

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу виготовлення секції стріли
піднімального механізму

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МП-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

Павліцький В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Паньків М.Р.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дячун А.Є.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Окіпний І.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та
ініціали)

«12» лютого 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Павліцький Віталій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу виготовлення секції стріли піднімального механізму

Керівник роботи Паньків Марія Романівна, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від « 29 » січня 2024 року № 4/7-79 .

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи базовий технологічний процес

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Зміст. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.

Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Перелік посилань.

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

Карта технологічного процесу. Стенд для зварювання . Зварювальні пристосування

Установка для різання

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Сенчишин В.С., к.т.н, доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 14 лютого 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Реферат</i>	<i>05.02.2024</i>	
	<i>Зміст</i>	<i>07.02.2024</i>	
	<i>Вступ</i>	<i>14.02.2024</i>	
	<i>Аналітична частина</i>	<i>26.02.2024</i>	
	<i>Технологічна частина</i>	<i>18.02.2024</i>	
	<i>Конструкторська частина</i>	<i>03.06.2024</i>	
	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>07.06.2024</i>	
	<i>Висновки</i>	<i>09.06.2024</i>	
	<i>Перелік посилань</i>	<i>10.06.2024</i>	
	<i>Графічна частина</i>	<i>18.06.2024</i>	

Студент

(підпис)

Павліцький В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паньків М.Р.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Метою дослідження є удосконалення технологічного процесу виготовлення піднімального механізму стріли.

В КРБ проведено конструювання та розрахунок пристосування для складання та зварювання секції стріли підйомного механізму.

У процесі виконання роботи проводилися аналізи існуючих способів зварювання подібних зварних конструкцій.

В результаті дослідження було розроблено пристосування для складання та зварювання.

ЗМІСТ

1	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1	Аналіз конструкції виробу	7
1.2	Характеристика матеріалу виробу	8
1.3	Характеристика базового технологічного процесу	9
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	11
2.1	Розроблення варіанту удосконаленого технологічного процесу	11
2.2	Вибір способу зварювання	12
2.3	Вибір зварювальних матеріалів	21
2.4	Розрахунок режимів зварювання	24
2.5	Вибір зварювального та складального обладнання	26
2.6	Технологічний процес збирання виробу та контроль якості зварних з'єднань	28
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	34
3.1	Вибір пристосування	34
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	37
4.1	Класифікація шкідливих речовин	37
4.2	Питання техніки безпеки при експлуатації установок високих, надвисоких і ультразвукових частот	44
	ВИСНОВКИ	42

ВСТУП

Складально-зварювальні пристрої при виготовленні зварювальної конструкції дозволяють вирішувати завдання підвищення продуктивності праці та якості складання та зварювання конструкції.

Актуальність даної роботи полягає у розробці пристосування, що дозволяє розширити технологічні можливості зварювального обладнання, підвищити продуктивність за рахунок механізації процесу, знизити рівень необхідної кваліфікації персоналу та знизити собівартість конструкції.

Об'єктом дослідження є конструкція секції стріли піднімального механізму,

Метою даної роботи є конструювання та розрахунок пристосування для збирання та зварювання секції стріли підйомного механізму, яке дозволить виготовити зварну конструкцію необхідної точності.

.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції виробу

Секція стріли підйомного механізму входить до складу основних елементів вантажного крана і є однією з найважливіших і відповідальних частин, що забезпечує необхідне значення вильоту та висоту підйому вантажопіднімального органу.

Деталь являє собою зварну конструкцію коробчастого перерізу, що складається з двох листів, які утворюють основну збірну одиницю виробу – короб, до якого приварюють наступні зварні частини і деталі.

Зовнішній вигляд секції стріли зображено на рис. 1.1.

Конструктивно виріб складається з 27 деталей.

Маса виробу складає 108,19 кг.

