімічний склад зварювального дроту приведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Хімічний склад дроту [13]

Марка	Вміст елементів %					
	C	Mn	Si	Cu	S	P
OK AristoRod 12.50	0,14	1,60	1,00	0,15	0,025	0,025

Механізоване зварювання у середовищі CO₂ має ряд переваг і дозволяє вико-

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

нати зварювання в різних просторових положеннях. Для зварювання застосовують СО₂ чистота не нижче 99,5% ГОСТ 8050-80. При зварюванні відбувається вигорання легко окисних елементів, причому з електродного дроту елементи вигорають більш інтенсивно, ніж з основного металу. Вигорання компенсується правильним підбором зварювального дроту, підвищеним змістом розкислювачів, що знижує ймовірність виникнення пор у зварному шві. Цим умовам відповідає зварювальний дріт ОК AristoRod 12.50, що поставляється за ГОСТ 224670, хімічний склад приведено у табл. 3.2.

Для встановлення прихоплень, усунення дефектів та виконання зварних швів малої протяжності використовувати дріт AristoRod 12.50, що призначені для зварювання відповідальних конструкцій з вуглецевих і низьколегованих сталей, коли до металу швів пред'являють підвищені вимоги по пластичності і ударної в'язкості.

Характеристика електродів ОК 48.00, типові механічні властивості та хімічний склад металу, наплавленого цими електродами наведено у табл. 3.3-3.5.

Таблиця 3.3. Характеристика електродів ОК 48.00 [13]

Параметр	Значення
покриття електродів	основне
коефіцієнт наплавки	9,5 г/А· год
продуктивність наплавки (для діаметра 3,0 мм)	1,3 кг/год
витрати електродів на 1 кг наплавленого металу	1,6 кг

Таблиця 3.4. Типові механічні властивості металу шва наплавленого електродами ОК 48.00 [13]

Тимчасовий опір σ_b , МПа	Границя плинності σ_T ,	Відносне подовження δ_5 , %	Ударна в'язкість a_n , Дж/см ²
540	445	29	200

Таблиця 3.5. Типовий хімічний склад металу наплавленого електродами ОК 48.00 [13]

Вміст елементів, %				
C	Mn	Si	S	P
0,06	1,15	0,50	0,015	0,020

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

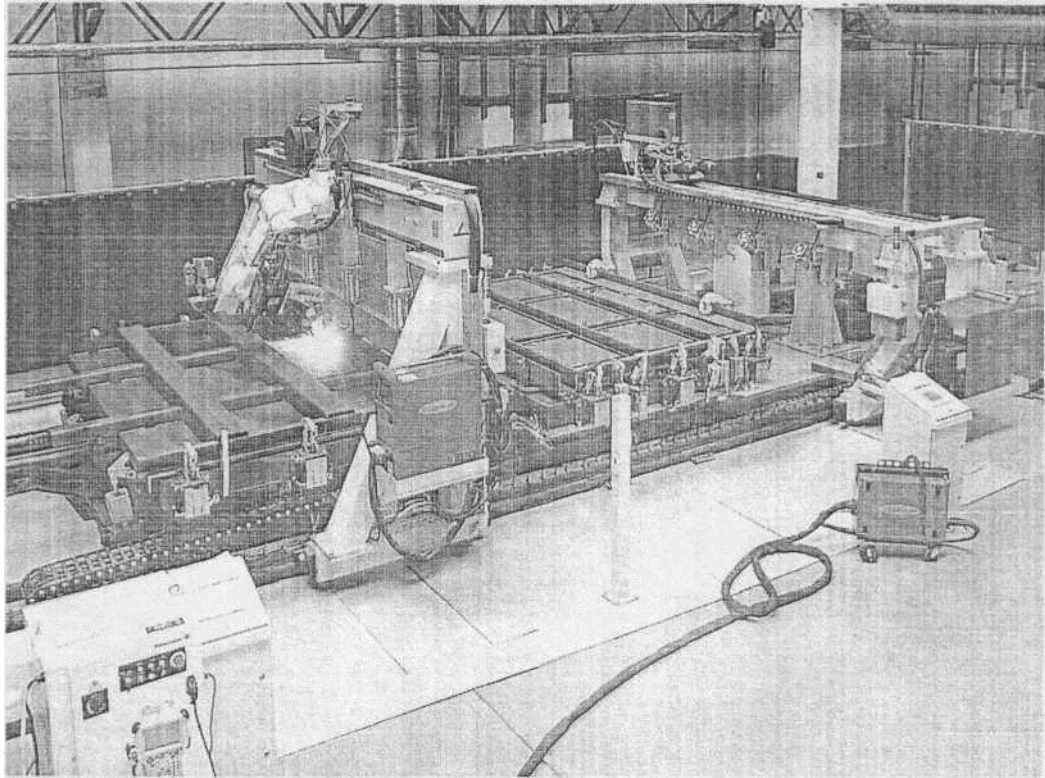
3.3 Обґрунтування вибору зварювального устаткування

Складання та зварювання рами каркаса піввагона відбувається на роботизованому комплексі складання і зварювання торцевих стін піввагона (рис 3.1). Роботизований зварювальний комплекс призначений для складання й автоматичного зварювання

стіни

торцевої

і



роботизованого дугового зварювання в нижньому положенні.

