

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Вдосконалення технології виготовлення вузлів
направляючого візка мостового крана та дослідження
зварних з'єднань»**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МПм-61

спеціальності (напряму підготовки) _____

131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

_____ **Козак І.М.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ **Мариненко С.Ю.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ **Дячун А.Є.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ **Тесля В.О.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра Інжинірингу машинобудівних технологій
Освітній ступінь магістр
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Окіпний І.Б.

« ____ » _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Козаку Іллі Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Вдосконалення технології виготовлення вузлів
направляючого візка мостового крана та дослідження зварних з'єднань

Керівник кваліфікаційної роботи Мариненко Сергій Юрійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 2023 року № ____

2. Термін подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *креслення виробу; технічні умови на виготовлення; річна програма випуску; базовий технологічний процес виготовлення виробу*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Аналітична частина. Дослідницька частина. Технологічна частина. Конструкторська частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки.
Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Кондуктор для складання і зварювання рами - 2 аркуші формату А1

Пристосування для складання і зварювання рами - 1 аркуш формату А1.

Двостійковий кантувач - 2 аркуші формату А1.

Технологічний процес виготовлення рами візка вантажопідйомного крана - 1 аркуш формату А1.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Ткаченко І.Г., к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ		
2	Аналітична частина		
3	Дослідницька частина		
4	Технологічна частина		
5	Конструкторська частина		
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
7	Екологія		
8	Висновки		
9	Графічна частина		
10			
11			

Студент _____
(підпис)

Козак І.М. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Мариненко С.Ю. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему «Вдосконалення технології виготовлення вузлів направляючого візка мостового крана та дослідження зварних з'єднань» складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом аркушів формату ___А4 і графічної частини об'ємом 10 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із наступних частин: аналітична, дослідницька, технологічна, конструкторська, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Мета роботи – вдосконалення технології виготовлення рами візка вантажопідйомного, вибір оптимального зварювального обладнання та пристосувань, проведення розрахунку основних техніко-економічних показників, запропоновано заходи з охорони праці, проведення дослідження властивостей зварних з'єднань.

З метою вдосконалення технологічного процесу виготовлення вузлів рами візка мостового крана запропоновано наступні зміни: ручне дугове зварювання на напівавтоматичне зварювання в середовищі суміші газів $CO + O_2$, вибрано нове зварювальне обладнання, замінено гвинтові притискачі на пневматичні, що дозволить значно підвищити продуктивність праці, якість зварного з'єднання і конструкції.

В науковій частині розглянуто вплив мікро- легування на структуру та властивості металу пришовної зони.

Ключові слова: зварювання, зварний шов, напівавтомат, захисний газ, пристосування.

ЗМІСТ

с.

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	6
1.1 Призначення виробу	6
1.2 Характеристика матеріалу виробу.....	8
1.3 Технічні умови на виготовлення виробу	10
1.4 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення зварного виробу.	13
2 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	15
2.1 Вплив легуючих та мікролеуючих елементів на якість зварювання.....	15
2.2 Прведення розрахунку термічних циклів із визначення витраченого часу на охолодження при зварювальних роботах.....	27
2.3 Проведення досліджень фазових перетворень аустеніту в кінетиці для металу БШЗ.....	29
2.4 Вплив карбідів на розмір зерна аустеніту та мікроструктурних складових в результаті зварювального впливу на метал.....	30
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	32
3.1 Вибір і обґрунтування способу зварювання.....	32
3.2 Оптимізація та обґрунтування параметрів режиму зварювання кутових і стикових швів.....	33
3.3 Вибір зварювальних матеріалів.....	34
3.4 Вибір зварювального обладнання.....	36
3.5 Вибір методу контролю якості.....	40
3.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення виробу.....	40
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	47
4.1 Вибір типу пристосувань.....	47
4.2 Обґрунтування вибору баз.....	48
4.3 Вибір типу упорів.....	53
4.4 Вибір типу затискних елементів.....	54
4.5 Опис базової системи змішування газів.....	54

|

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	57
5.1 Заходи що забезпечують безпечні умови праці при зварювання в захисних газах.....	57
5.2 Протипожежні заходи в спроектованій ділянці.....	60
5.3 Стійкість роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях.....	61
<i>ВИСНОВКИ</i>	64
<i>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</i>	65
<i>ДОДАТКИ</i>	67

ВСТУП

Одна з провідних ролей в розвитку зварювального виробництва та підвищенні його ефективної продуктивності належить механізованому та автоматичному дуговому зварюванню в захисних газах.

На сьогодні зварювання у вуглекислому захисному газі плавким дротом суцільного перерізу, впевнено вийшло на чільне місце в індустріально розвинутих країнах світу. Зварювання широко використовується в усіх галузях машинобудування, де використовується металопрокат, оскільки зменшуються витрати матеріалів, часу та трудоемності процесу.

Випуск зварних конструкцій та рівень механізації та автоматизації зварювальних робіт стрімко підвищуються внаслідок розроблення та впровадження новітніх можливостей технологічних досягнень.

Успіхи у сфері автоматизації та механізації зварювальних процесів вже сьогодні дозволили суттєво вдосконалити технології, та підвищити продуктивність виготовлення важливих машинобудівних об'єктів, та об'єктів будівельної індустрії.

Напівавтоматичне та автоматичне зварювання в захисному газовому середовищі широко застосовується в промисловому виробництві та складає приблизно 25% серед усіх зварювальних робіт у нашій державі.

Незначним недоліком процесу зварювання в середовищі вуглекислого газу, особливо дротами діаметром більшим за 1.6-2 мм можна вважати інтенсивне розбризкування електродного металу, яке може сягати в 15-18% від всієї маси розплавленого металу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення виробу

Рама візка вантажопідйомного крану слугує для зв'язування в одне ціле окремих елементів механізму. Рама повинна забезпечувати необхідну стійкість та міцність конструкції та виконувати вимоги для раціонального компонування вузлів.

Зварний виріб являє собою нескладну геометричну конструкцію, з'єднану за допомогою двох швелерів, поперечин трубчатого перерізу та листового металу. Всі ці вузли в процесі виготовлення зварюються між собою.

На рисунку 1.1 приведено загальний вигляд заданого виробу.



Рисунок 1.1- Мостовий кран

Конструкція рами візка вантажопідйомного крану є зварною рамною формою, більшість деталей якої виготовляють зі сталі ВСт-3сп профільного прокату.

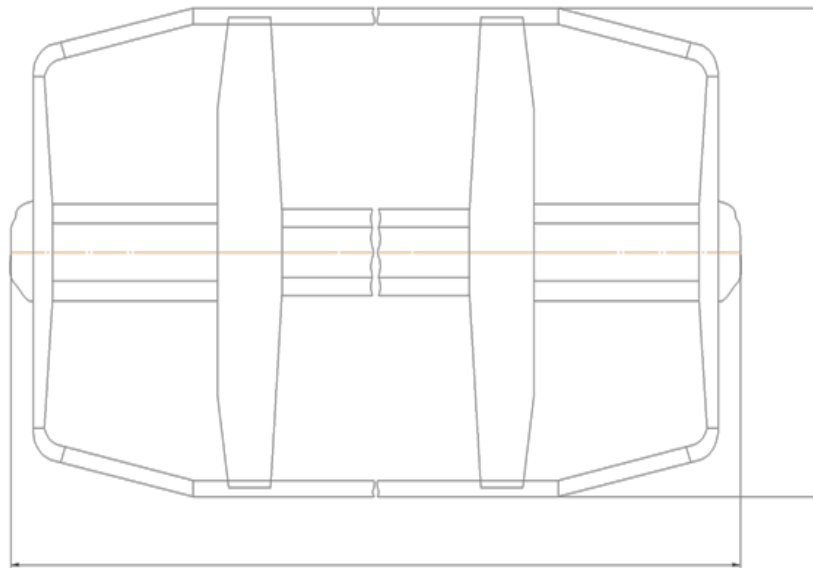


Рисунок 1.2- Вигляд рами візка вантажо-підйомного крану

Основа рами представляє собою конструкцію із поздовжніх балок, з'єднаних між собою чотирма поперечними ребрами жорсткості. До балок приварюється права і ліва опора. Заключною частиною є рамка.

Крім описаних основних вузлів в конструкції рами передбачені різні кронштейни та опори. Всі вони виготовлені з того ж матеріалу що і рама, за винятком двох опор правої і лівої яка виготовляється зі сталі спеціального призначення. При конструюванні рами враховуються технологічні вимоги виробництва, що дозволяють застосовувати високопродуктивні методи для її виготовлення. Конструкція може працювати на відкритих майданчиках, тому ймовірно утворення корозійної плівки основного металу. Види чи особливості корозійних пошкоджень вузлів конструкції визначаються властивостями матеріалу, напруженим станом конструктивної схеми, властивостями корозійного середовища та умовами взаємодії металу з навколишнім середовищем під впливом часу, а також статичні і динамічні навантаження.

1.2 Характеристика матеріалу виробу

Рама зварюється з конструктивних елементів, що виготовляються зі сталі ВСтЗсп, що відноситься до конструкційних мало-вуглецевих сталей, в яких. При проектуванні нашої конструкції, потрібно мати на увазі важливість вибору матеріалу. Від правильності такого вибору залежить одержання конструкції невеликої маси. Основним критерієм при виборі матеріалу і способу виготовлення конструкцій вважаються механіко-технологічні властивості базового металу шовних з'єднань, надійність та експлуатаційна довговічність.

Сталь звичайної якості ВСтЗсп поставляється без термічного оброблення з гарантованим хімічним складом і механічними властивостями. Дану сталь одержують при розкисленні марганцем, алюмінієм та кремнієм вона містить не більше 0.045% сірки та фосфору, котрі розподілені рівномірніше ніж в киплячих чи напів-спокійних сталях. Дана сталь менше схильна до старіння і відрізняється меншою реакцією на термічний вплив циклів нагрівання.

Виготовлені з неї конструкції не підлягають повторному термічному обробленню. Ця сталь виготовляється за ГОСТ 380-71 з наступним хімічним складом і механічними властивостями, які наведені в таблицях 1.1 та 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі ВСтЗсп за ГОСТ 380-71, % [1]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	0,04	0,045	0,30	0,30	0,30	-

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі ВСтЗсп за ГОСТ 380-71 [1]

Тимчасовий опір σ_b , МПа	Границя текучості $\sigma_{0,2}$, МПа	Відносне видовження $\delta_{0,2}$, %
370-480	245	26

Однією з важливих властивостей металів є їх зварюваність, тобто здатність утворити зварне з'єднання. За здатністю утворювати зварне з'єднання вуглецеві сталі поділяють на 4 групи:

- сталі добре зварювані ($C \leq 0.25$)

- сталі задовільно зварювані ($C \leq 0.35$)
- сталі обмежено зварювані ($C \leq 0.45$)
- сталі погано зварювані ($C > 0.45$)

Добра зварюваність повинна забезпечувати відповідність зварного з'єднання певним технічним вимогам.

Показник зварюваності будь якої сталі визначається еквівалентним вмістом вуглецю, що розраховується за уніфікованою формулою:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, [2] \quad (1.1)$$

де символи кожного з елементів, вказують на максимальний відсотковий вміст у відсотках.

$$C_{екв} = 0,14 + \frac{0,4}{6} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{10} + \frac{0,3}{5} = 0,32\%.$$

Так, як $C_{екв} = 0,32\% < 0,35\%$, що, в свою чергу означає, що сталь відноситься до групи задовільно зварюваних сталей.

Технологія зварювання цієї сталі має забезпечувати базові вимоги - рівномірність зварного з'єднання з основним металом та неприпустимість дефектів в зварюваному шві. Тому механічні властивості металу з'єднання та пришовної зони, не можуть бути гіршими за фізико механічні властивості основного металу.

Фізико-механічні властивості металу шва так і зварного з'єднання, залежать від їх структури, яка, в свою чергу залежна від хімічного складу основного та присаджувального матеріалу, параметрів режиму зварювання та наступного оброблення. Хімічний склад металу з'єднання повністю залежить від основного електродного металу та рекомендованого виду захисту.

При зварюванні даної сталі, склад металу шва не суттєво відрізняється від базового металу. А у металі шва менший вміст вуглецю, що дає змогу запобігти утворенню гартівних структур при підвищенні швидкостей охолодження.

Зниження міцності металу шва може бути викликане зменшенням вмісту вуглецю, але це практично компенсується легуванням металу шва через зварювальний дріт марганцем і кремнієм. Підвищення швидкості охолодження металу шва приводить до збільшення його міцності, але при цьому знижується пластичність і ударна в'язкість. Це пояснюють зміною кількості та будови

перлітної фази. Швидкість охолодження металу шва залежить від товщини зварюваного металу, конструкцією самого з'єднання, режимом та початковою температурою виробу.

Розглянута сталь, добре зварюється всіма способами зварювання плавленням. Зазвичай не виникає проблем пов'язаних із можливістю виникнення холодних тріщин та утворенням у металі шва чи колошовної зоні структур гартування.

1.3 Технічні умови на виготовлення виробу

Технічні вимоги до виробу

До рами візка вантажопідйомного крана ставляться такі вимоги:

- а) рама повинна виготовлятися із добре-зварюваного матеріалу;
- б) при виготовленні виробу слід дотримуватись необхідності точного прилягання торців з'єднування деталей, абсолютна величина зміщення кромки не повинна бути більше 1-2 мм.

Вимоги до матеріалів та напівфабрикатів

Вибір марок сталі для виготовлення зварної конструкції повинен виконуватись із врахуванням:

- а) належності зварної конструкції до визначеного класу;
- б) зварюваності сталі;

Якість та властивості використаних матеріалів чи напівфабрикатів, мають задовільняти наступним технологічним вимогам:

- а) вихідні матеріали повинні бути сертифіковані;
- б) чистота і зволоженість зварюваних матеріалів, повинні відповідати вимогам діючих нормативно-технічних документів на ці матеріали;
- в) зварювальні матеріали повинні відповідати вимогам технічної документації;
- г) напівфабрикати не повинні мати дефектів, що можуть негативно впливати на експлуатаційність;
- д) дефекти, які не виводять напівфабрикат за мінусовий допуск, можна видалити;

е) не допускається до застосування зварювальний дріт, покритий іржою, мастилом, брудом.

Вимоги до шорсткості та геометричної форми

На несучу здатність зварної конструкції, та її економічність суттєво впливає точність зварювання, чистота поверхонь та якості складання. Так як однією з складових рами є листовий метал то її шорсткість $R_z=40$.

Конструкції зварних вузлів повинні забезпечувати:

- а) можливість виконання їх зварювання в складально-зварювальних пристосуваннях;
- б) доступ до місць зварювання;
- в) можливість зварювання в нижньому положенні;
- г) розміщення зварних швів на ділянках, що не піддаються значним пластичним деформаціям при перехідних технічних операціях;
- д) можливість отримання заданих кресленням розмірів і забезпечення їх контролю.

Вимоги, до зварювальних з'єднань:

- а) мають зберігати надійну експлуатаційну довговічність;
- б) міцність металу шва повинна бути рівною міцності основного металу;
- в) геометричні осі з'єднаних частин мають перетинатися в одній точці-центрі вузла;
- д) у зварній конструкції I класу відстань між паралельними зварювальними швами довжиною більше 50 мм не повинна бути нижче шести товщин зварювальних деталей;
- е) розрахункова довжина швів не повинна бути менша 30 мм;
- є) у конструкції I класу первинні шви потрібно виконувати в зонах мінімальних напружень;
- ж) повинна бути забезпечена можливість накладання швів у зручному для виготовленні положенні.

Значний вплив на технологічну міцність мають різноманітні дефекти. Виправлення дефектів зварних швів повинне проводитись електрозварниками, що мають відповідну кваліфікацію для зварювання даної конструкції.

Вимоги до складання

Складання конструкції, здійснюється встановленням і фіксацією.

Перед складанням всі деталі і заготовки перевіряються згідно креслень, а саме:

- а) допуски на розміри спряжених деталей;
- б) складання деталей з дотриманням зазорів в стиках з'єднання;
- в) дотримання складальних розмірів із врахуванням можливих зварювальних деформацій, що встановлюються розрахунковим шляхом;
- г) чистоту поверхні;
- д) кути зрізу;
- е) якість підготовки кромки.