Рис.3.1 Роботизований комплекс складання і зварювання торцевих стін піввагона.

Рис.3.1

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

Всі операції, затиску і зварювання виробу відбуваються автоматично, оператору необхідно лише контролювати процес зварювання, і забезпечувати завантаження вивантаження виробу. Застосування інтелектуальної пневмоавтоматики Festo дозволяє контролювати правильність складання виробу, інформувати робочого про відступи, зводить до мінімуму людський фактор.

Після зварювання із зворотного боку, торцева стіна повертається на 180° вбудованим кантователем, і укладається на стенд зварювання в нижньому положенні, фіксується і зварюється зварювальним роботом. Технічні характеристики стенда представлені в табл. 3.6.

ТАБЛИЦЯ 3.6 Технічні характеристики роботизованого комплексу складання і зварювання торцевих стін піввагона

Габаритні розміри виробу, що збирається, мм	2930x264x2492
Маса виробу, що збирається, кг	593,5
Принцип фіксації деталей	пневматичний
Привід кантователя	електромеханічний
Потужність, кВт	3,0
Привід порталу для автоматичного зварювання обшиви з каркасом	електромеханічний
Швидкість зварювання, м / год	20 ... 60
Маршова швидкість, м / год	480
Принцип регулювання швидкості	частотний
Привід переміщення каретки	електромеханічний
Принцип стеження за швом	механічний
Тип шва	Тавровий, нахлесточний
Привід підйому-опускання зварювального падьника	пневматичний
Кількість зварювальних швів, шт	1
Тип зварювання	Дугове в CO ₂
Тип зварювального робота	Kawasaki FA06E FD40
Джерело живлення	Fronius TPS 5000-2
Тиск повітря в пневмосети, МПа	0,5... 0,6
Встановлена потужність без урахування зварювального обладнання, кВт	11,0
Габаритні розміри стенда, мм	12120x7280x3880
Маса, кг	12150

Технічні характеристики джерела живлення Fronius TPS 5000-2 представлені в табл. 3.7.

Таблица 3.7. Технічні характеристики джерела живлення Fronius TPS 5000-2

Вага	35,6kg
Габаритні розміри / висота	475 мм
Габаритні розміри / ширина	290 мм
Габаритні розміри / довжина	625 мм
Напруга холостого ходу	80 В
Макс. зварювальний струм	500 А
Зварювальний струм мінімальний	3А
Діапазон робочої напруги	14,2-39 в
Клас захисту	IP23
Запобіжник	63А/35А
Частота мережі	50-60Hz
Напруга	380 В
Зварювальний струм / тривалість включення [10хв/ 40С]	320 А / 100%
Зварювальний струм / тривалість включення [10хв / 40С]	450 А / 60%
Зварювальний струм / тривалість включення [10хв/40С]	500 А / 40%

3.4. Контроль якості під час виготовлення конструкції торцевої стінки піввагона

1. Контроль якості включає в себе перевірку якості підготовки до зварювання; перевірку вузлів на відповідність кресленням, розмірам та формі; контроль якості зварних швів.

2. Перевірка якості підготовки під час зварювання включає в себе зовнішній огляд та виміри.

3. Контроль зовнішнім оглядом конструкції, що складається до зварювання, виконується з метою перевірки:

- правильності форми деталей та зварюваних крайок;
- якості обробки зварюваних крайок та поверхонь, прилеглих до них (відсутності на них тріщин та інших дефектів);
- чистоти зварюваних крайок та поверхонь, прилеглих до них (відсутність на них забруднень, іржі, фарби, масла та ін.);
- правильність форми, розташування та кількість прихваток та інших деталей кріплення.

4. Зовнішній огляд деталей, що складаються під зварювання, потрібно виконувати по всій довжині зварюваних крайок та прилеглих до них поверхонь. Зовнішній огляд зварюваних конструкцій потрібно виконувати після закінчення складання до зварювання та повторно безпосередньо перед зварюванням.

5. Зовнішній огляд деталей, з'єднань, що складені до зварювання, виконується візуально.

6. Контроль якості складання до зварювання за допомогою вимірів виконується з метою перевірки:

- кута розробки кромки;
- глибини розробки кромки;
- розмірів притуплення кромки;
- положення величини розробки;
- величини зазору між деталями;

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

- правильності сумісності поверхонь деталей в стикових з'єднаннях;
- місце розташування та розміри прихваток, місце розташування деталей

кріплення;

7. Всі виміри виконують після контролю зовнішнім оглядом, або одночасно з ним. Виміри на деталях виконуються до складання їх в конструкцію. Контроль вимірів виконується за допомогою вимірювального інструменту та шаблонів, які забезпечують потрібну точність вимірювання та допущених до використання метрологічною службою заводу.

8. Контроль зовнішнім оглядом і вимірюванням якості складання під зварювання повинен відображатися в журналі післяопераційного контролю.

9. Конструктивні елементи підготовлених кромок повинні відповідати вимогам державних стандартів на мехнізоване зварювання в середовищі CO₂ і на автоматичне зварювання в CO₂.

Зазор стикових зварних з'єднань Б: у разі товщини деталей 5-6 мм - $b = 0 \pm 2$; у разі товщини 6-10 мм - $b = 1,5 \pm 1,0$.

10. Контроль якості зварних швів під час остаточного приймання виробу.

11. Перед зовнішнім оглядом поверхня шва і прилеглі до нього поверхні повинні бути очищені від бризок металу, шлаку, кіптяви та інших забруднень.

12. Зовнішній огляд зварних з'єднань проводиться для:

- перевірки якості зачистки зварюваних поверхонь, закінчених швів і навколошовної зони від окалини, шлаку, бризок, кіптяви;
- виявлення тріщин в шві та навколошовній зоні, прожогів, незаварених кратерів, напливів, незаповненого оброблення, зсувів і звужень шва, плям коротких замикань на основному металі, свищів, пор, раковин, підрізів, неправильності форми шва, а також шлакових, металевих, оксидних та флюсових включень на поверхні шва.

13. Зовнішній огляд швів і навколошовної зони повинен проводитися по всій довжині швів, з двох сторін. Цей огляд проводиться візуально.

14. Вимірювання зварних швів і з'єднань проводиться для перевірки:

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

- форми і висоти посилення шва;
- катета шва;
- довжини і кроку швів;
- глибини і протяжності підрізів;
- зсуви вершин стикового шва;
- величини неспівпадання поверхонь деталей в стикових з'єднаннях.

15. Контроль якості вимірюванням проводиться за допомогою вимірювального інструменту, допущених до використання метрологічною службою заводу.

16. Конструктивні елементи зварних швів і їх розміри повинні відповідати вимогам Державних Стандартів на механізоване та автоматичне зварювання в CO₂.
Параметри конструктивних елементів зварних швів наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.8. Параметри конструктивних елементів зварних швів

Товщина металу, мм	Параметр шва	Значення, мм
5-6	Ширина шва	10±2
7-8		12±2
6-9	Катет шва	14
10-14		15

17. Не допускається в зварних швах наявність окремих пор більше 0,1% мінімальної товщини зварюваних деталей, що входять в зварне з'єднання; підрізів основного металу глибиною 0,5... 1 мм завдовжки більше 15 мм і підрізів більше 1 мм будь-якої довжини.

18. Випробування на непроникність стикових швів проводиться газовою пробою. Для цього одну сторону стикового шва покривають водним розчином крейди, після висихання якої іншу сторону змочують гасом, який має властивість підійматися по капілярних трубках (трубкам малого перетину), якими в зварних покритої крейдою з'являються темні плями. Час витримки - 1 година.

19. Особливу увагу необхідно приділити кутовим швам, які з'єднують стійки каркасу з проміжними балками та обвязками, тому що ці шви є несучими та витримують найбільші навантаження.

20. Під час зовнішнього огляду застосовують оглядові лупи (марок ЛПК-470, ЛПК-471) і біноклярні налобні лупи (БЛ-1, БЛ-2) зі збільшенням до 2 х. Для по-

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

шуку й оцінки дефектів використовують складні кишенькові лупи (ЛП-1, ЛАЗ, ЛАП4) зі збільшенням 2,5-7х і 7-20х, а також телескопічні лупи (ЛПШ-479, ТЛА)