Складання під зварювання - відповідальна та мало механізована операція, що вимагає:

- а) дотримання заданих зазорів;
- б) встановлення деталей в проектне положення;
- в) закріплення деталей без порушень взаємного розміщення в процесі зварювання і кантування;
- г) складання деталей та вузлів під зварювання в спеціальних складально-зварювальних пристосуваннях;

Вимоги до якості

Задовільна якість з'єднання досягається лише за виконання наступних умов:

- а) виконання роботи матеріалами лише марок вказаних в технологічному процесі;
- б) наявність мінімальної кількості дефектів;
- в) видаляти всі невідправні дефекти;
- д) якість зварювання перевіряти надійними та високоточними способами та засобами;

1.4 Аналіз існуючого ТП виготовлення зварного виробу

Технологічний процес (ТП) виготовлення рами візка вантажопідйомного крана складається з базових універсальних операцій.

Заготовки для рами подаються на робоче місце, складання і зварювання за допомогою кран-балки і складаються на стелажах.

Раму складають у спеціальному пристосуванні перед виконанням прихоплень та зварюванням деталей. Зварювання проводиться в кондукторі, за допомогою ручного дугового зварювання. Виготовлені деталі рами знімаються з пристосувань кран-балкою і переміщуються на місце складання і подальшого зварювання.

Після складання та виконання прихоплення вузлів рами, складену конструкцію переміщують на кантувач де виконують повний цикл зварювання. Всі виконувані операції займають багато часу. Всі деталі і вузли прихоплюють і зварюють також за допомогою РДЗ (ручного дугового зварювання).

Зварену раму переміщують кран-балкою на проведення опоряджувальних робіт, де її зачищають від бризок і напливів металу за допомогою шліфувальної машини.

Після цього проводиться контроль якості виробу і готова рама подається на фарбування.

Існуюча технологія виготовлення має певні недоліки:

- використовується застарілий, не раціональний спосіб зварювання;
- не раціонально підібране зварювальне обладнання;
- висока трудомісткість процесу закріплення деталей в пристосуванні.

Удосконалити заводський технологічний процес виготовлення рами можна шляхом поточної механізації і автоматизації.

Для цього необхідно впровадити нові зварювальні матеріали і обладнання, за рахунок чого можна одержати раму більш високої якості при цьому затрачаючи менше часу на її виготовлення.

Застосувавши відповідні заходи, збільшиться продуктивність праці, зменшиться трудомісткість операцій, а саме застосувавши пневматичні

притискачі та напівавтоматичні способи зварювання, впровадити у процес зварювання обладнання, що дозволить збільшити продуктивність праці, за рахунок чого зменшиться трудомісткість операцій.

2 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

2.1 Вплив легуючих та мікролегуючих елементів на якість зварювання.

Процес розроблення сталей спрямований на досягнення оптимальних характеристик міцності та максимізацію економічної вигоди, особливо у контексті поліпшення зварювальних властивостей. Сучасною тенденцією є все ширше використання мікро-легування, що породжує ряд питань, пов'язаних із виготовленням та обробкою низьколегованих сталей. У хімічний склад цих сталей вносяться елементи у кількості, яка сумарно не перевищує 2,5%.

Для отримання необхідних властивостей у сталях важливо провести оптимізацію їх хімічного складу та використовувати вдосконалені технології гарячого прокатування.

Для кожного з цих механізмів формування структури характерні власні температурно-деформаційні умови.

При додаванні сотих часток відсотка ніобію до складу низьковуглецевих сталей спостерігається сповільнення міграції границь та зростання зерен аустеніту [6]. Це відкриває можливості впливу на подрібнення структури сталі при гарячому прокатуванні, розпочинаючи з рекристалізаційних процесів на початкових обтисканнях при максимальних температурах та закінчуючи фрагментацією на завершальних етапах прокатування.

Проблеми створення нових композицій легування та методів виробництва сталей із підвищеними механічними властивостями нерозривно пов'язані із завданнями забезпечення їх технологічної придатності під час зварювання. Спираючись на результати досліджень зварюваності різноманітними методиками формулюються рекомендації по оптимізауванню легуючих процесів.

Надійність зварних з'єднань суттєво залежна від властивостей металу при шовної зони. А надійність отриманих зварних з'єднань залежить від хімічного складу базової сталі.

Після гарячого прокатування сталей з прискореним охолодженням виявляють високі механічні властивості, що коливаються в межах 350 ... 400

Дж/см² за випробувальних температур до -40 °С. Проте, високотемпературне зварювальне нагрівання розкриває іншу динаміку. Зміна структури в областях металу базового сплаву зазвичай призводить до деякого погіршення фізико механічних та експлуатаційних властивостей металу. Отже, важливо враховувати можливість настання зміни в структурі металу базового сплаву під час зварювання і вживати заходів для отримання більш вигідних структур [7].

Характерні ділянки металу зони термічного впливу відповідають нагріванню вище температури початку росту зерна (ділянка 1-2), нагріванню між критичною точкою A_{C3} і температурою початку зростання зерна (ділянка 3), нагріванню між критичними точками A_{C1} - A_{C3} (ділянка 4), нагріванню нижче критичної точки A_{C1} (ділянка 5-6). Вони відображають структури великого зерна (близько до границі сплаву), повністю перерекристалізовані, частково перерекристалізовані та відпущені, відповідно.

Серед факторів [7], які впливають на перетворення області великого зерна металу базового сплаву і, відповідно, призводять до погіршення ударної в'язкості, слід відзначити розмір аустенітних зерен, які формуються після зварювального циклу. Внаслідок високотемпературного зварювання, особливо при нагріванні до температур вище 1300 °С, важко контролювати процес росту зерна аустеніту. Затримці цього процесу можуть сприяти мікролегвальні елементи (див. рисунок 2.2) [6].

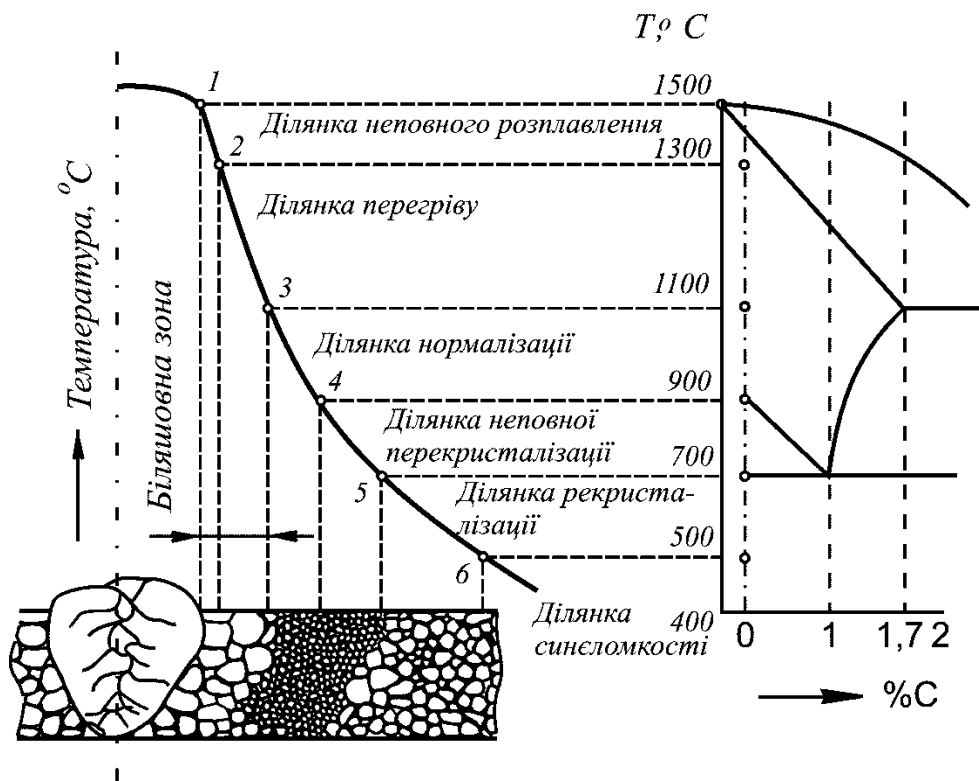


Рисунок 2.1 - Ділянка металу ЗТВ при однопрохідному зварюванні [20]

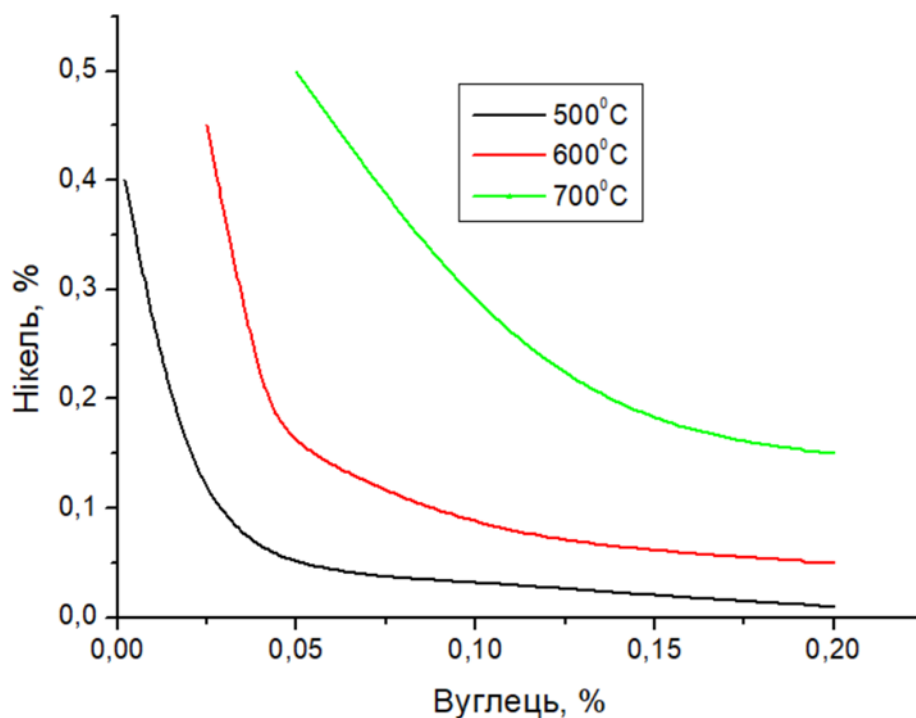


Рисунок 2.2 - Ізотермічні криві розчинення нікелю та вуглецю

Однак при збільшенні температури нагрівання відбувається розчинення практично всіх введених карбідо-вмісних часток. Термодинамічні розрахунки, проведені за допомогою програми MatCad, підтверджують, що частинки скоріш за все остаточно розчиняться при температурі 670 °C. Це призводить до

утворення області з великим зерном аустеніту в найближчій до зварного шва зоні (див. рисунок 2.3) [6], що сприяє підвищенню його стійкості.

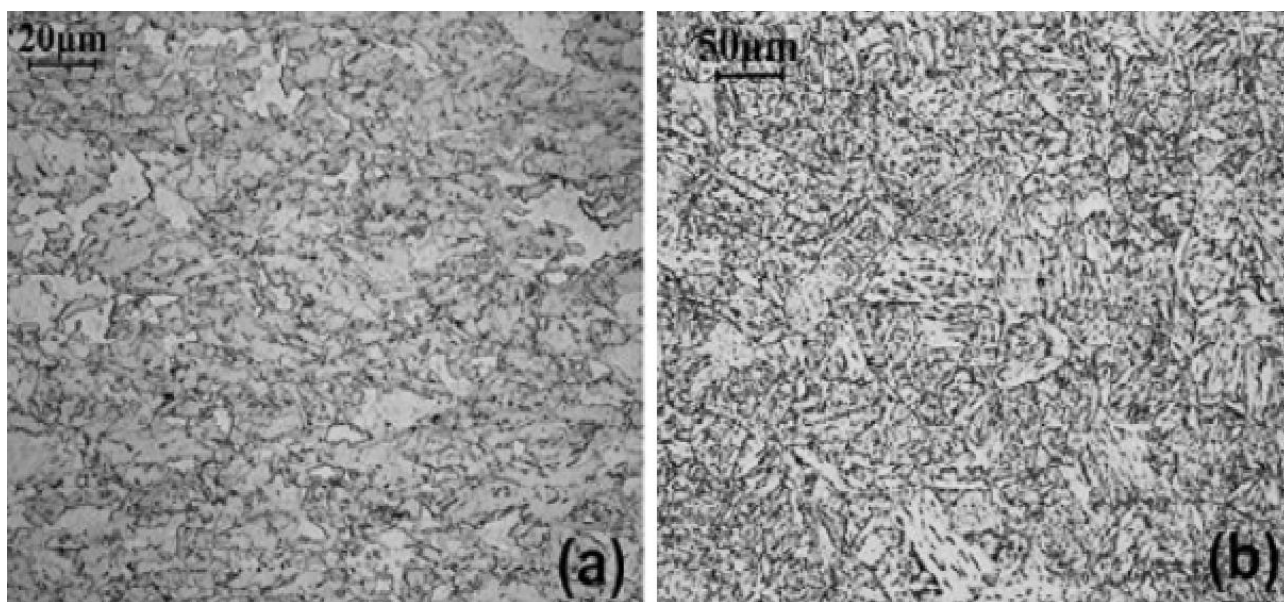


Рисунок 2.3 - Змінення розмірних характеристик зерен в металі (а-лист, б-метал БШЗ)

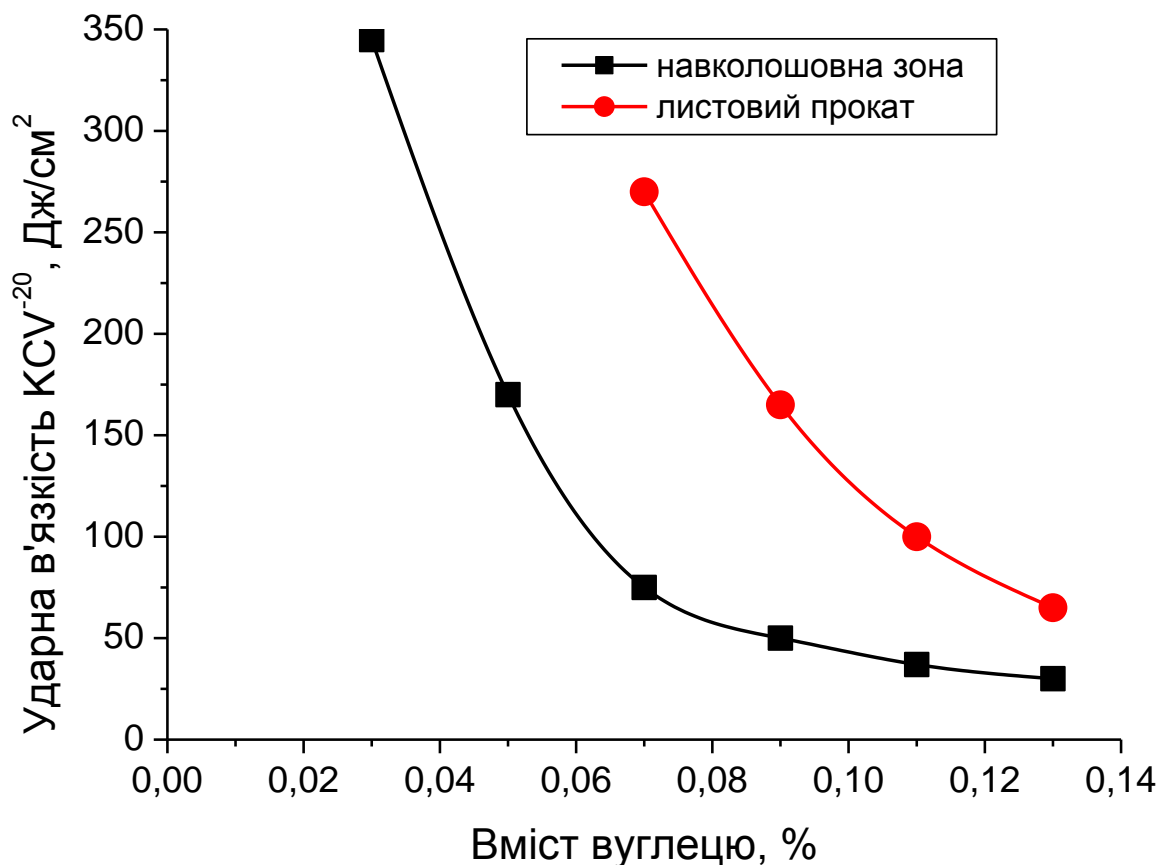
Якщо розглянути вплив легуючих елементів на процес зварювання. Вуглець та всі інші легуючі елементи мають негативний вплив на зварюваність. Однак вплив різних легуючих елементів на сталь виявляється різним і залежить лише від інтенсивності легування сталі іншими легуючими елементами.

Підвищення базового вмісту вуглецю в практично нелегованій сталі до 0,15% С може поліпшити зварюваність, обмежуючи при цьому ріст зерна фериту. У нелегованих чи низьколегованих сталях вміст вуглецю до 0,25% С практично не впливає на зварюваність. Однак помітне погіршення зварюваності виникає за вмісту С понад 0,3.

Поточні вимоги стандарту [4] встановлюють максимально допустимий його вміст на рівні 0,22. Для високоякісних сталей використовують композиції легування, де вміст вуглецю знаходиться в межах від 0,05 до 0,08%. Такий вміст вуглецю практично не негативно впливає на зварюваність.

Згідно з [11], зниження вмісту базового вуглецю до 0,04-0,08% визначає високий рівень зварюваності металу, високу ударну в'язкість при низьких температурах. Це ствердження також підтверджує максимальний вміст вуглецю в сталі, який визначає високий ступінь стійкості до крихкого руйнування основного металу і областей зварних швів (див. рисунок 2.4).

Рисунок 2.4 - Залежність ударної в'язкості листового прокату і металу БШЗ



від умісту карбону у зварному з'єднанні.

Негативний вплив вмісту вуглецю на процес зварювання пов'язаний із збільшенням схильності сталі до утворення холодних тріщин та суттєве підвищення ризику виникнення крихкості металу в зоні зварних швів (БШЗ). Підвищення вмісту вуглецю призводить до збільшення об'ємних змін при охолодженні, що сприяє утворенню нерівноважних структур.

У дослідженні [12] вивчалася сталь із: 0,02% С та 1,42% Mn. Її час охолодження в інтервалі 800-500 °С становив 20 секунд. При температурі нагрівання 1400 °С розмір зерен аустеніту склав 60 мікрометрів (див. рис. 2.5). На

рисунку 2.6 показана витривалість ударного навантаження в композиції легування сталі при температурі випробування мінус 40 °С.

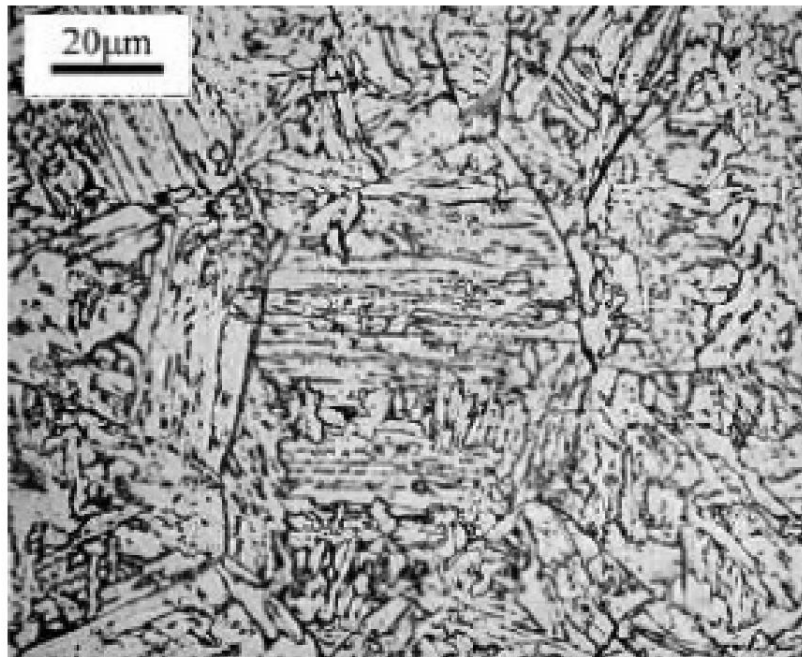


Рисунок 2.5 - Мікроструктура металу БШЗ нагрітого до температури 1400 °С

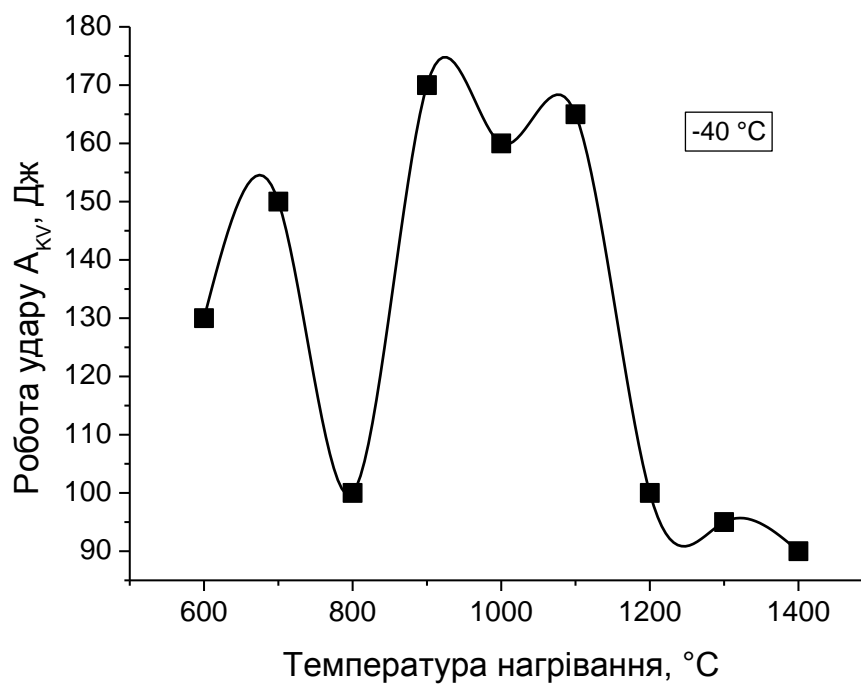


Рисунок 2.6 - Залежність роботи удару металу ЗТВ від температури нагрівання

Найвищий рівень ударостійкості виявляється при досягненні температур в діапазоні 900 ... 1100 °С, проте він зменшується в інтервалі температур від 1200 °С до 1400 °С.

Вплив марганцю на зварюваність пов'язаний із вмістом - чим більша кількість вуглецю, тим більш негативний вплив марганцю на зварюваність. При вмісті вуглецю в сталях на рівні 0,10% С зварюваність можна вважати хорошою при 2,5% Mn. У випадку більш високого вмісту вуглецю (0,25%), хорошу зварюваність демонструють сталі зі зменшеним вмістом марганцю до 1,7...1,8%.

Зі зменшенням вмісту вуглецю на кожні 0,01% має бути компенсоване збільшенням масової частки марганцю на 0,2%. Так, для сталей з вмістом вуглецю 0,05% С, доцільним є вміст марганцю на рівні 2,0%, а для зверхнизьковуглецевих сталей (0,02-0,03% С) рекомендується масова частка марганцю 2,4% [9].

Кремній, введений в низьколеговані сталі, практично не впливає на погіршення зварюваності. Можливий негативний ефект кремнію може бути пов'язаний з його зміцнюючою дією на ферит та сприянням неоднорідності в розподілі вуглецю.

Ванадій є важливим мікролегуєчим елементом, активно взаємодіючим у формуванні властивостей основного металу та зони зварювання. У роботі [13] досліджено вплив ванадію на властивості металу в зоні зварювання. Експериментальне моделювання металу зони зварювання проводилося за допомогою установки Gleeble 2000. Зразки піддавалися нагріванню до температури 1350 °С зі швидкістю 800 °С/с, а потім охолоджувалися зі швидкістю 5 °С/с, вимірюючи час у інтервалі 800-500 °С.

Відображення механічних характеристик металу БШЗ показано на рисунку 2.7.

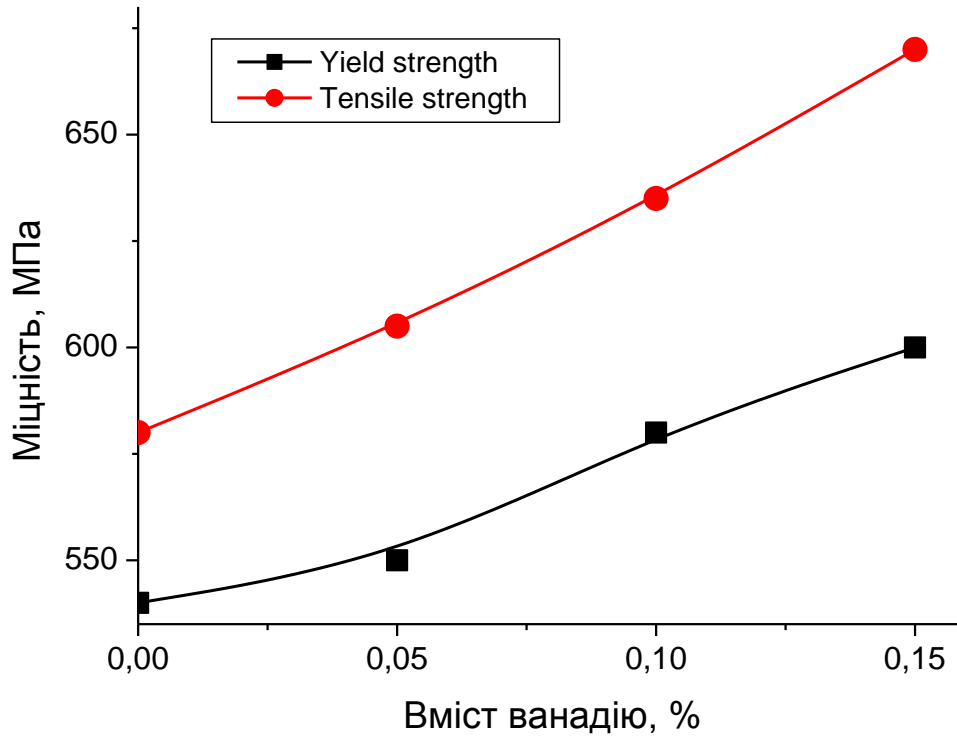


Рисунок 2.7 - Залежність міцності в металі БШЗ від умісту ванадію

Дослідження підтверджують, що з підвищенням відсоткової присутності ванадію в сталі суттєво зростають значення міцнісних характеристик металу в зоні зварювання. Результати випробувань на роботу удару імітованого металу в зоні зварювання при температурі $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ наведені на рисунку 2.8.

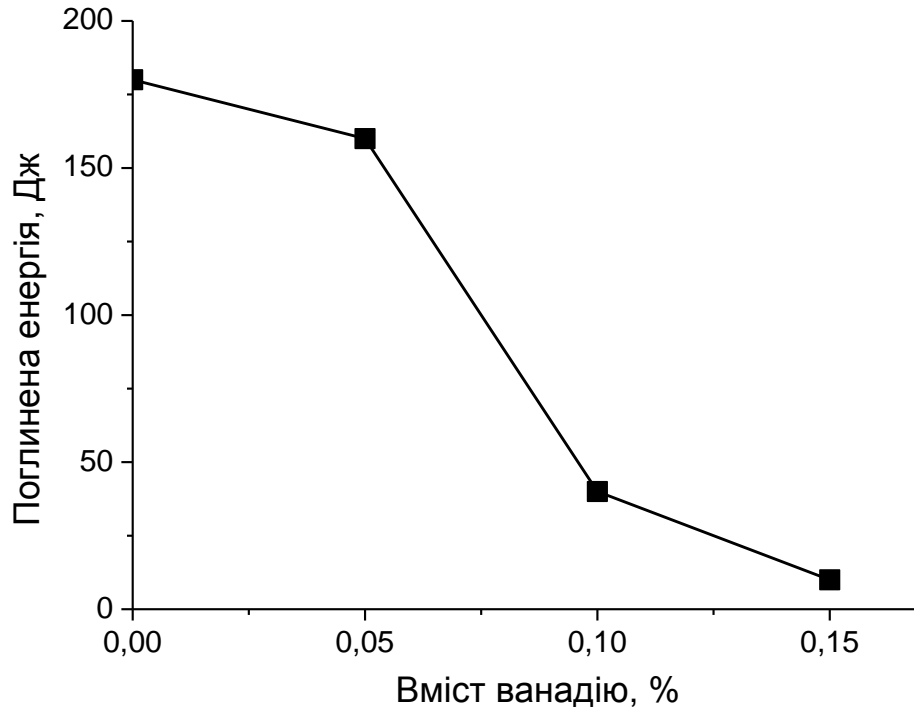


Рисунок 2.8 - Залежність роботи удару металу БШЗ від умісту ванадію

Сталева композиція з вмістом ванадію показує відмінні міцнісні характеристики в металі в зоні зварювання. Найвищий показник роботи удару спостерігається в сталі без ванадію, але його підвищення до 0,047% призводить до зменшення цього показника. Однак при наближенні рівня вмісту ванадію до 0,10%, робота удару різко зменшується до 50 Дж. Дослідження [14] свідчить, що додавання 0,05% V у сталь забезпечує хороші властивості в металі в зоні зварювання, але подальше збільшення до 0,11% V призводить до зниження цих властивостей.

У роботі [15] досліджено сталю композицію із вмістом 0,058% C, 0,15% Si, 1,8% Mn, 0,012-0,018% V і 0,015-0,02% N. Температури початку і кінця поліморфного перетворення становлять 840 °C і 654 °C відповідно. Температури розігріву металу в зоні зварювання становлять 600 °C, 800 °C, 1000 °C і 1300 °C (рисунок 2.9). Швидкість нагріву металу становила 100 °C/с, а швидкість охолодження в інтервалі 800-500 °C - 15 °C/с.