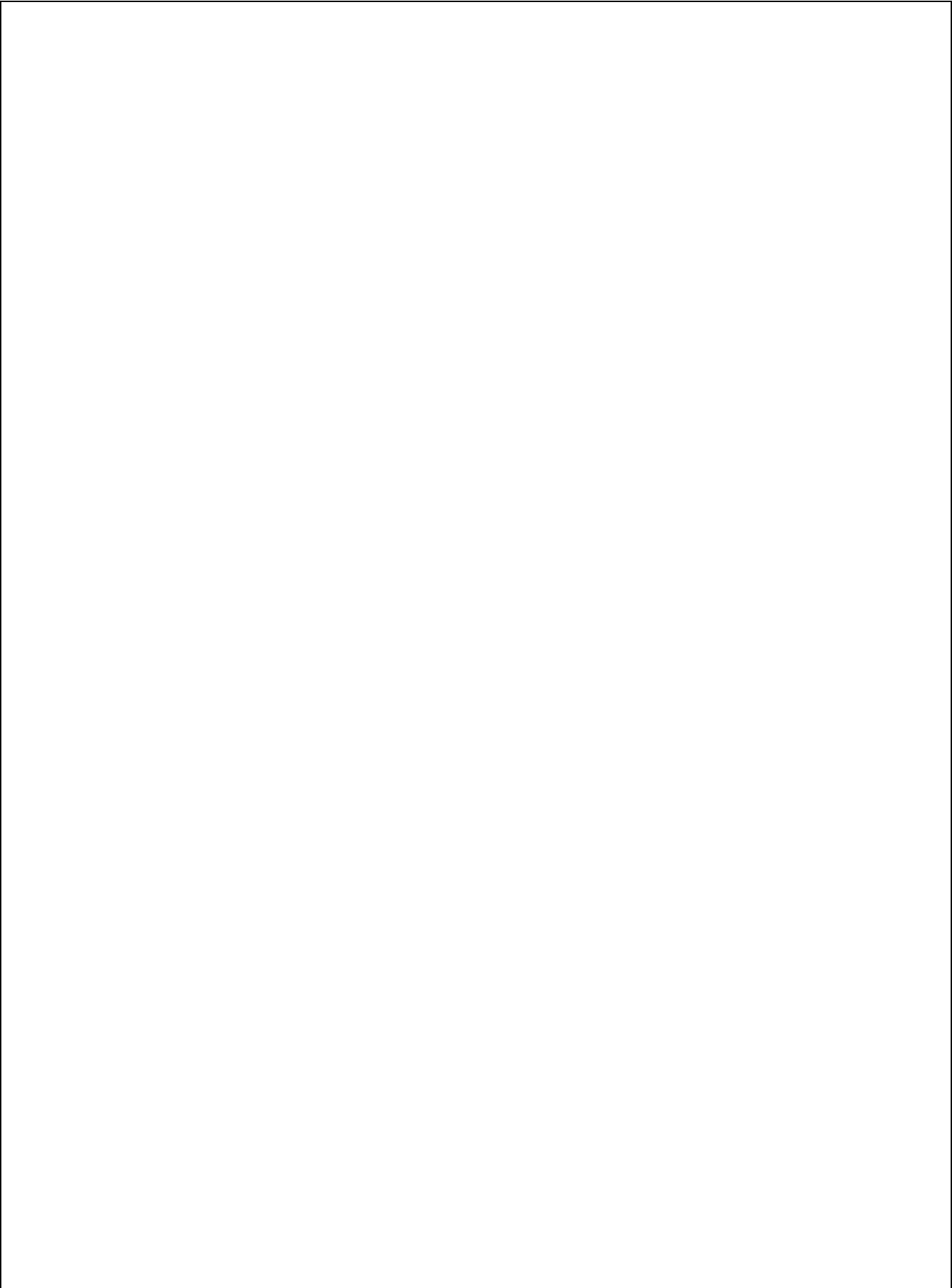
					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

Висновки

В якості зварювального матеріалу для виготовлення конструкції обрано зварювальний дріт ОК AristoRod 12.50 . Зварювання у середовище захисного газу виконують на роботі Kawasaki FA06E FD40, яке комплектується джерелом живлення Fronius TPS 5000-2.

Вибране технологічне обладнання та технологічне оснащення забезпечує реалізацію модернізованого технологічного процесу складання та зварювання елементів конструкції та всієї конструкції торцевої стінки піввагона.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.03ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56



					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ							
Ізм	Лист	№ документа	Підпис	Дата								
Студент		Горон С.В.			Охорона праці				Лит		Лист	Листів
Керівник		Костін О.М.									57	
Консульт									НУК ім. Адм. Макарова			
Зав. кафедр.		Квасницький										

4.1. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів

В даний час зварювання - найскладніший технологічний процес. До числа основних фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться машини, що рухаються, і механізми, рухливі частини виробничого устаткування, переміщувані вироби і заготовки. Застосування рухливого устаткування викликає необхідність забезпечення безпеки експлуатації цих пристроїв, вимагає огороження всіх доступних, які рухаються або обертаються, частин механізмів, застосування блокуючих пристроїв, для виключення можливого проникнення людини в небезпечну зону, сигнальних пристроїв, до яких відносяться покажчики, фарбування відповідними умовними знаками і кольорами. Також необхідно забезпечити міцність механізмів, допоміжних і вантажозахоплюючих пристосувань. Крани не рідше одного разу в рік підлягають технічному огляду. На організм людини шкідливо впливає шум, джерелами якого можуть бути роботи, які виконуються електричними, ручними інструментами, вентиляційними установками.

Виробничий шум впливає на здоров'я людини, а зокрема, на нервову систему. Нормовані параметри шуму визначені ГОСТом 12.1003-83. Працюючих у зоні складально-зварювальної ділянки з рівнем шуму більш 80дБ необхідно забезпечувати засобами індивідуального захисту.

Наступним видом виробничих небезпечних факторів є електричний струм, вплив якого проявляється внаслідок використання електричних машин і установок. Основними параметрами захисту від поразки струмом, відповідно до ГОСТ 12.1.030-81 є: електрозахисний поділ мережі; забезпечення неприступності струмоведучих частин для попередження випадкового проникнення; усунення небезпеки з появою напруги на корпусах, кожухах і т.д.; застосування ізоляції; захисне заземлення; застосування засобів індивідуального захисту.

Більшу частину трудомісткості виготовлення стінки складають зварювальні роботи. Секція вариться автоматичним зварюванням в середовищі захисних газів. Недотримання техніки безпеки при

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

зварюванні електродами, що плавиться, може призвести до поразки електричним струмом і випромінюванням дуги, до опіків розплавленим металом.

При роботі в середовищі захисних газів слід зазначити, що основним газом є CO₂, а його щільність у 1,5 рази більше щільності повітря і він може накопичуватися нижніх частинах приміщення (див. табл. 4.1). При збільшенні концентрації CO₂ у зварника може виникнути кисневе голодування, що може привести до летального результату. При роботах у збирально-зварювальних цехах газ повинний знаходитися в балонах під високим тиском.

Таблиця 4.1. Сумарне виділення шкідливих речовин при зварюванні, г/кг

Вид зварювання	Найменування і марка зварювального	Пил	Гази	
		Mn	CO	H ₂
Зварювання в CO ₂	Дріт- ОК AristoRod 12.50	0.5	14	-

У зв'язку з виділенням при зварюванні в середовищі захисних газів значної кількості пилу і газів необхідно обладнати зварювальний цех місцевою і загально-обмінною приточною витяжною вентиляцією, бажано зі спрямованим потоком свіжого повітря. При зварюванні в середовищі захисних газів на основі CO₂ витяжні відсоси загально-обмінної вентиляції необхідно встановлювати в самих нижніх точках приміщення.

Освітлення також має велике значення в охороні праці. Достатнє освітлення забезпечує гарну видимість і створює сприятливі умови для роботи. Великий вплив на продуктивність праці робить також кольорова гама робочого місця (фарбування приміщень і устаткування). Фахівцями доведено, що правильно обрана освітленість і кольорова гама може підвищити продуктивність деяких робіт на 15-20 %.

Нормативним документом про штучне освітлення є СНиП 11-4-79 «Природне і Штучне освітлення». Для ділянки збирально-зварювального цеху ці норми встановлюють рівень освітлення газорозрядними лампами - 300 люкс.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

4.2. Розрахунок місцевої вентиляції складально-зварювального цеху

Для виконання зварних таврових з'єднань у середовищі захисних газів на робочому місці необхідне застосування місцевої вентиляції.

Переріз повітеприймного пристрою має форму кола:

$$d_0 = 0,3 \text{ м.}$$

Діаметр повітроводу визначимо за формулою:

$$d = \frac{F}{\pi d_0}$$

$$F = \frac{\pi d^2}{4}$$

Підставимо значення у формулу й одержимо:

$$d = \frac{3,14(0,3)^2}{4} * \frac{1}{2 * 3,14 \frac{0,3}{2}} = 0,075 \text{ м.}$$

Швидкість руху повітря у повітроприймачі дорівнює:

$$V_B = \frac{V_T I^2}{k d^2}$$

де V_T - швидкість виділення шкідливих речовин у якій-небудь точці або перетині, м/с;

l - відстань точки, що обмежує швидкість руху потоку, від вхідного перерізу повітроприймача, м;

d - гідравлічний діаметр повітроприймача, м.

$$V_T = 0,5 \text{ м/с;}$$

$$l = 0,09 \text{ м.}$$

$$V_B = \frac{0,3 * 0,09^2}{0,07 * 0,075^2} = 6 \text{ м/с.}$$

Кількість повітря, необхідне для видалення шкідливих речовин одним пилогазоприймачем дорівнює:

$$Q_H = V_B S_B * 3600,$$

де S_B - швидкість вхідного перерізу пилогазоприймача;

V_B - швидкість руху у повітроприймачі.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$Q_H = 95 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Загальна кількість повітря, необхідна для місцевої вентиляції:

$$Q_M = n * Q_H,$$

де Q_H - кількість повітря для видалення шкідливих речовин від одного джерела, $\text{м}^3/\text{год.}$;

n - кількість джерел, що виділяють шкідливу речовину.

$$Q_M = 7 * 95 = 665 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Схема місцевої вентиляції приведена на рис.4.1.

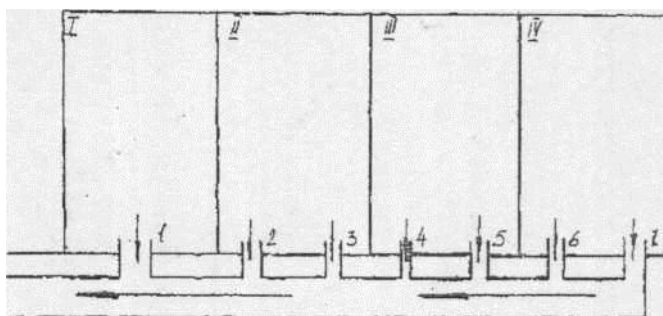


Рис. 4.1. Схема місцевої вентиляції

Діаметр на ділянці 1-2 визначається:

де Q_{1-2} - кількість повітря, що проходить через ділянку 1-2, $\text{м}^3/\text{год.}$;

V_B - швидкість руху повітря у повітроводі, $\text{м}/\text{год.}$

Втрати натертя на ділянці 1-2 визначаються:

$$H_{тр} = \frac{p \lambda L V_B^2}{2d}$$

де $\lambda = 0,03$ - коефіцієнт гідравлічних втрат;

L - довжина прямолінійної ділянки, м.

$$L_{1-2} = 8 \text{ м.}$$

$$L_{2-3} = 3 \text{ м.}$$

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

Звідси одержимо:

$$H_{\text{тр}} = \frac{1,226 \cdot 0,03 \cdot 8 \cdot 6^2}{2 \cdot 0,2} = 26,5 \text{ кгс/м}^2 = 265 \text{ Па}$$

Місцеві втрати на цій ділянці рівні:

$$H_{\text{м}} = \frac{\xi V_{\text{в}}^2}{2}$$

Де $\xi = 1,2$ — коефіцієнт місцевого опору;