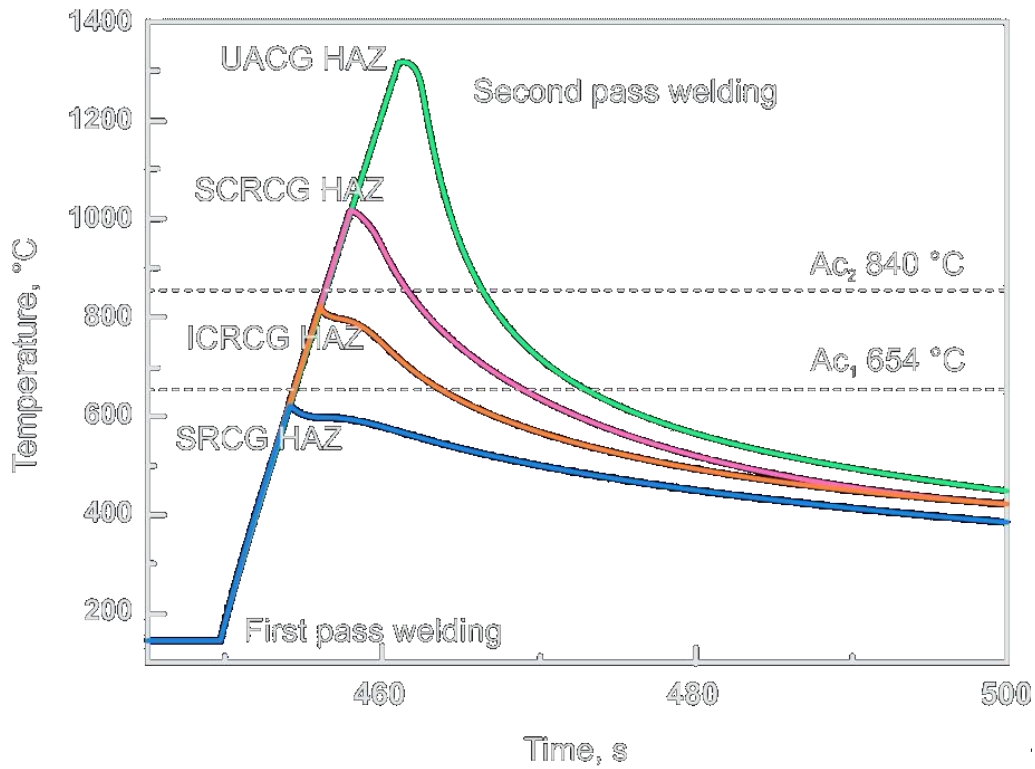


Рисунок 2.9 - Вимірювання зварювального термічного циклу

На рисунку 2.10 представлена робота удару металу в зоні зварювання при температурі випробувань $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

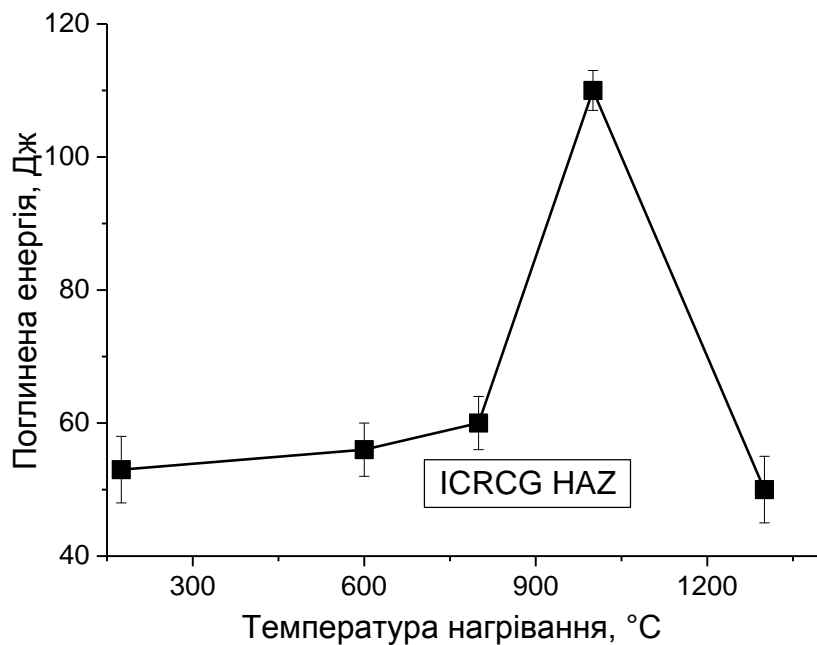


Рисунок 2.10 - Залежність роботи удару від температури нагрівання металу зони термічного впливу

Молибден і вольфрам негативно впливають на зварюваність, і їх введення в низьковуглецеві сталі до 0,5% можливе без суттєвого погіршення цієї властивості.

Проведені випробування при температурах від 0 °С до -20 °С на кількох зразках при кожній температурі показали, що в металі в зоні зварювання зовнішнього зварного шва на глибині нижчій ніж 2 мм поверхні сталі із вмістом до 0,1% молибдену мали рівень роботи удару на рівні 190 Дж при температурі 0 °С, а з 0,1% молибдену - 130 Дж. При зниженій температурі до -10 °С робота удару в сталях без Мо склала 159 Дж, з 0,1% Мо - 117 Дж, з 0,2% молибдену - 100 Дж. При температурі -20 °С робота удару у всіх досліджених зразках знаходилась в межах 90-100 Дж (рис. 2.11).

Важливо відзначити, що у сталі із повним вмістом молибдену 0,2% спостерігались найнижчі показники роботи удару.

Введення мікролегуючих кількостей бору [9] призводить до покращення зварюваності, збільшуючи показники ударної в'язкості металу в зоні термічно-впливаної зони (ЗТВ).

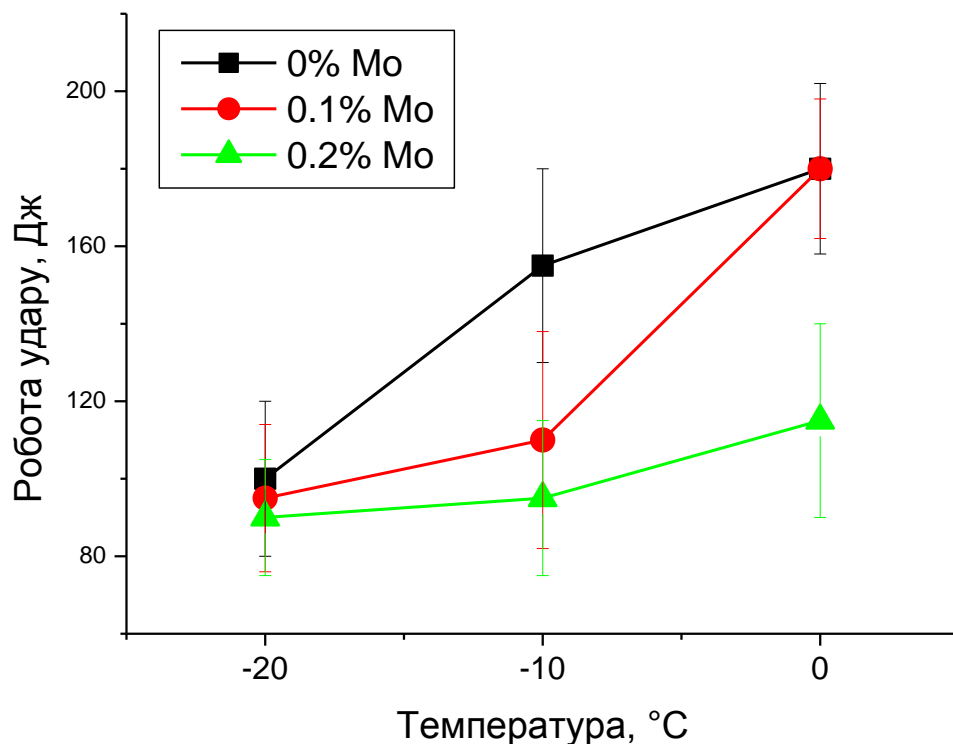


Рисунок 2.11 – Усереднені показники роботи удару за випробувань зразків типу FL 50/50 що значить (50% шов та 50% метал зони термічного впливу)

Позитивний вплив бору проявляється ефективно при різних методах зварювання, забезпечуючи швидкість охолодження понад $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$. Проте, важливо враховувати прийнятну концентрацію цього елемента з урахуванням його позитивного впливу на зварюваність.

Таким чином, можливе зменшення вмісту інших легуючих елементів, які можуть негативно впливати на зварюваність, за умови мінімального додавання бору. Це зменшення кількості легуючих елементів є вигідним з економічної точки зору. Зростає попит на мікролегування бором, проте важливо враховувати можливість сегрегації бору на границях зерен, що може виникнути при підвищенні прогартуваності.

Отже, у ході дослідження (рисунок 2.12) впливу кількості бору на властивості низьколегованих сталей, було оцінено його вплив на сегрегаційну неоднорідність і досліджено механічні властивості.

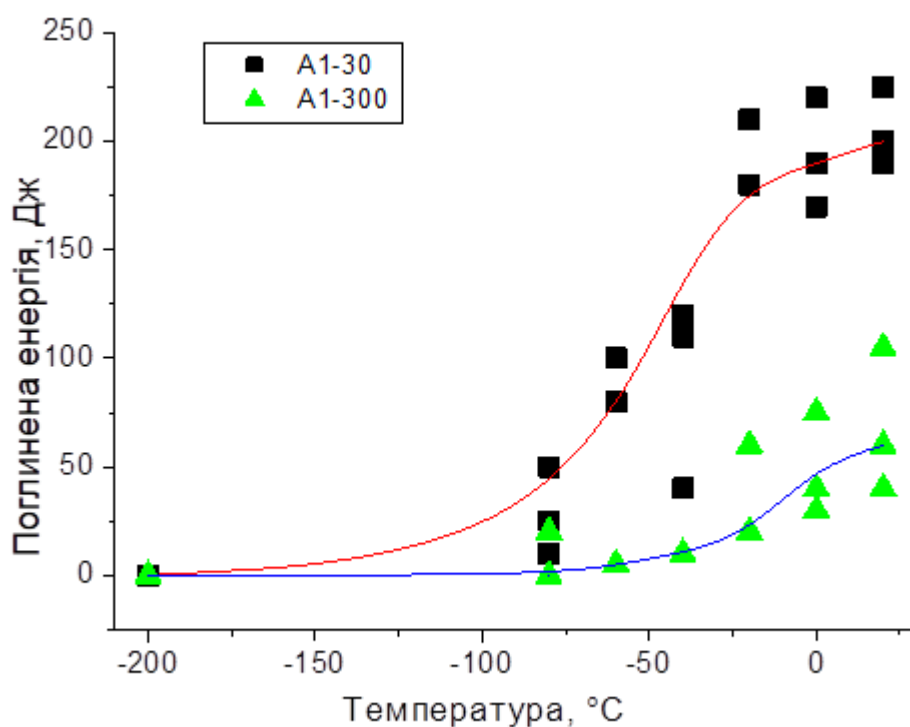


Рисунок 2.12 Ударна в'язкість металу БШЗ

Кількість легуючих і мікролегуючих елементів залишалася однаковою в усіх досліджених композиціях легування сталей.

На рисунку 2.12 представлені результати випробувань на ударний згин для досліджуваних композицій легування сталі. Спостерігається погіршення ударної в'язкості зі зростанням вмісту бору та погонної енергії.

Щодо нікелю, додавання його до 1% в сталі з вмістом вуглецю до 0,2% практично не впливає на зварюваність, що є важливим аспектом удосконалення механічних властивостей матеріалу.

2.2 Проведення розрахунку термічних циклів із визначенням витраченого часу на охолодження при зварювальних роботах

Однією з ключових проблем у виготовленні конструкцій, з точки зору їхньої надійності при експлуатації, є вивчення впливу термічного впливу зварювання на поведінку основного металу. З досвіду експлуатації конструкцій та результатів випробувань зварних з'єднань випливає, що метал БШЗ проявляє вищу схильність до руйнування, порівняно з основним металом, через значні структурні зміни в області, яка піддається значному підігріву, вищому ніж температура початку зростання зерна (температура, при якій розмір аустенітного зерна перевищує 50 мкм) [7].

Поширення тепла дозволяє визначити вплив режимів зварювання на базову швидкість охолодження металу БШЗ після зварювання. Погонна енергія зварювання, або тепловкладення, визначається як кількість теплоти, введена в одиницю довжини будь якого шва:

$$E = q / v, \quad (2.1)$$

де v - це швидкість протікання зварювання, мм/с.

Ефективна теплова потужність зварного джерела - це кількість теплоти, що вводиться при зварюванні:

$$q = n \Sigma (IU), \quad (2.2)$$

де I - зварювальний струм, А;

U - напруга на дузі, В;

n - коефіцієнт на дузі при зварюванні під шаром флюсу $n = 0,95$.

В основі розрахунку і моделювання зварювальних процесів лежать розв'язання рівнянь теплопровідності, які характеризують переміщення тепла в процесі зварювання, при цьому застосували рівняння для двох варіантів:

- з використанням малопотужного теплового джерела - просторовий тепловий потік:

$$W = 2\pi\lambda \times (T-T_0) \int_0^{\infty} q / v, \quad (2.3)$$

- з використанням потужного теплового джерела стосовно до зварювання внутрішнього або зовнішнього швів - двовимірний тепловий потік:

$$W = 2\pi\lambda c\gamma \times (T-T_0) \int_0^{\infty} (q / v\delta)^2, \quad (2.4)$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності, кал/см²×с °С /см;

T₀ - температура перед зварюванням, °С;

T - температура в точці тіла, °С;

$c\gamma$ - об'ємна теплоємність, кДж×дм⁻³×К⁻¹;

δ - товщина стінки труби, мм.

У розрахунках застосували уточнені рівняння (2.5) і (2.6) в наведеному вигляді:

$$W_{85} = 2\pi\lambda \int_0^{\infty} (500-800) \times (800-T_0) \int_0^{\infty} (500-T_0) \int_0^{\infty} E, \quad (2.5)$$

$$W_{85} = \pi\lambda c\gamma \int_0^{\infty} (500-800) \times (800-T_0) \int_0^{\infty} (500-T_0) \int_0^{\infty} (E / \delta)^2, \quad (2.6)$$

Розрахунок за рівнянням 2.5 показує, що при зварюванні за умов низьких значень тепловкладення швидкість охолодження металу БШЗ залишається незмінною і не залежить практично від товщини стінки виробу. У той же час, в рівнянні 2.6 вказано, що при зварюванні за умов великих значень тепловкладення швидкість охолодження стає залежною від товщин зварюваних прокатів.

Для оцінки ефекту окрихлювання металу БШЗ необхідно мати реальні дані щодо швидкостей охолодження металу. Були проведені експерименти, під час яких реєструвалися термічні цикли зварювання ЗТВ, з метою точного уточнення розрахункових формул для визначення швидкостей охолодження металу БШЗ.

2.3 Проведення досліджень фазових перетворень аустеніту в кінетиці для металу БШЗ

Для проведення аналізу утворення структури в металі БШЗ при різних швидкостях охолодження, що характеризують відмінні види зварювання, необхідно мати точне розуміння значень ключових характеристик структуроутворення, зокрема швидкостей охолодження.

Визначені експериментальним та розрахунковим шляхом найхарактерніші значення швидкостей охолодження дозволяють аналізувати утворення мікроструктур в умовах високотемпературного впливу від зварювально-теплових процесів.

Введені в сталь легуючі елементи взаємодіють з основними компонентами, такими як залізо і вуглець, в різних способах. Ця взаємодія легуючих елементів визначає відмінності впливу їх на властивості металу коло шовної зони під час зварювання. Наведені результати досліджень впливу цих елементів на зварюваність, як у випадку сталей з багатокomпонентним легуванням, і у випадку легованих композицій, що дозволяє оптимізувати рекомендації для процесу зварювання.

Дослідження було проведено на металі двох різних виробників прокату - № 1 та № 2. Зміна мікротвердих показників залежно від швидкості охолодження металу БШЗ після зварювання представлена на рисунку 2.13.

Досліджувані сталі характеризувалися підвищеною твердістю та виявляли схильність до загартування металу БШЗ і вимагали підігрівання кромки.

Феритне перетворення під впливом ванадію та молібдену спричинює зсув в бік менших швидкостей охолодження, менше ніж $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{c}$, із температурою початку перетворення $705\text{ }^{\circ}\text{C}$, тоді як перлітне перетворення відбувається при швидкостях охолодження менше $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{c}$ із температурою початку $650\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Бейнітне перетворення характеризується широким діапазоном швидкостей охолодження і розпочинається при температурі $610\text{ }^{\circ}\text{C}$. В умовах зварювання формується 100% бейнітна структура.

Мартенсит утворюється в інтервалі температур від 480 до $340\text{ }^{\circ}\text{C}$ а область часткового гартування розташована у діапазоні швидкостей охолодження від 20 до $80\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{c}$.

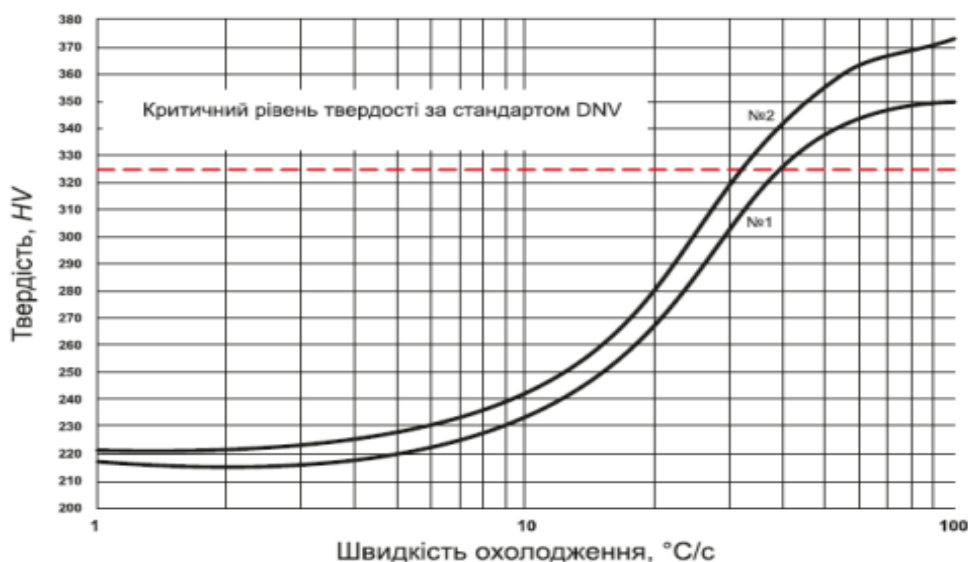


Рисунок 2.13 - Вплив швидкості охолодження металу БШЗ на мікротвердість

2.4 Вплив карбідів на розмір зерна аустеніту та мікроструктурних складових в результаті зварювального впливу на метал

Наявність мікролегуючих елементів стала визначальною характеристикою сучасних матеріалів, і їх використання постійно зростає. Виділення фаз, що утворюються під час розпаду пересичених твердих розчинів, призводить до зміцнення металу. Крім того, частки цих фаз впливають на розмір аустенітного зерна і структурні складові. Ванадій і молібден є важливими складовими, які

визначають склад і кількість карбідних фаз, що виділяються при повільних швидкостях охолодження, як у зоні ферито-перлітного перетворення, так і частково бейнітного. Зі збільшенням швидкості охолодження мінімізується розмір аустенітного зерна, а морфологія бейніту змінюється від зернистої до рейкової. Рейковий бейніт формується при подальшому підвищенні швидкості охолодження та відповідному утриманні мікролегуючих елементів у твердому розчині.

Для визначення граничних розмірів, при яких можлива фрагментація мікроструктури зерна аустеніту, були проведені експерименти на мікролегованих сталях. Розмір зерен аустеніту залежить від швидкості нагрівання металу до температур 1300...1320 °С, а також від часу постзварювального охолодження.

Зерна аустеніту, сформовані високотемпературним впливом, мають плоскі границі. Аналогічні процеси спостерігаються при динамічному рості зерна під впливом високих температурних досягнень до 1320 °С, як показано на прикладі сталі (див. рисунок 2.14).

Процес фрагментації, що полягає в утворенні мікроструктурних складових в об'ємі одного зерна аустеніту, реалізується через перетворення аустеніту, яке зазвичай відбувається в температурному проміжку 650...480 °С з утворенням бейнітових структур. Температура розчинення карбідів ванадію є нижчою, ніж температура початкового інтенсивного зросту зерен аустеніту в металі БШЗ.

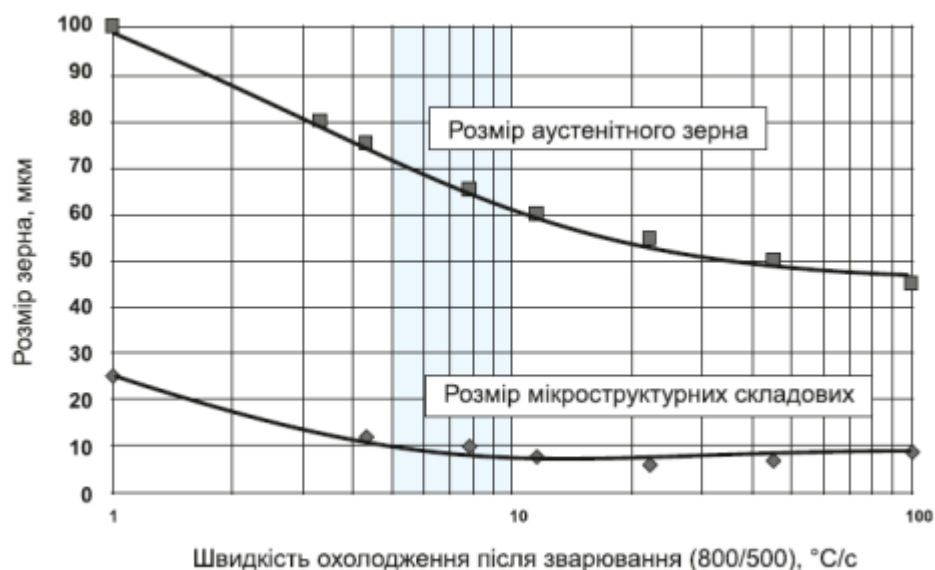


Рисунок 2.14 - Вплив швидкості охолодження металу БШЗ (1300-1320 оС) на ріст кристалічних зерен аустеніту і фрагментацію складових

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування та вибір оптимального способу для зварювання

Вибір того чи іншого способу зварювання залежить від товщини і марки основного металу, конструктивних особливостей вузлів, масштабу і характеру виробництва, якості зварних з'єднань та продуктивності процесу, можливостей автоматизації процесу, безпечності, вартості обладнання та вихідних матеріалів.

Найбільш поширеними в промисловості є дугові способи зварювання плавким електродом, до яких відносять зварювання покритим електродом, напівавтоматичне чи автоматичне зварювання в захисному газовому середовищі, під флюсом, порошковим дротом. Найбільш широко застосовується дугове зварювання суцільним дротом під флюсом або в середовищі захисних газів чи їх сумішей.

Автоматичні способи зварювання плавким електродом більш продуктивні, ніж зварювання покритим електродом і напівавтоматичні способи зварювання суцільним дротом. Забезпечення необхідної якості зварних з'єднань при автоматичному зварюванні досягається за рахунок автоматичного виконання плавлення та формування зварного з'єднання. До недоліків даного способу можна віднести недостатню універсальність цих способів і технологічність створюваних конструкцій; неможливість виконання швів у важкодоступних місцях, складності зварювання криволінійних швів, які розташовані в різних просторових положеннях; необхідність створення спеціалізованих робочих місць для проведення автоматичних способів зварювання й оснащення їх відповідним допоміжним обладнанням; відносно високі додаткові матеріальні витрати на спеціалізоване обладнання.

Зварювання порошковим дротом теж має кілька недоліків - мала жорсткість трубчатої конструкції порошкового дроту вимагає застосування подаючих механізмів з обмеженим зусиллям стискання. Випуск дроту діаметром 2.6 мм і більше потребує використання для стійкого горіння дуги підвищених зварювальних струмів, дозволяє використовувати їх для зварювання лише в нижньому та рідше у вертикальному положенні.

При виготовленні нашої конструкції перевагу віддають напівавтоматичному та автоматичному зварюванню в захисних газах.

При зварюванні сумішшю вуглекислого газу та кисню в зону зварювання подається до 20-40% чистого кисню. Це підвищує окислювальний потенціал захисного середовища, підвищує температуру зварювальної ванни та забезпечує зниження розбризкування електродного металу та покращення якості шва. При напівавтоматичному зварюванні можна виконувати безперервні шви, виконання яких при звичайному зварюванні покритим електродом неможливе через необхідність заміни електродів. Така техніка зварювання скорочує кількість зупинок, при цьому відпадає необхідність додаткового заварювання кратерів, що дозволяє отримувати з'єднання з більш високою продуктивністю і меншими витратами електродного дроту. Процес зварювання виконується з високою ступеню концентрації енергії дуги, що збільшує глибину проплавлення зварюваних деталей, а з врахуванням підвищених швидкостей зварювання створює відносно невелику зону структурних перетворень і викликає менші деформації конструкцій.

Виходячи із технологічних міркувань та доцільності для виготовлення даної зварної конструкції використовується напів-автоматичний спосіб зварювання в середовищі захисних газів, а саме в суміші газів $\text{CO}_2 + \text{O}_3$.

Перевагами можна вважати, високу якість виконання роботи з різними металами і сплавами незалежно від просторового положення виробу, широкий діапазон можливостей зварювати різні товщини, висока продуктивність роботи.

3.2 Оптимізація та обґрунтування параметрів режимів отримання кутових та стикових швів

Для зварювання сталі режими вибираються виходячи з бажання отримання правильного формування зварного шва.

До головних параметрами режимів зварювання відносять діаметр та марка електродного дроту, силу номінального зварювального струму, напругу дуги,

швидкість подачі присадкового електродного дроту та його виліт, витрати захисного газу та швидкість зварювання.

Діаметр електродного присадного дроту вибирають залежно від конструктивних вихідних даних виробу. Виходячи з цього вибираємо зварювальний дріт діаметром 1.6 мм, [4].

Отже провівши стандартні розрахунки, та порівнявши їх з літературними рекомендаціями вибираємо оптимальні параметри та зводимо їх у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1- Параметри режиму зварювання кутового і стикового шва.

Назва параметрів	Значення параметрів	
	кутового	стикового
Марка сталі	ВСт3сп	
Товщина металу, мм	4	
Форма розроблення кромки	без розроблення	
Діаметр електродного дроту, мм	1.6	
Зварювальний струм, А	260	
Напруга на дузі, В	30	
Швидкість подачі дроту, м/год	280	
Захисний газ	CO ₂ +O ₂	
Витрата захисного газу, л/хв	14-16	15-20
Швидкість зварювання, м/год	35.9	80.9
Відстань між соплом пальника і виробом, мм	12-18	

3.3 Вибір зварювальних матеріалів

Основними зварювальними матеріалами для виготовлення компресора є – зварювальний дріт та захисні гази (аргон, вуглекислий газ та кисень).

Найбільш часто при зварюванні в якості присадного металу використовують зварювальний дріт, отриманий гарячим прокатуванням, або волочінням після гарячого прокатування.

Зварювальний дріт повинен мати чисту, вільну від іржі, масла і інших забруднень поверхню. Наявність іржі та забруднень на поверхні дроту призводить до руйнування контакту між струмопровідним мундштуком та дротом, до розігріву кінця дроту, який знаходиться під струмом, і до зниження стійкості металу шва проти пор.

Вибір зварювального дроту насамперед тісно залежить від марки металу який зварюють (ВСтЗсп). Таким чином, зварювальний дріт за хімічним складом повинен бути оптимально наближеним до основного металу.

Вуглецеві сталі схильні до пористості і основною причиною їх появи є реакція взаємодії вуглецю з киснем, яка призводить до утворення чадного газу. Для компенсації реакції окислення вуглецю в період кристалізаційного формування металу шва в зварювальній ванні необхідна достатня кількість розкислювачів (Mn і Si). Для попередження пористості при зварюванні у вуглекислому газі потрібно використовувати дріт з підвищеним вмістом Mn і Si. Для покращення якості дроту застосовують очищення, обміднення, електролітно-плазмову обробку тощо.

Суміш вуглекислого газу і кисню широко використовується для зварювання вуглецевих і маловуглецевих сталей з використанням зварювального дроту марок Св-08Г2С, Св-08ГС. Вони містять достатню кількість кремнію і марганцю для розкислення рідкої ванни і отримання щільних швів.

Отже виходячи з потреб при виготовленні рами корпуса візка крана вибираємо зварювальний дріт марки Св-08Г2С, хімічний склад якого приведено в таблиці 3.2. а механічні властивості та характеристики відповідно у таблицях 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С у % згідно ГОСТ 2246-70 [3]

Марка дроту	C	Mn	Si	S	P
Св-08Г2С	0.06	1.80	0.88	0.012	0.010

Таблиця 3.2 – Механічні властивості зварювального дроту Св-08Г2С згідно ГОСТ 2246-70 [3]

Сортамент	Розмір	Напр.	σ_B	σ_T	τ
-	мм	-	МПа	МПа	%
СВ-08Г2С			540	440	30

Таблиця 3.4- Характеристика зварювального дроту, [3]; [4]

№ %	Марка дроту	Діа- метр мм	Коефіцієнт наплавлення α_n , г/А·год	Коефіцієнт витрат	Ψ %	Трудоміскість зачищування в % від зварювання
1	СВ-08Г2С	3.0	1.5...16	1.12...1.16	10...15	20...30

Вуглекислий газ, що призначений для зварювання повинен відповідати ГОСТ 8050-86, який в залежності від вмісту CO₂ ділиться на наступні сорти:

- I сорт – вміст CO₂ не менше 99,5%
- II сорт – вміст CO₂ не менше 99,0%

Приймаємо вуглекислий газ першого сорту з вмістом домішок не більше 0.5%.

Технічний кисень поділяють на три сорти: №1-99.7% O₂, №2-99.55%O₂, №3-99.2% O₃. Обираємо технічний кисень 3-го сорту ГОСТ 5583-78.

При оптимальному складі (70-80 % вуглекислого газу і 30-20 % кисню) отримують рівний гладкий шов, забезпечується глибоке проплавлення основного металу. Збільшення вмісту кисню в суміші більше 30 % приводить до появи грубої хвильової поверхні шва. При оптимальному вмісті в суміші CO₂+O₂ утворюється тонкий шар шлаку, після зняття якого шов має металічний колір.

3.4 Вибір зварювального обладнання

Зварювання в сумішах захисних газів плавким електродом виконують на постійному струмі. Для більшості випадків зварювання без коротких замикань можна використовувати джерела живлення з пологоспадаючими, жорсткими статичними характеристиками з високими або середніми швидкостями

наростання струму короткого замикання. Вказані джерела живлення в найбільшій степені інтенсифікуються саморегулюванням дуги і забезпечують високу стабільність процесу зварювання.

Зварювальні інвертори - це надсучасні зварювальні апарати, які витісняють на другий план класичні зварювальні трансформатори.

Змінний струм з частотою 50 Гц потрапляє прямо на випрямляч, випрямлений ним струм пропускається фільтром, потім отриманий постійний струм перекаваліфіковується інвертором за допомогою спеціальних транзисторів.

В інверторному зварювальному апараті сила зварювального струму потрібної величини досягається шляхом перетворення високочастотних струмів, а не шляхом перетворення ЕРС в котушці індукції, як це відбувається в трансформаторних апаратах. Попереднє перетворення електричних струмів дозволяє використовувати трансформатор з дуже малими габаритами.

Для напівавтоматичного зварювання в захисних у інверторів є можливість регулювати перенос металу, що дозволяє майже уникнути розбризкування металу, що є найбільшим недоліком даного виду зварювання.

Проаналізувавши вихідні дані - протяжність, розміри та розміщення в просторі, виконуваних швів приходимо до висновку щодо використання напівавтомату.

Виходячи з цих параметрів для використаного нами дроту діаметром 1.6 мм обираємо напівавтомат для виконання зварювання нашої конструкції інверторного типу ПСИ-L-350. Технічна характеристика напівавтомата типу ПСИ-L-350 приведена в таблиці 3.5. а зовнішній вигляд представлено на рисунку 3.1.

Таблиця 3.5- Технічна характеристика напівавтомата інверторного типу ПСИ-L-350, [7]

Технічні дані	Тип ПСИ-L-350
Напруга мережі, В	380
Вид зварювання	в захисних газах
Потужність, кВА	14,4
Межі регулювання зварювального струму, А	60-350
Тривалість навантаження, %	60
Напруга холостого ходу, В	50
Діаметр дроту, мм	1; 1.2; 1.4; 1.6

Габарити, мм
Вага, кг

600x297x548
45



Рисунок 3.4- Загальний вигляд напівавтомата ПСИ-L-350

Для роботи з обраним напівавтоматом рекомендовано використовувати
пальник марки RF GRIP 36 (рис.3.5).

Технічна характеристика пальника типу RF GRIP 36 приведена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6- Технічна характеристика пальника типу RF GRIP 36 [8]

Тип	Охолодження	Номінальний зварювальний струм, А	ПВ%	Діаметр зварювального дроту
RF GRIP 36	газове	360-CO ₂ ;320-MIX	60	1-1.6



Рисунок 3.5- Загальний вигляд пальника марки RF GRIP 36

За змішування газів для утворення захисного середовища використовують змішувач який покликаний забезпечувати автоматичне підтримання заданого складу газової суміші та можливість нормування витрат газів.

Технічна характеристика змішувача УКП представлена в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Технічна характеристика змішувача марки УКГ, [4]

Тиск на вході в змішувачі, МПа	
CO ₂	0.02-0.1
O ₂	0.15-1.5
Концентрація газів суміші, %	
CO ₂	70
O ₂	30
Точність підтримання суміші, %	±5
Розхід суміші складу 70% CO ₂ ;	

30% O ₂ при тиску CO ₂ 0.05МПа	20± ₂ ⁵
Маса, кг	3.15

3.5 Вибір методу контролю якості

Якість продукції залежить від відповідності конструкції експлуатаційним вимогам. Завданням контролю є встановлення якості, міцності, відповідності матеріалу нормативам та заданим розмірам, відсутності дефектів.