$\rho = 1,226 \text{ кг/м}^3$ - щільність повітря.

$$H_{\text{м}} = \frac{0,03 \cdot 1,226 \cdot 6^2 \cdot 3}{2} = 265 \text{ Па.}$$

Для прямолінійної ділянки 2- 3 утрати на тертя:

Аналогічно визначимо втрати напору на всіх інших ділянках, отримані втрати проеумуємо:

$$\Sigma = 109,5 \text{ кгс/м}^2 = 1095 \text{ Па.}$$

Вибираємо вентилятор ВНИИСТО серії ЗВР № 2, його дані:

$$Q = 1000 \text{ м}^3/\text{год}, N = 1 \text{ кВт}, H = 92 \text{ кг/м}^2, \rho = 0,55.$$

Коефіцієнт R у вентиляторній мережі дорівнює:

$$R = \Sigma H / Q^2,$$

де ΣH - сума втрат у системі;

Q - кількість повітря, необхідне для місцевої вентиляції.

Для очищення повітря приймаємо «Циклон» НІОГаз продуктивністю $1000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Утрати напору в «Циклоні» складають 6 кг/м^2 , тоді втрати в системі дорівнюють:

$$\Sigma H = 268,5 + 6 = 274,5 \text{ Па.}$$

$$R = 274,5 / 665^2 = 6,2 \cdot 10^{-4}.$$

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

4.3. Основні джерела шуму і захист від них

У сучасних умовах людина на виробництві піддається постійному впливу шуму. Найбільш значний по інтенсивності шум, 115- 125 дБ, виникає при пневматичному рубанні і зачищенні зварних швів корпусних деталей і конструкцій. При роботах у замкнутих суднових відсіках рівень шуму підвищується до 125- 130 дБ. Трохи менше рівень шуму при роботі пневматичних записних машин, до 105 дБ, однак, у корпусних цехах при обробці відносно тонких листових конструкцій виникає структурний непостійний шум, що досягає на робочих місцях 110- 120 дБ. Двигуни внутрішнього згоряння, широко використовувані на судах, вироблений у приміщення шум, що складається із шумів механічного й аеродинамічного походження. Рівні звукового тиску при роботі дизеля, вимірювані на відстані 1 м від його контуру, складають 85- 100 дБ, але деякі рівні шуму випуску в деяких типів двигунів досягають 120- 130 дБ.

Необхідно вживати серйозні міри захисту працівників від шкідливого впливу шуму. Ці міри включають розробку шумобезпечної техніки і технологічних процесів, що виключають чи обмежують операції, застосування засобів і методів колективного й індивідуального захисту працюючих.

Велике значення для зменшення шкідливого впливу шуму на працівників має розробка раціональних технологічних процесів, наприклад, електрозварювання, пресування або кліпання деталей замість пневматичної клепки, газове чи верстатне стругання крайок замість пневматичного рубання.

Засоби колективного захисту знижують шум на шляху його поширення від джерела до захищаного об'єкта (людини) і в залежності від середовища підрозділяються на засоби, що зменшують передачу повітряного чи структурного шуму. За способом реалізації розрізняють засоби звукоізоляції, звукопоглинання, демпфформування і глушители шуму.

Основним способом захисту від шуму для робочих є використання засобів індивідуального захисту органів слуху. Це протишумові навушники, що закривають вушну раковину зовні; вкладиші, що перекривають зовнішній слуховий прохід чи прилягають до нього; протишумові шоломи і маски, а також протишумові костюми.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

4.4. Заходи щодо усунення шкідливих факторів на виробництві

Отруєння при зварюванні в захисних газах виникають внаслідок витиснення ним кисню, вміст кисню у повітрі робочого приміщення зварника стане менше 19% (по об'єму). Таке отруєння може стати при роботі в замкнених, погано провітрюваних приміщеннях. При цьому необхідно враховувати, що захисний газ може проникати в робоче приміщення не тільки із пальника, але і з комунікацій з газом, захисних пристроїв. Тому, у приміщенні для зварювання повинна бути передбачена місцева вентиляція. Також можна використати маски з подачею повітря.

Активний газ CO₂, виконуючи захисні функції металу шва, у той же час є окиснювачем і сприяє виникненню зварювальних аерозолей за рахунок, як випаровування, так і окиснення основного і електродного металів. Тому зварювання в CO₂ характеризується високим рівнем виділення зварювальних аерозолей, а також газових компонентів CO, NO, NO₂. Через це на участку зварювання в середовищі захисних газів необхідна витяжна вентиляція. Для місцевої вентиляції при зварюванні в середовищі захисних газів вимагаються технологічні вимоги по відношенню до обмеження рухливості повітря в зоні дуги. Тому, при розрахунку вентиляційних систем потрібно виходити з того, що швидкість повітря в зоні зварювання повинна бути не більше 0,3 м/с.

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°C.

Для попередження ураження робітників електричним струмом, усе устаткування, що знаходиться під напругою повинно бути заземлено або занулено та позначено попереджувальними знаками «обережно висока напруга».