Найпростішим приймальним методом контролю є зовнішній огляд зварних з'єднань на наявність дефектів. Зовнішній огляд дає змогу перевірити якість підготовки та складання заготовок під зварювання, якість виконання власне швів в процесі зварювання та кінцева якість накладених зварних з'єднань. Зовнішньому огляду підлягають всі зварні з'єднання.

3.6 Опис вибраного технологічного процесу для виготовлення виробу

Технологічний процес виготовлення рами візка крана складається із заготівельних, складальних, зварювальних, опоряджувальних, допоміжних та контрольних операцій.

Заготівельні операції

Насамперед технологічний процес виготовлення будь якого виробу включає наступні операції:

- *Розмічування* є досить трудомісткою операцією. В зварювальному виробництві використовується ручне розмічування, що полягає у нанесенні на поверхні металевих напівфабрикатів контурів деталей, осей їх симетрії та центрів отворів згідно з конструкторськими документами (кресленнями деталей). Із врахуванням розмірів та розташування припусків та технології подальшого оброблення цих деталей, також іноді застосовується фотопроекційне розмічування. Розмічування можна не застосовувати для вирізання заготовок на різальних машинах, що працюють на методі керування мікропроцесорною

технікою, що керуються комп'ютерними програмами, на основі оптимізованого електронного макету розкрою, із врахуванням необхідних параметрів режиму різання, що значно зменшує трудомісткість операції розмічування.

- *Різання* листових деталей з прямолінійними кромками проводиться за допомогою гільйотинних ножиць;

- *Зачищення* під зварювання прокату, деталей чи зварних вузлів виконують механічними або хімічним методами. Видалення забруднень, іржі та калини можна здійснювати за допомогою струменевих апаратів та зачисних верстатів. Зачищення ручним та механізованим інструментом малопродуктивне тому використовується в основному для зачищення зварних швів чи для опоряджувальних робіт.

Заготовки, з яких зварюють раму візка, виготовляють з листового та сортового прокату.

Тому вони повинні забезпечувати:

- а) можливість їх зварювання у складально-зварювальних пристосуваннях;
- б) доступ до місця зварювання;
- в) можливість зварювання в нижньому положенні;
- г) розміщення зварних швів на ділянках, що не зазнають відчутних пластичних деформацій при попередніх технологічних операціях;
- д) можливість одержання заданих кресленням розмірів та забезпечення їх контролю.

Складальні операції

Складальні операції мають на меті забезпечити правильне взаємне розміщення та закріплення деталей зварного виробу, який готують до зварювання. Для виконання складальних операцій використовують складальне або складально-зварювальне пристосування. В першому випадку складання закінчується прихопленнями, а в другому – складений виріб зразу можна зварювати.

Складений вузол повинен володіти жорсткістю та міцністю, що необхідні і для відокремлення його зі складального пристосування і та транспортування до місця зварювання, і для зменшення деформацій при виконанні зварювання. Фіксацію складених деталей здійснюють методом прихоплення. Розміри та розташування прихоплень проектують не лише з умов міцності та жорсткості, але

і з позиції зниження їх шкідливого впливу на якість виконання зварних з'єднань та кінцеву працездатність та довговічність конструкції. Тому прихоплення повинні мати невеликий поперечний переріз та довжину, і мають розташовуватись в місцях, що забезпечать їх повне проварювання при накладенні основних швів. Якщо ж прихоплення виконують там, де шви проектуванням не передбачені, то після виконання зварювання виробу такі прихоплення потрібно видалити, а поверхні дуже ретельно зачистити.

Перед складанням потрібно доставити всі складові вузла на робоче місце. Складальні операції потрібно проводити в чіткій послідовності:

- встановити листовий прокат на листоправильних вальцях, забезпечити необхідне його згинання за потреби;
- послідовно закріпити виріб під зварювання за допомогою пневматичних циліндрів;
- сполучити ресивер компресора з двома півсферичними днищами та закріпити їх.

Зварювальні операції

Для якісного та високопродуктивного виконання зварювальних операцій потрібно забезпечити:

- складання деталей та вузлів з оптимальним мінімальним зазором;
- доступність зони з'єднання для допоміжного та зачисного інструменту;
- раціональне чергування складальних, прихоплювальних та зварювальних операцій а також відповідну послідовність накладання швів;
- позиціонування зварюваних кромок у просторі та відносне переміщення інструменту та виробу, що відповідають оптимальним умовам зварювання.

Послідовне чергування складальних та зварювальних операцій при виготовленні нашої конструкції шляхом нарощування окремих елементів полегшує доступність з'єднань, але часто викликає збільшення залишкових деформацій після зварювання. Перед загальним складанням конструкції можливе складання і зварювання відносно простих вузлів, які володіють просторовою жорсткістю, подальше з'єднання яких між собою - легкодоступне для виконання зварювання.

Позиціонування виробу для виконання кожного з'єднання в найбільш вигідних для зварювання положеннях потребує зміни просторового положення виробу. При дуговому зварюванні стикові з'єднання доцільно виконувати в нижньому положенні.

Після складання та прихоплення під зварювання, операції з виготовлення виробу проводять в наступній послідовності:

- закріплюють заготовки на стенді для зварювання;
- проводять власне зварювання;
- проводять перевірку якості складання та зварювання методом зовнішнього огляду.

Допоміжні операції

До допоміжних відносять, транспортно-підіймальні та перевантажувальні операції, налагоджувальні роботи із зварювальним та іншим обладнанням, комплектування деталей та розподіл робіт.

Контрольні операції

Контрольні операції містять комплекс робіт на кожному етапі виготовлення зварної конструкції. Сюди входить:

- контроль вхідних зварюваних матеріалів;
- контроль допоміжних зварювальних матеріалів;
- контроль якості на всіх етапах підготовки, складання та зварювання виробу;
- контроль зварних з'єднань та готової продукції.

Зовнішнім оглядом перевіряють форму та взаєморозміщення швів, наявність зовнішніх дефектів та деформації вузлів, внутрішні дефекти в швах та герметичність контролюють методом ультразвукової дефектоскопії.

Опоряджувальні операції

Після завершення зварювання необхідно провести зачищення швів, видалення металевих бризок з поверхонь зварних вузлів. Для опоряджувальних операцій використовуємо окуляри, молоток, шліфувальну машинку Metabo, металеву дискову щітку.



Рисунок 3.5-Шліфувальна машинка Metabo

Нормування витрат зварювальних матеріалів та електроенергії

При механізованому зварюванні плавким електродом у захисних газах нормуванню підлягають витрати електродного дроту та захисного газу.

Норма витрати зварювального дроту на зварювання рами візка вантажопідйомного кранавизначається за формулою:

$$H_{\text{вир}} = \sum \sum H_{bij} \cdot L_{ij} \cdot K_{1i} \cdot K_{2j} \cdot K_{3i}, [10] \quad (3.7)$$

де H_{bij} - норматив витрат i -го матеріалу зварювального на один метр J -го шва при заданій базовій товщині, кг;

L_{ij} — довжина i -го виду матеріалу J -го типу шва, м;

K_{1i} - коефіцієнт технологічних втрат та відходів i -го виду матеріалу ($K_{1i} = 1,1$ [10, с.10]);

K_{2j} - коефіцієнт просторового положення J -го шва ($K_{2j} = 11$ [10]);

K_{3i} - коефіцієнт на прихвачу ванн я ($K_{3i} = 1$);

J - кількість швів, $J = 1, 2, 3, \dots, n$.

Витрати присадного дроту при дуговому зварюванні визначається формулою:

$$H_{bi} = M \cdot K_b, [10] \quad (3.8)$$

M це маса наплавленого металу на кожен метр шва, кг;

K_b - коефіцієнт врахування технологічних втрат відходів зварювальних матеріалів ($K_b = 1,1$ [10]).

Маса наплавленого присадкового металу на кожен метр шва визначається таким чином:

$$M = F \cdot \rho \cdot L, [10] \quad (3.9)$$

де, F - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва зварного з'єднання, m^2 ;

ρ - густина металу шва, для низько вуглецевої сталі $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$;

L - довжина шва, м.

За формулою (3.7), враховуючи формули (3.8) і (3.9), визначаємо витрати зварювального дроту:

$$N_{\text{вир}} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 15000 \cdot 1,1 \cdot 9,7 \cdot 3,595 = 3.3 \text{ кг.}$$

Норма витрат захисного газу на зварювання рами визначається за формулою:

$$N_{\text{гзн}} = \sum N_{\text{г}} + \Pi_{\text{гзн}} [10] \quad (3.10)$$

де $N_{\text{г}}$ - в витрата захисного газу на кожен метр шва, л;

$\Pi_{\text{гзн}}$ - технологічні витрати газу на кожну зварну конструкцію, л ($\Pi_{\text{гзн}} = 0,7\text{л}$) [10].

Норматив витрати захисного газу на метр шва визначається за формулою:

$$N_{\text{г}} = \sum (N_{\text{пг}} \cdot T_{0i} + N_{\text{дгі}}), [10] \quad (3.11)$$

де, $N_{\text{пг}}$ - питома витрати суміші захисного газу, л/хв;

T_{0i} - основний час на зварювання кожного метру шва, хв;

$N_{\text{дгі}}$ - додаткові витрати суміші захисного газу на виконання попередніх та фінальних операцій при зварюванні i -го проходу, л;

n - кількість проходів, $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Оснований час зварювання одного метра шва визначається за формулою:

$$T_0 = m_{\text{н}} \cdot 60 / \alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{зв}}, [10] \quad (3.12)$$

де, $m_{\text{н}}$ - маса наплавленого металу на один метр шва;

$\alpha_{\text{н}}$ - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва, m^2 .

Додаткові витрати захисного при виконанні зварювання газу розраховуються:

$$N_{\text{дгі}} = T_{\text{пз}} \cdot N_{\text{пг}}, [10] \quad (3.13)$$

де $T_{\text{пз}}$ - час на додаткові операції, хв. ($T_{\text{пз}} = 0,2 \text{ хв}$ [10]).

Витрати суміші захисного газу визначаємо враховуючи сумарну довжину всіх швів, якими зварюються рама. Тому формула (3.10) в такому випадку буде мати наступний вигляд:

$$N_{\text{гзн}} = \sum N_{\text{г}} \cdot L \cdot \Pi_{\text{гзк}} \quad (3.14)$$

За формулою (3.7), враховуючи формули (3.14), (3.13), (3.12) і (3.11), визначаємо витрати захисного газу:

$$H_{\text{гзн}} = (10 \cdot 15000 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 60 / 12 \cdot 10^{-3} \cdot 250 + 0,2 \cdot 10) \cdot 3,595 + 0,7 \approx 51,03 \text{ л.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на кожен кг наплавленого металу [10]:

$$E = \frac{U_{\partial}}{\alpha_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}, \quad (3.15)$$

Де – U_{∂} напруга на дузі, В;

$\eta_{\text{н}}$ - коефіцієнт корисної дії, %;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт корисної дії джерела дуги, $K_{\text{н}}=0.75$;

$$E = \frac{30}{17 \cdot 0.9 \cdot 0.75} = 2.61 \quad \text{кВт},$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кожен метр шва за формулою [10]:

$$E = \frac{0.01 \cdot U_{\partial} \cdot I_{\text{зв}} \cdot t_0}{\eta_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}, \quad (3.16)$$

Де t_0 – час на зварювання кожного метра шва $t_0 = 0.019$ год.;

$$E = \frac{0.01 \cdot 30 \cdot 260 \cdot 0.018}{0.9 \cdot 0.75} = 2.08 \quad \text{кВт}.$$

Визначимо затрати електроенергії на зварювання виробу в цілому [10,с.94]:

$$E_{\Sigma} = E \cdot I_{\text{ш}},$$

$$E_{\Sigma} = 15 \cdot 2.08 = 31.2 \quad \text{кВт}.$$

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вибір типу пристосувань

Вибір та розроблення складально зварювальних пристосувань - один з головних етапів технологічного процесу виготовлення виробів. Конструювання нових пристосувань чи модернізація існуючих проводяться на основі:

- вивчення робочих технічних умов та технологічних креслень на задану зварну конструкцію;
- виготовлення заготовок і їх вихідний поверхневий стан;
- розроблення та оптимізація технологічного процесу виготовлення виробу.

При чіткому технічному обґрунтуванні слід порівнювати та свідомо аналізувати прогресивну придатність пристосування, тривалість виробничого циклу, габарити та масу а також площі та об'єм виробничих приміщень. Також необхідно враховувати кількість робітників, продуктивність, повноту завантаження обладнання, вид та кількість відходів, витрати електроенергії та матеріалів.

При економічному обґрунтуванні доцільності застосування певного виду пристосувань необхідно порівняти всі капітальні витрати на виготовлення виробів та їх собівартості, визначити економічний ефект та термін окупності капіталу вкладень.

Для виготовлення заданих металевих конструкцій високої якості необхідно забезпечити чітке складання деталей для виготовлення виробу, тобто їх чітке взаємне встановлення і закріплення.

Складання даного виробу базується на певних послідовних операціях. Подачі деталей, складових виробу чи конструктивний вузла, до місця складання. Далі необхідно встановити та закріпити ці деталі в складальному пристосуванні в регламентованому положенні. Транспортування деталей до місць складання та фіксування в необхідному положенні виконується універсальними або спеціальними транспортними обладнаннями.

Деталі закріплюють спеціальними затискними елементами складальних пристосувань.

Складальний *ТЕХНІЧНИЙ* кондуктор ЦЕ пристрій, що складається із площинної або просторової рами чи плити, на котрій закріплені установчі та затискаючі елементи. В них проводиться складання, позиціонування та зварювання виробу, тому базова основа кондуктора має бути жорсткою для компенсування зусиль, що виникають у виробі при зварюванні.

4.2 Обґрунтування вибору баз

Розташування складаних деталей в пристосуванні здійснюється згідно з правилами базування. Розміщення будь-якого твердого об'єкта в просторі визначається шістьма степенями вільності чи переміщенням вздовж трьох взаємно перпендикулярних осей і можливим обертанням навколо них. Щоб тверде тіло закріпити нерухомо, потрібно обмежити всі ступені вільності.

Поверхні заготовки, котрими вона встановлена в пристосуванні, називаються базовими. Такими базою можуть слугувати не лише поверхні заготовки а й лінії (наприклад коли циліндрична заготовка встановлена у призму) а також точки заготовок (якщо, наприклад куля встановлена на пласкій поверхні).

Отже, базами можна назвати поверхні, лінії або точки заготовок, котрі використовують для базування.

Класифікація баз проводиться в залежності від обмежених степеней вільності заготовки тією чи іншою базою:

- установчі;
- направляючі;
- опорні;
- подвійні направляючі;
- подвійні опорні.

За призначенням бази поділяються на:

- технологічні;
- конструкторські;

- вимірювальні.

Характерною особливістю всіх складальних одиниць, що входять до складу ресивера компресора, є потреба у складанні кількох деталей в заданій послідовності технологічного процесу.

При складанні даних робочих вузлів всі раніше встановлені деталі, що контактують з установчими поверхнями пристосувань, стають базами при монтажі наступних частин ресивера компресора, тому вимоги до необхідності чіткого закріплення перших підвищуються.

Процес складання та зварювання тонкостінних ємностей, які повинні працювати під тиском здійснюється, в основному, на підкладних кільцях.

Складання під зварювання проводиться із застосуванням допоміжних затискних пристроїв. Використання затискних пристроїв, які мають на меті забезпечити рівномірне та щільне притиснення країв обичайок ресивера до підкладки, дозволяє виконувати в такому пристрої однобічне зварювання без попереднього виконання прихоплення.

Поширеними затискними технологічними пристроями є без клавiшні жорсткі пристрої. Також крім без клавiшних пристроїв для можливості виконання поздовжніх зварних швів в обичайках ресивера чи будь яких тонкостінних ємностей широко використовують затискні пристрої клавiшного типу, якими зазвичай забезпечується базове зусилля притискання, що рівне 300-700 Н на кожен см довжини зварного шва.

Для виготовлення зварних конструкцій, найчастіше, використовують спеціальне устаткування чи обладнання (переважно це бувають складально-зварювальні стенди).

Специфіка базового складання під зварювання полягає в необхідності чіткого та послідовного орієнтування всіх деталей виробу, їх співміщення у відповідності до заданих розмірів згідно складальних креслень.

Для кожної конкретної деталі заданого виробу, форма її поверхні визначає форму поверхні та тип встановлених деталей у

пристосування. Таким чином, конструкція встановлених елементів виробу чи пристосування буде залежати від правильності вибору базових точок, ліній або поверхонь на деталях, що входять до складу тієї чи іншої складальної одиниці.

Для фіксування вихідних заготовок, що мають зовнішню циліндричну базову поверхню найчастіше використовують призми.

Призми можуть бути жорсткими або регульованими, з гвинтовими притискачами чи без них.

Жорсткі призми з гвинтовими притискачами використовують при складанні та зварюванні виробів з трубчастих заготовок невеликого діаметру. У пере налагоджувальних пристроях доцільніше використовувати регульовані призми.

Для встановлення довгих циліндричних заготовок застосовуються призми з короткими контактними поверхнями. Точність встановлення призми в пристрої забезпечується так званими контрольними штифтами. Які до корпусу пристрою призми прикріплюються за допомогою технічних гвинтів.

Беручи до уваги циліндричну форму ресивера компресора, доцільно використовувати саме призматичне базування.

Установчою базою вважається кожна поверхня деталі, якою вона контактує із установчими поверхнями технічного пристосування. Завдяки таким контактам деталь має зайняти чітко визначене та регламентоване розташування відносно пристосування чи зварювального обладнання.

Розташування складаних деталей в пристосуванні здійснюється згідно з правилами базування. Положення будь-якого твердого тіла в просторі визначається максимально шістьма степенями вільності-переміщенням вздовж трьох взаємно перпендикулярних осей і можливим обертанням навколо них. Щоб будь яке тверде тіло закріпити нерухомо, необхідно обмежити всі степені вільності.

Поверхні заготовки, котрими вона встановлена в пристосуванні, називаються базовими. Такими базою можуть слугувати не лише поверхні заготовки а й лінії (наприклад коли циліндрична заготовка встановлена у

призму) а також точки заготовок (якщо, наприклад куля встановлена на пласкій поверхні).

Отже, базами можна назвати поверхні, лінії або точки заготовок, котрі використовують для базування.

Класифікація баз проводиться в залежності від обмежених степеней вільності заготовки тією чи іншою базою:

- установчі;
- направляючі;
- опорні;
- подвійні направляючі;
- подвійні опорні.

За призначенням бази поділяються на:

- технологічні;
- конструкторські;
- вимірювальні.

Характерною особливістю всіх складальних одиниць, що входять до складу ресивера компресора, є потреба у складанні кількох деталей в заданій послідовності технологічного процесу.

При складанні даних робочих вузлів всі раніше встановлені деталі, що контактують з установчими поверхнями пристосувань, стають базами при монтажі наступних частин ресивера компресора, тому вимоги до необхідності чіткого закріплення перших підвищуються.

Процес складання та зварювання тонкостінних ємностей, які повинні працювати під тиском здійснюється, в основному, на підкладних кільцях.

Складання під зварювання проводиться із застосуванням допоміжних затискних пристроїв. Використання затискних пристроїв, які мають на меті забезпечити рівномірне та щільне притиснення країв обичайок ресивера до підкладки, дозволяє виконувати в такому пристрої однобічне зварювання без попереднього виконання прихоплення.

Поширеними затискними технологічними пристроями є без клавішні жорсткі пристрої. Також крім без клавішних пристроїв для можливості

виконання поздовжніх зварних швів в обичайках ресивера чи будь яких тонкостінних ємностей широко використовують затискні пристрої клавійного типу, якими зазвичай забезпечується базове зусилля притискання, що рівне 300-700 Н на кожен см довжини зварного шва.

У масовому виробництві технічних тонкостінних ємностей складання кільцевих стикових з'єднань в ідеалі може виконуватись навіть без використання спеціальних підкладних кілець.

Для виготовлення таких зварних конструкцій, найчастіше, використовують спеціальне устаткування чи обладнання (переважно це бувають складально-зварювальні автомати).

Специфіка базового складання під зварювання полягає в необхідності чіткого та послідовного орієнтування всіх деталей виробу, їх співміщення у відповідності до заданих розмірів згідно складальних креслень та тимчасового закріплення перед зварюванням за допомогою затискних пристосувань та виконання прихоплень за необхідності.

Для кожної конкретної деталі заданого виробу, форма її поверхні визначає форму поверхні та тип встановлених деталей у пристосування. Таким чином, конструкція встановлених елементів виробу чи пристосування буде залежати від правильності вибору базових точок, ліній або поверхонь на деталях, що входять до складу тієї чи іншої складальної одиниці.

Для фіксування вихідних заготовок, що мають зовнішню циліндричну базову поверхню найчастіше використовують призми.

Призми можуть бути жорсткими або регульованими, з гвинтовими притискачами чи без них.

Жорсткі призми з гвинтовими притискачами використовують при складанні та зварюванні виробів з трубчастих заготовок невеликого діаметру. У

пере налагоджувальних пристроях доцільніше використовувати регульовані призми.

Для встановлення довгих циліндричних заготовок застосовуються призми з короткими контактними поверхнями. Точність встановлення призми в пристрої забезпечується так званими контрольними штифтами. Які до корпусу пристрою призми прикріплюються за допомогою технічних гвинтів.

Беручи до уваги циліндричну форму ресивера компресора, доцільно використовувати саме призматичне базування.

4.3 Вибір типу упорів

Встановлюючи елементи чи фіксатори працівники забезпечують правильне встановлення деталей вузла в складальних пристосуваннях.

Ознакою класифікації фіксаторів є методи зафіксування заготовок у пристрої, за яким фіксатори поділяються на опори, упори, установчі пальці, призми чи знімні шаблони.

Упори мають на меті реалізувати схеми базування заготовок за бічними пласкими поверхнями. Упори бувають різноманітними: постійними, знімними, відкидними, відвідними та навіть поворотними. Постійним є ті що служать для фіксації однієї чи кількох деталей у горизонтальній площині, або задля закріплення таких деталей в площинах. Упори кріплять до основи пристрою чи можуть пригвинчувати з фіксуванням штифтами. В процесі експлуатації опорні поверхні активно спрацьовуються, тому може погіршитись точність складання. В зв'язку з чим упори повинні бути забезпечені змінними базовими пластинками, які виготовляють із гартованих сталей.

Розміри упорів також приймають виходячи із різноманітності технологічних і конструктивних факторів.

За технологічним призначенням всі упори бувають силовими чи напрямними. Силкові упори сприймають вплив від маси виробу, зварювальних залишкових деформацій та від розтягуючих чи стягуючих сил, що виникають при виконанні зварних швів.

Довжина бази силових упорів по лінії дотику з виробами має бути не меншою ніж подвійна товщина фіксованої деталі.

До всіх типів фіксаторів ставляться такі базові вимоги:

- забезпечення необхідної заданої точності при встановленні складальних деталей зварного вузла чи конструкції в цілому;
- зручне розміщення вихідних деталей у складальні пристосування;
- повний доступ до зварного шва;
- необхідна міцність і жорсткість закріплення, для запобігання виникнення деформації виробу під час виконання зварювання;
- можливість легкого вивільнення виробу з пристосування.

4.4 Вибір типу затискних елементів

Розрахунок зусиль затискання процес трудомісткий. Зусилля затискання необхідно розраховувати для обмеження переміщень, котрі виникають через деформування рами в процесі виконанням зварювання та наступного процесу охолодження, та для затискання всіх деталей при базовому складанні та для забезпечення відсутності зазорів між складовими деталями виробу.

Для складання обичайки ресивера компресора необхідно спроектувати всі притискні елементи пристосувань використовувані для затискання складних частин.

Такі зусилля необхідні для затискання всіх деталей при складанні та забезпеченні необхідних зазорів між деталями виробу для зварювання.

Враховуючи весь виробничий досвід більшості заводів зусилля кожного точкового окремого затискача приймають в межах 2 - 6 кН [14].

Враховуючи масу пристосувань та виробу, обираємо зусилля притискання 2 кН.

4.5 Опис базової системи змішування газів

Через те, що існує велика кількість різних захисних сумішей газів, тому іноді необхідно використовувати газові змішувачі (принципова схема на рис. 4.1). Газові змішувачі слугують для отримання захисної газової суміші.

Газові змішувачі бувають різноманітних типів: призначені для одного чи кількох складових газових сумішей.

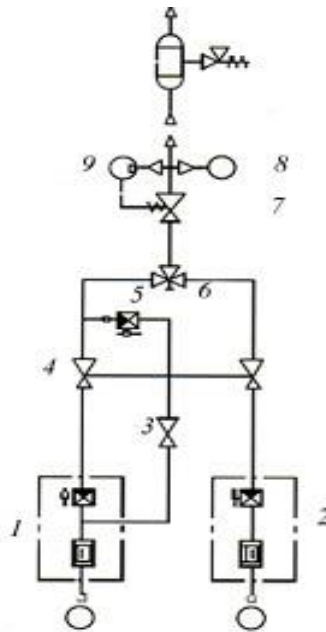


Рисунок 4.1 Схема газового змішувача двокомпонентного типу

В газових змішувачах використовуються принципи підмішування одного компонента газової суміші до іншого (або інших) для вирівнювання тиску всіх компонентів.

Найчастіше застосовуються два, три і чотирьохкомпонентні змішувачі. Розглянемо принцип роботи змішувачів на прикладі двокомпонентного змішувача. Змішувані два гази (подаються у вхідні камери що позначені на рисунку (1) і (2), які мають попередні регулятори вхідного тиску та вбудовані фільтри. З вхідних камер компоненти поступають в двокамерний редуктор (4), де відбувається чітке вирівнювання тиску компонентів заданої суміші з максимально високою точністю. Після повного вирівнювання тиску компоненти далі поступають в спеціальний блок для змішування (6); при цьому регулятор пропорцій змішуваних газів (5) має постійно контролювати відсоткове співвідношення компонентів у суміші (у відсотках від об'єму) за допомогою регулятора пілотного газу (3) (пілотний газ це один з газових компонентів суміші, використовуваних в процесі змішення, який виступає наповнювачем двокамерних редукторів для вирівнювання тиску). Чітке надходження компонентів суміші в спеціальний блок змішування здійснюється через отвори, які калібруються, та розмір яких має точно відповідати типу компоненту (для

цього виробники газових змішувачів вимагають вказувати, для яких газів планується застосовувати змішувач).

Далі через електромагнітний клапан (7) суміш надходить в регулятор (9), що згладжує нерівномірність тиску та подається в буферну ємність для подальшого впуску в магістральну мережу. Манометр (8) відображає значення тиску та витрати готової суміші.

Сигналізація змішувача, який спільно з реле тиску, контролює рівень тиску використаних газів на вході в змішувач. Сигналізатор спрацьовує, якщо раптом рівень тиску бодай одного зі змішуваних газів падає трохи нижче встановленого технічним завданням мінімуму. При цьому спрацьовує вимикач і змішувач вимикається.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Заходи, що забезпечують безпечні умови праці при зварюванні в захисних газах

Забезпечення безпечних умов праці під час здійснення зварювальних робіт в захисних газах вимагає використання електричних пристроїв, а також взаємодії з горючими та вибухонебезпечними газами, що випромінюють електричні дуги та плазму, спрямовані на інтенсивне розплавлення і випаровування металу і тому подібне. Це створює потребу в заходах безпеки та захисту працівників від можливого виробничого травматизму.

Серед можливих видів виробничого травматизму при електрозварювальних роботах можуть виникнути такі проблеми, як ураження електричним струмом, ураження зору та відкритої поверхні шкіри променями електричної дуги, опіки від крапель металу та шлаків, а також отруєння організму шкідливими газами, пилом і випарами, що виділяються під час зварювання. Затримання місць, поранення та ураження від вибухів балонів стисненого газу під час зварювання посудин із горючих речовин можуть також стати потенційними небезпеками.

Для забезпечення умов, які запобігають зазначеним видам травматизму, рекомендується вживати наступні заходи. З метою уникнення ураження електричним струмом слід дотримуватися конкретних вимог. Корпуси джерел живлення дуги та зварювального допоміжного обладнання повинні бути надійно заземлені. Заземлення слід проводити за допомогою мідного провідника, один кінець якого кріпиться до корпусу джерела живлення дуги за допомогою спеціального болта із написом "Земля", а інший кінець приєднується до заземлювальної шини чи металевого штиря, який вбивається в землю.

Заземлення пересувних джерел живлення слід проводити до їхнього підключення до мережі живлення, а зняття заземлення може відбуватися тільки після відключення від мережі живлення.

Під час виконання зовнішніх робіт із зварювання необхідно забезпечити належні умови, такі як наявність навісу, намету або будки для захисту від дощу та снігу. У випадку неможливості дотримання цих умов, зварювальні роботи не

проводяться, а зварювальну апаратуру обов'язково укривають, щоб уникнути впливу вологи.

Персонал, що має відповідальність за електрозварювальне устаткування, повинен відповідально приєднувати та від'єднувати його від мережі, а також систематично слідкувати за його справним станом під час експлуатації. Зварникам категорично заборонено виконувати ці операції.

Всі зварювальні проводи повинні мати надійну ізоляцію, яка відповідає струмам, що застосовуються. Використання проводів із старою або розпатланою ізоляцією абсолютно заборонено.

З метою захисту зору та шкіри від світлових і невидимих променів дуги електрозварювальники та їх асистенти повинні користуватися щитками, масками або шоломами, в основні отвори яких вставлені спеціальні скла - світлофільтри. Вибір світлофільтра залежить від зварювального струму та характеру зварювальних робіт.

В стаціонарних цехах для запобігання впливу випромінювань встановлюють закриті зварювальні kabіни, а при будівельних та монтажних роботах використовують переносні щити або ширми.

При використанні балонів із стиснутим газом слід дотримуватись установлених заходів безпеки, таких як уникання кидання балонів та їх розташування подалі від нагрівальних пристроїв. Балони має зберігатись у вертикальному положенні.

У процесі зварювання та оббивці шлаків необхідно пам'ятати, що краплі розплавленого металу та шлаків можуть потрапити в складки одягу, кишені та черевики, спричиняючи опіки та пропалення одягу. Зварникам рекомендується працювати в спецодязі із брезенту або щільного сукна, у рукавицях та головному уборі. При зварюванні швів у вертикальних, горизонтальних та стельових площинах слід надягати брезентові нарукавники і щільно зав'язувати їх поверх рукавів у кисті рук. Шви слід зачищати лише після повного остигання та обов'язково в окулярах із простим склом.

Зварювання електродами з якісним покриттям може призводити до особливого забруднення повітря пилом та газами. Склад пилу та газів залежить від вмісту покриття та складу зварюваного металу та електроду. При

автоматичному зварюванні кількість газів та пилу значно менша, ніж при ручному зварюванні.

Загально-обмінна штучна вентиляція при зварюванні в середовищі захисних газів

Усунення шкідливих газів та пилу з зони зварювання та подача чистого повітря забезпечується за допомогою місцевої та загальної вентиляції. При облаштуванні зварювальних кабін обов'язково передбачається місцева витяжна система з верхнім, бічним або нижнім відсмоктувачем, яка ефективно видаляє гази та пил безпосередньо з зони зварювання. Загальна вентиляційна система повинна працювати у витяжному режимі, виводячи забруднене повітря з робочих приміщень та забезпечуючи подачу свіжого повітря. У холодний період року повітря підігрівається до температури 20...22°C за допомогою спеціального нагрівача-калорифера.