При роботі з деталями при складанні-зварюванні виробів недопускається працювати без захисного одягу, взуття та рукавиць. У разі роботи по зачищенню зварних швів робітник повинен працювати у распіраторі і захистній масці, що протидіє попаданню частинок у очі та дихальну систему робітника.

Електрозварювальники та газорізальники повинні працювати у захисних масках або окулярах з світофільтром необхідного рівня, який попереджає ураження очей робітника випромінюванням.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

При наявності в робочій зоні шуму, що перевищує допустимі норми, усі працюючі повинні працювати у шумозахисних навушниках або берушах.

Для попередження травмування працівників падаючими або переміщуючими краном деталями, усі працівники на виробництві повинні знаходитись у захисних касках та спеціальному протиударному взутті.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

Висновки:

Розрахункова система місцевої вентиляції дозволить здійснити захист зварників у процесі роботи від впливу шкідливих речовин, що виділяються при зварюванні, також підібрано необхідний вентилятор для системи вентиляції. Визначили основні джерела шуму і виявили способи захисту від шуму для робітників.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.04ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.05ПЗ			
Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата	Разрачунок собівартості зварювальних робіт			
Студент		Горон С.В.						
Керівник		Костін О.М.						
Консульт								
Зав. кафедр.		Квасницький						
					Лит Лист Листів			
							67	
					НУК ім. Адм. Макарова			

5.1. Розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску

У даному розділі дипломного проекту виконується розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску торцової стінки вантажного вагона.

Розрахунок виконується для річного випуску у кількості 5000 шт.

Вихідні данні розрахунку:

1. Річний об'єм продукції, шт.	5000
2. Ціна дроту, грн. за кг	45
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.	8,0
6. Витрати електроенергії на 1 м.п. с.д. кВт/г	3,7
7. Ціна 1 кВт/г, грн.	1,76
8. Трудомісткість на Ім.п. н/а н.-г.	0,23
9. Розряд робіт	4
10. Часова тарифна ставка, грн.	78
11. Рівень додаткових витрат, %	16
12. Норма амортизації, %	15
13. Норма витрат на поточний ремонт обладнання, %	5
14. Вартість зварювального обладнання, грн.	2500000

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.05ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

Розрахунок на електроенергію наведений в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 Витрати на електроенергію

Найменування	Е.О. виміри	Розхід на річну програму	Річна програма в п.м.	Розхід на 1 п.м.	Ціна 1 кВт/г, грн.	Витрати на електроенергію, грн.
Електроенергія	кВт/г. —	1850000	500000	3,7	1,76	3256000

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.
Роботизоване зварювання	Грн.	Існуючий варіант		78	8970000
		500000	115000		

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	500000	45	225000	10125000
СО ₂	л	1,85	500000	8,0	925000	7400000
Всього						17525000

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.
8970000	16%	1435200

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.
10405200	1,5 %	156078
10405200	18,0%	1872936
	Всього	2029014

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 робот	2500000	15	375000

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 робот	2500000	5	125000

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.
8970000	20	1794000

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.
8970000	18	1614600

Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні торцевої стінки приведено у таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні торцевої стінки

	Показники	Одиниці вимірювання	Зміна витрат, грн.
1	Витрати на матеріали	грн.	17525000
2	Витрати на електроенергію	грн.	3256000
3	Витрати на 03П	грн.	8970000
4	Витрати на ДЗП	грн.	1435200
5	Відрахування від ЗП	грн.	2029014
6	Витрати на поточний ремонт	грн.	125000
7	Амортизаційні відрахування	грн.	375000
8	Цехові накладні витрати	грн.	1794000
9	Загальнозаводські накладні витрати	грн.	1614600
10	Загальна собівартість зварювальних робіт	грн.	37123814

Висновки:

Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску торцевої стінки вантажного вагона.

Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 5000 шт. складає 37123814 грн. (7424,7628 грн 1 стінка.)

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.05ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.ПЗ			
Ізм	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Загальні висновки			
Студент		Горон С.В.						
Керівник		Костін О.М.						
Консульт								
Зав. кафедр.		Квасницький						
					Лит Лист Листів			
					74			
					НУК ім. Адм. Макарова			

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Торцева стінка піввагона — зварна конструкція, що працює в важких умовах рухомих навантажень, тому матеріал для виготовлення стінки відповідно ГОСТ 27772 - 88 відноситься до 1 групи сталей для зварних конструкцій, що працюють в особливо важких умовах та піддаються безпосередньо дії динамічних, вібраційних та рухомих навантажень, тому рекомендується сталь ВСтЗсп.

2. Технологія виготовлення торцевої стінки піввагона складається з технологічного процесу складання та зварювання рами каркаса та технологічного процесу складання та зварювання плоских листових елементів, що з'єднуються в жорстку просторову конструкцію, яка здатна приймати вібраційні та динамічні навантаження.

3. Конструкція рами каркаса піввагона являє собою систему жорстко з'єднаних балок. Загальному складанню рами передують складання та зварювання цих балок. Прямолінійність балки забезпечують компенсацією деформацій вигину від зварювання повздовжніх швів шляхом створення попереднього зворотного прогину, який забезпечують складальні пристрої, та фіксацією встановленням прихваток. Поперечні балки також складають до загального складання всієї рами.