У процесі зварювання у закритих приміщеннях та замкнених конструкціях важливо забезпечити надходження свіжого повітря під невеликим тиском через спеціальний шланг безпосередньо в робочу зону зварника. Мінімальний об'єм свіжого повітря повинен становити не менше 30 м³/м. Відсутність вентиляції під час зварювання в закритих приміщеннях та конструкціях є неприпустимою. Вентиляційне обладнання має забезпечити ефективний повітрообмін під час ручного електродугового зварювання з електродами із якісними покриттями у розрахунку 4000...6000 м³ на 1 кг витрати електродів; для автоматичного зварювання під флюсом — приблизно 200 м³ на 1 кг дроту; у випадку зварювання у вуглекислому газі — до 1000 м³ на 1 кг дроту.

Система загальнообмінної вентиляції при зварюванні в атмосфері вуглекислого газу призначена для створення необхідних умов мікроклімату та підтримання чистоти повітря в усьому робочому просторі приміщення. Вона ефективно видаляє зайве тепло в умовах відсутності токсичних викидів, а також у випадках, коли технологічний процес та особливості виробничого обладнання виключають можливість використання місцевої системи витяжної вентиляції.

Розглядаючи чотири основні схеми організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції, можна виділити важливі аспекти, що визначають ефективність цих схем.

Схеми "зверху-вниз" та "зверху-вверх" є доцільними у випадку, коли припливне повітря в холодну пору року має температуру нижчу, ніж температура в приміщенні. У цих випадках припливне повітря, перш ніж досягти робочої зони, нагрівається за рахунок тепла повітря у приміщенні.

Схеми "знизу-вверх" та "знизу-вниз" рекомендуються, коли припливне повітря в холодну пору року попередньо підігрівається, і його температура вища, ніж температура в приміщенні.

В разі виокремлення газів та парів з густиною, що перевищує густину повітря, загальнообмінна вентиляція повинна забезпечити видалення 60% повітря з нижньої зони приміщення та 40% з верхньої, забезпечуючи ефективно усунення забрудненого повітря. У випадках, коли густина газів менша за густину повітря, видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні.

5.2 Протипожежні заходи в спроектованій дільниці

У зварювальних цехах, на будівельно-монтажних площадках, на зварювальних і наплавочних ділянках необхідно суворо виконувати наступні правила, що запобігають можливості виникнення пожежі від іскор, що розлітаються і бризк розплавленого металу:

Робоче місце зварника повинне бути цілком очищене від легкозаймистих або вибухонебезпечних матеріалів. Легкозаймисті рідини і різні горючі матеріали повинні знаходитись від місця зварювання на відстані не менш 30 м., ацителеніві генератори і балони з горючими газами – на відстані не менш 10 м.

У місцях виконання зварювальних робіт захист від іскор, що розлітаються, і бризк металу повинна забезпечуватися металевими або брезентовими ширмами, на ділянках зварювання повинні бути вогнегасники, шухляди з піском, бочки з водою, різний пожежний інвентар, обов'язково телефонний зв'язок і пристрої для звукових сигналів.

Усі робітники та службовці при надходженні на роботу або при зміні робочих місць повинні бути проінструктовані з протипожежної безпеки і по прийнятому на підприємстві протипожежному режимі. На великих ділянках і в

цехах повинні бути офіційно назначені відповідальні за стан протипожежних засобів і виконання протипожежного режиму роботи.

Обов'язково два рази в тиждень перевіряти стан зварювального обладнання.

При гасінні пожежі, що виникла в результаті витті загорання рідин (бензину, гасу, рідких мастильних матеріалів), не можна користуватися водою або рідкопінним вогнегасниками, необхідні пісок або спеціальні густопінні вогнегасники. Відповідальність за протипожежний стан окремих цехів, майстерень, складів і інших об'єктів, а також за своєчасне виконання протипожежних заходів на них покладається персонально на начальників цехів, майстерень, складів і т. д. Тому з усіх питань, зв'язаних із уживанням заходів протипожежної безпеки, необхідно звертатися насамперед до зазначених керівників. При аваріях зварювані роботи допускається робити під спостереженням начальника цеху без письмового дозволу. Після закінчення вогневих робіт зварник зобов'язаний ретельно оглянути місце проведення цих робіт, полити водою легкозаймисті конструкції й усунути порушення, що можуть привести до виникнення пожежі. У даний час існують загальні правила й інструкції про пожежну безпеку для найбільш розповсюджених виробництв усіх міністерств і відомств. Вимоги по пожежній безпеці для різних виробництв у відповідні правила техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах для цих виробництв.

5.3 Стійкість роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях

Цивільна оборона є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і воєнний час з метою захисту населення і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха і сучасних засобів ураження.

Цивільна оборона України організовується за територіально-виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, з врахуванням особливостей кожного району.

Кабінет Міністрів України постійно приділяє увагу розвитку цивільної оборони, підвищенню її ролі у захисті населення, підвищенню її значення, визначає основні принципи її побудови, характер і обсяг завдань, що вирішуються.

Територіальний принцип полягає в організації цивільної оборони на території областей, міст і районів, сільських місцевостей відповідно до адміністративного поділу території. Згідно з цим, відповідальність за стан цивільної оборони на цих територіях несуть виконавчі органи влади, а начальниками цивільної оборони, які безпосередньо здійснюють керівництво цивільною обороною є голови виконавчих органів влади.

Виробничий принцип полягає в організації цивільної оборони в кожній установі, підприємстві.

На цивільну оборону підприємства покладені такі основні обов'язки:

- оповіщення працівників та членів їх сімей при загрозі нападу, стихійного лиха і катастроф;
- забезпечення сховищами працюючої зміни, підтримка в сані постійної готовності захисних споруд і спеціальних споруд ЦО;
- проведення заходів, що забезпечують стійкість роботи об'єкту в мирний та воєнний час;
- створення, підготовка і підтримка в постійній готовності сил ЦО об'єкту.

Сучасний типовий комплекс промислового підприємства складають споруди і будівлі, в яких розміщуються виробничі цехи, верстатне і технологічне обладнання, будівлі енергетичного господарства, системи енергопостачання, інженерні і паливні комунікації, окремо розташовані технологічні установки, мережа внутрішнього транспорту, системи зв'язку і управління, складське господарство, різноманітні будівлі і споруди адміністративного, побутового і господарського призначення.

Принципами стійкості роботи промислового підприємства в надзвичайних ситуаціях є єдина нормативна і директивна база, яка включає:

- Конституцію України;
- Закон про цивільну оборону України;

- положення по цивільній обороні;
- нормативні документи по стійкості роботи об'єктів;
- директиви начальника штабу цивільної оборони України.

Під стійкістю роботи промислового підприємства розуміють їх можливість в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу виробляти продукцію в запланованому обсязі і номенклатурі, а при слабких пошкодженнях відновлювати виробництво в мінімальні терміни.

Стійкість роботи промислового підприємства складається із:

- 1) стійкості інженерно-технічного комплексу до дій зовнішніх факторів при аваріях, катастрофах, стихійному лихові, а також при застосуванні щодо них сучасної зброї;
- 2) стійкості виробничої діяльності.

Під стійкістю роботи об'єктів, які не виробляють матеріальних цінностей, розуміють їх можливість виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій [23].

Фактори, від яких залежить стійкість роботи об'єктів в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу:

- 1) надійність захисту робітників і службовців;
- 2) безпечність розташування об'єкту відносно зон можливих зруйнувань;
- 3) можливість інженерно-технічного комплексу протистояти ударній хвилі будь-якого вибуху і уражаючим діям ядерної зброї;
- 4) безперервність постачання електроенергією, паливом, сировиною, газом і всім необхідним для випуску продукції;
- 5) надійність керування виробництвом, силами і засобами цивільної оборони;
- 6) підготовленість підприємства до поновлення виробництва і проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Основними документами для організації дослідження стійкості роботи об'єкту є: наказ керівника підприємства; календарний план основних заходів по підготовці та проведенню дослідження; план проведення досліджень.

ВИСНОВКИ

З метою вдосконалення технології виготовлення рами візка вантажопідйомного крану запропоновано:

1. Напівавтоматичне зварювання в середовищі суміші газів $\text{CO}_2 + \text{O}_2$;
2. Сучасне зварювальне обладнання, а саме напівавтомат інверторного типу «Патон» **ПСИ-L-350** і пальник типу RF GRIP 36;
3. Гвинтові притискачі замінити на пневматичні, що значно підвищить продуктивність праці, якість складання і зварювання виробу та якість в цілому.

Проведено аналітичне дослідження впливу легуючих і мікролегуючих елементів на зварюваність, кінетики фазових перетворень аустеніту в металі БШЗ, проводився розрахунок термічних циклів і визначення швидкостей охолодження при зварюванні.

Внаслідок впровадження запропонованих інженерних рішень при виготовленні рами візка вантажопідйомного крана можуть бути досягнуті такі результати:

- рівень механізації та автоматизації виготовлення рами може зрости на 25%;
- продуктивність праці зросте на 18.6% і зменшиться час на виготовлення виробу;
- собівартість виробу знизиться на 12 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Марочник сталей і сплавів: Довідник. Вид. 3-є, доповнене / Шишков М.М. – Донецьк, 2000. – 456 с.
2. Березін Л.Я, Хоменко М.М. Теорія зварювальних процесів: Навчальний посібник для студентів спеціальності 6.092300 – „Технологія та устаткування зварювання”. –Чернігів: ЧДТУ, 2002. –268 с.
3. Биковський О.Г. Довідник зварника.- К.: Основа, 2014.- 448с.
4. Обладнання та технологія зварювальних робіт. Навчальний посібник під пед. І.В. Гуменюк, Київ: Грамота, 2014-120с.
5. G. Hoyle. Electroslag processes. Principle and Practice. Applied Science Publishers LTD : The Universities Press (Belfast), England, 1983. 215p.
6. Що таке зварювальний інвертор. Основні принципи його роботи. <https://paschenko.org.ua/nekatehoryzovano/scho-take-zvaryuvalnyj-invertor-osnovni-pryntsypu-joho-roboty.html>
7. Биковський О.Г. Зварювання та різання кольорових металів. Довідковий посібник. – К.: Основа. – 2011. – 392с.
8. MIG/MAG Welding Torches AB GRI. <https://www.binzel-abicor.com/DE/eng/products/manual/migmag-torches/welding-torch-ab-grip/>
9. Короткий посібник із контролю якості зварних з'єднань / Троїцький В.О. — Київ, Фенікс. - 2006. - 320 с.
10. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання.- Чинний від 01.07.1996. – К.: Держстандарт України, 1995.-36 с.
11. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві [Текст] / А.С. Карпенко / -К.: Арістей, 2005. – 268с.
12. Карпенко А.С. Приклади розрахунку складально-зварювальної оснастки: А.С. Карпенко.- К: НТУУ «КПІ», 2011 - 73 с.
13. Виробництво зварних конструкцій/ Г.О. Кривов, К.О. Зворикін – К: КВЦ, 2012-896с.

14. Налобіна О. О., Бундза О. З., Серілко Д. Л., Голотюк М.В. Конструювання вузлів та агрегатів : навч. посібник. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2020. – 331 с.
15. Шпак Р.І. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень: методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів [Текст]/ Р.І.Шпак. – Тернопіль, 2016- 39 с.
16. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві Навчальний посібник. [Текст] / О.Г. Левченко–К.: Основа, 2010–240 с.
17. Васійчук В.О., Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. Основи цивільного захисту: Навч. посібник / В.О. Васійчук, В.Є Гончарук, С.І.Качан, С.М. Мохняк.- Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2010. - 417с.
18. Білявський Г. О. Основи загальної екології: Підручник / Г. О. Білявський, М. М. Падун, Р. С Фурдуй. - 2-е вид., зі змінами. К.: Либідь, 1995. - 368 с.
19. Юрченко Л. І. Екологія. Навчальний посібник. – К.: «Видавничий дім «Професіонал», Центр учбової літератури, 2009. – 304 с
20. Технологія електродугового зварювання: Підручник / І. В. Гуменюк, О. В. Іваськів, О. В. Гуменюк – К.: Грамота, 2006. – 512с

ДОДАТКИ

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			2023.КРМ.22.722.00.000 СБ	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	2023.КРМ.22.722.01.000	Механізм подачі	1	
		2	2023.КРМ.22.722.02.000	Механізм обертання	1	
		3	2023.КРМ.22.722.03.000	Шпindelь	2	
		4	2023.КРМ.22.722.04.000	Планшайба	2	
		5	2023.КРМ.22.722.05.000	Важільний механізм	2	
				<u>Деталі</u>		
		6	2023.КРМ.22.722.00.001	Кулачковий затискач	8	
		7	2023.КРМ.22.722.00.002	Упор	8	
		8	2023.КРМ.22.722.00.003	Кришка	2	
		9	2023.КРМ.22.722.00.004	Корпус	2	
		10	2023.КРМ.22.722.00.005	Підставка	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		11		Гайка М20.5	16	
				ГОСТ 5927-70		
				2023.КРМ.22.722.00.000 СП		
Зм.	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата		
Розробив					Літ.	Аркуш
Перевіри в						Аркушів
Консул..						1
Н. контр.						2
Зав. каф.					ТНТУ, ФМТ гр.МПм-61	
					Двостійковий кантувач. Складальне креслення.	

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A0			2023.КРМ.22.722.00.000	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
		1	2023.КРМ.22.722.01.001	Станина	12	
		2	2023.КРМ.22.722.02.002	Плита	24	
		3	2023.КРМ.22.722.03.003	Ролик опорний	1	
		4	2023.КРМ.22.722.04.004	Ролик прижимний	1	
		5	2023.КРМ.22.722.05.005	Замок	1	
		6	2023.КРМ.22.722.06.006	Тумба	1	
		7	2023.КРМ.22.722.07.007	Муфта	1	
		8	2023.КРМ.22.722.08.008	Важіль	2	
		9	2023.КРМ.22.722.09.010	Упор	24	
		10	2023.КРМ.22.722.10.011	Корпус	24	
		11	2023.КРМ.22.722.11.012	Кришка	24	
		12	2023.КРМ.22.722.12.013	Підставка	48	
		13	2023.КРМ.22.722.13.014	Планка	48	
		14	2023.КРМ.22.722.14.015	Упор	30	
		15	2023.КРМ.22.722.15.016	Штифт	40	
		16	2023.КРМ.22.722.16.017	Упор	20	
		17	2023.КРМ.22.722.17.018	Упор	10	
		18	2023.КРМ.22.722.18.019	Упор	8	
			2023.КРМ.22.722.00.000 СГ			
Зм.	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата		
Розробив	Козак І.				Літ.	Аркуш
Перевірив	Мариненко С.					1
Консульт.						2
Н. контр.	Дячун А.				ТНТУ, ФМТ гр.МГМ-61	
Зав. каф.	Окіпний І.					
					Кондуктор для складання та зварювання рами	

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
		44	2023.KPM.22.722.00.287	Кільце	8	
		45	2023.KPM.22.722.00.045	Рейка	8	
		46	2023.KPM.22.722.00.046	Вісь	4	
		47	2023.KPM.22.722.00.047	Кришка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		48		Болт М16×50		
				ГОСТ 7808-62	28	
		49		Шайба пружинна 16Н		
				ГОСТ 6402-61	44	
		50		Електродвигун АО-42	1	
		51		Болт М14×55		
				ГОСТ 7808-62	4	
		52		Шайба пружинна 14Н		
				ГОСТ 6402-61	4	
		53		Редуктор РМ250-IV-2К	1	
		54		Кран пневматичний ручний	3	
		55		Болт фундаментальний М24	28	
		56		Гайка М24		
				ГОСТ 5927-82	28	
		57		Шайба 24	28	
		58		Гайка М43×1.5		
				ГОСТ 3104-46	4	
		59		Шпонка	2	
		60		Болт М16×100		
				ГОСТ 7808-62	8	
				2023.KPM.22.722.00.000 СБ		
						Акр
						3
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Протокол аналізу звіту подібності керівником роботи

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою

виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Козак Ілля Михайлович

Співавтор:

Назва: НА АНТИПЛАГІАТ (КОЗАК) нове.doc

Науковий керівник:

Підрозділ: кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

Коефіцієнт подібності 1:9.2%

Коефіцієнт подібності 2:2.3%

Мікропробіли: 3

Заміна букв: 13

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2023-12-25 03:36:31.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедур. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

Підпис керівника