4. На першому робочому місці виконується складання та зварювання балок для виготовлення рами каркаса. Балка, що зібрана із двох швелерів №14 довжиною 2930 мм, або із кутників, зварюється повздовжніми швами з утворенням балки коробчатого перерізу.

5. На другому робочому місці виконується складання та зварювання деталей рами каркаса. Каркас торцевої стінки складають та зварюють на автоматизованій дільниці. На її першу позицію оператор подає набір балочних елементів, які входять до складу каркаса. Кондуктор - кантователь для складання та зварювання рами каркаса напіввагона складається із поворотної рами, яка являє собою складальний кондуктор із пневмоприжимами, упорами та фіксаторами. Поворот кондуктора здійснюється двома

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

гідродомкратами, які шарнірно закріплені на основі. Осі повороту виконані вивідними та приводяться в дію чотирма гідроциліндрами. Після складання та прихваток виконується зварювання. Передбачену геометрію конструкції рами каркаса забезпечує система упорів, фіксаторів та пневмоприжимів. Складальні шви виконують два зварювальних робота, які обслуговують цю лінію.

6. Повністю зварений каркас укладають на обшивку, після чого виконують складання. Потім зібрана торцева стінка захоплюється системою зажимів, які працюють від пневмомережі. Конструкція зажимів виключає його самостійне відкриття. В вихідному положенні ричаги кантователя розміщені вертикально. Під час подачі зібраної стінки піввагона на кантователь останній повертається, захоплює її та укладає на приймальний стеллаж центральної лінії з поворотом на 180°. Після передачі виробу на зварювання ричаги кантователя повертаються в вихідне положення. Виконується автоматичне зварювання обшивки до рами каркаса зварювальним роботом в CO₂, у цьому разі зменшується розбризкування, та очищення поверхні від брызг не вимагається. На першій позиції виконуються продольні шви, якими приварюють обшивку до нижньої та верхньої обв'язок; на другій позиції - поперечні шви, які з'єднують обшивку з проміжними стійками.

11. В якості зварювального матеріалу для виготовлення конструкції обрано зварювальний дріт OKAristoRod 12.50. Зварювання у середовищі захисного газу виконують зварювальним роботом Kawasaki FA06E FD40. Комплектується джерелом живлення Fronius 'FPS 5000-2.

12. Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні зварних торцевих стінок піввагона.

13. Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 5000 шт. складає 37123814 грн.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

ЛІТЕРАТУРА:

1. **Бугаєнко Б.В., Сагань В.Я.** Технологічні процеси зварювального виробництва: Методичні вказівки до виконання курсового проекту. - Миколаїв: НУК, 2010.- 53 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. **Драган, С.В.** Джерела живлення для зварювання плавленням: навчальний посібник [Текст] / С.В. Драган - Миколаїв: УДМТУ, 2002. - 320 с.
4. **Єрмолаєв, Г.В.** Міцність зварних з'єднань: підручник. [Текст] / Г.В. Єрмолаєв. - Миколаїв: НУК, 2007. - 220 с.
5. **Костін, О.М.** Зварювальні матеріали: навчальний посібник [Текст] / О.М. Костін. - Миколаїв: НУК, 2004. - 225 с.
6. **Кривов, Г.О.** Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів [Текст] / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. - К.: КВІЦ, 2012.- 896 с.
7. **Куркин, С.А.** Технология. Механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас: учеб, пособие для студентов машиностроительных вузов [Текст] / С. А. Куркин, В. М. Ховов, А. М. Рыбачук. - М.: Машиностроение, 1989. -328 с.
8. **Лебедев, В.К.** Автоматизация сварочных процессов [Текст] /. Под ред. В.К. Лебедева, В.П. Черныша. - К.: Вища школа, Головное изд-во - 1986.-296 с.
9. **Лебедев, Ю.М.** Розрахунки теплових процесів при зварюванні: методичні вказівки до виконання курсової роботи. [Текст] / Ю.М. Лебедев, В.Ф. Лебедева, С.А. Лой. - Миколаїв: НУК, 2007 - 64 с.
10. 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.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

11. **Расчеты в дипломных проектах по технологии и оборудованию сварочного производства: учебное пособие [Текст] / Под ред. В.Ф. Квасницкого. - Николаев: НКИ, 1991. - 89 с.**
12. **Шоршоров М.Х.** Фазовые превращения и изменение свойств стали при сварке: атлас [Текст] / М.Х. Шоршоров, В.В. Белов - М.: Наука, 1972. - 220 с.
- 13.**Щедролосев О.В.** Методичні рекомендації до виконання розділу “Охорона праці” у бакалаврських випускних роботах (проектах) [Текст] / О.В. Щедролосев, ГВ. Додонова, А.М. Мозговий, В.В. Савельев. - Миколаїв: НУК, 2012.-28 с.

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		78

--	--	--	--	--	--	--	--	--

					ДП.6.131.2127СТ.05.05.ПЗ			
Ізм	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Студент		Горон С.В.						
Керівник		Костін О.М.						
Консульт								
Зав. кафедр.		Квасницький						
						Лит	Лист	Листів
							81	
						НУК ім. Адм. Макарова		