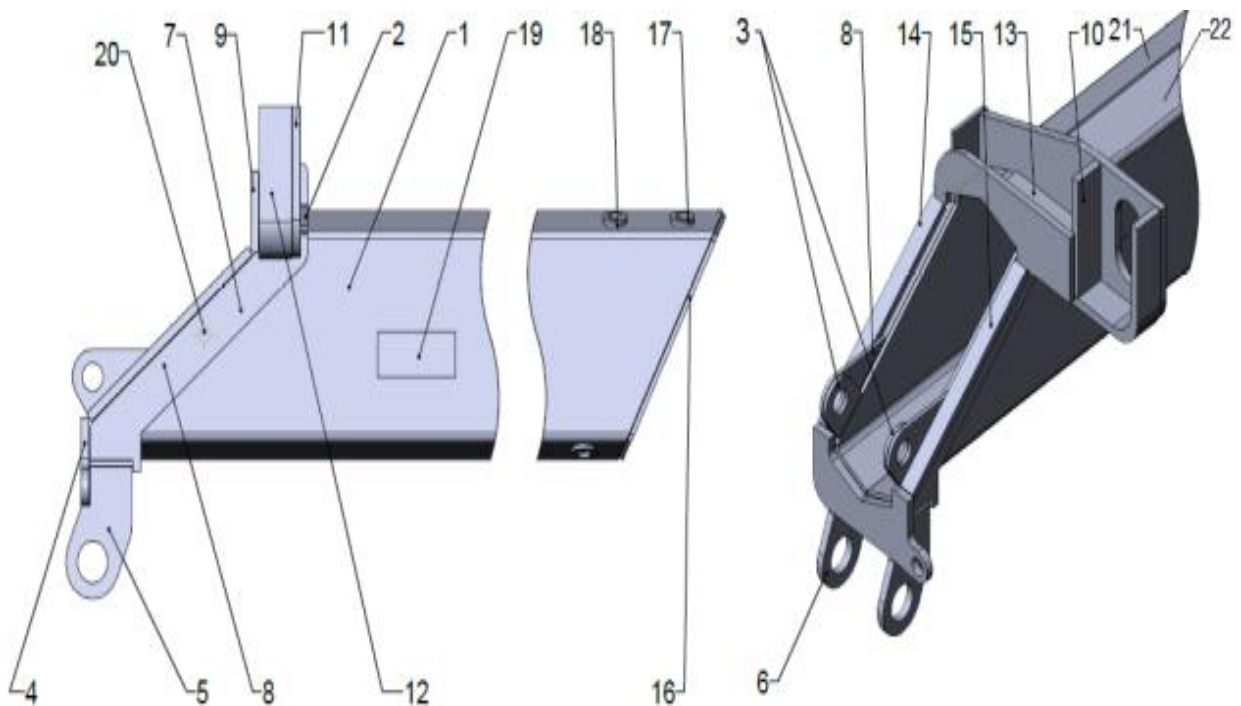


Рисунок 1.1 – Секція стріли підйомного механізму: 1 – короб; 2 – накладка; 3 – вухо; 4 – лист; 5,6 - вухо; 7,8 - накладка; 9 – лист; 10 – ребро; 11 – лист; 12 – ребро; 13 – ребро; 14, 15 – смуга; 16 – кришка; 17, 18 – втулка; 19 – бірка; 20 – елементи електроустаткування; 21, 22 – лист короба

Цей виріб входить до складу стріли крана, який у свою чергу є вантажопідіймною машиною з силовим приводом. Дана машина призначена для піднімання та переміщення вантажів у просторі тощо.

1.2 Характеристика матеріалу виробу

Матеріал для виготовлення конструкції повинен характеризуватися міцністю і надійністю, мати хороший опір навантаженням, і поряд з високою міцністю, мати в'язкість. Найкраще поєднання міцності, довговічності та надійності має сталь, в більшості випадків вона є основним матеріалом для виготовлення відповідальних конструкцій, які піддаються навантаженням.

Як основний матеріал, для виготовлення деталей використовується сталь 09Г2С.

Сталь 09Г2С – сталь конструкційна низьколегована кремнемарганцевиста, яка призначена для виготовлення деталей зварних конструкцій.

Хімічний склад та механічні властивості стали представлені в таблицях 1.1 та 1.2:

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Сталі 09Г2С

Марка	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P	V
09Г2С	≤ 0,12	1,3-1,7	0,5-0,8	≤ 0,3	0,3	≤ 0,3	≤ 0,035	≤ 0,03	≤ 0,12

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі Сталі 09Г2С

Марка	Межа міцності, δв, мПа	Межа плинності, δт, мПа	Відносне подовження, δ, %	Товщина прокату
09Г2С	480	345	21	До 140

Метал цієї марки класифікується низьколегована кремній-марганцевиста сталь. Належить до класу конструкційних сплавів, широко застосовується у будівництві та виготовленні відповідальних металоконструкцій.

Відрізняється високою міцністю, що дозволяє створювати легші вироби за рахунок економії на товщині металу. Сталь зберігає свої властивості при низьких температурах навколишнього середовища.

Особливості двофазної структури металу при правильній термообробці допускають застосування при виготовленні виробів методами глибокої витяжки або пресування.

Конструкційна сталь 09Г2С має високу здатність зберігати свої характеристики при роботі під тиском у широкому температурному інтервалі, довговічна, стійка до навантажень зі змінним вектором сили, а також піддається термічній обробці, яка значно впливає на показники механічних показників.

1.3 Характеристика базового технологічного процесу

У базовому ТП дана деталь виготовляється механізованим напівавтоматичним зварюванням.

Цей вид зварювання включає процес зварювання, з електродним дротом, що автоматично подається в зону зварювання і одночасно захисним газом, що надходить у цю ж зону, який забезпечує захист електродного та основного металів.

Принцип цього способу зварювання досить зрозумілий, процес управління пальником відбувається вручну, а подача дроту автоматично, із сопла пальника виходить дріт, який подається з котушки за допомогою подає механізму (підведення зварювального струму здійснюється через ковзний контакт) і суміш захисних газів, яка у свою чергу витісняє повітря із зони зварювання

Дана методика зварювання дозволяє накласти якісні шви на метал. Мідний дріт дає можливість досягти кращого з'єднання зі складними матеріалами. Товщина нитки знаходиться в районі 0,7-1,2 мм: чим товщі заготівля, тим масивніша нитка.

Технологія дозволяє:

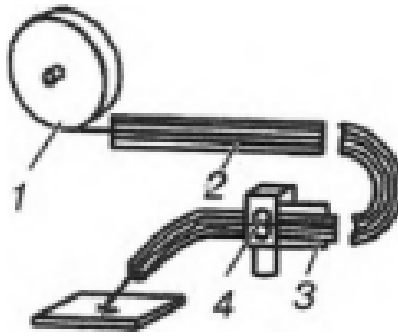


Рисунок 1.2 – Схема напівавтомата: 1 – котушка; 2 – шланг; 3 – пальник; 4 – привідні ролики

- захистити майстра від диму - у процесі робіт він майже не утворюється;
- уникнути появи шлаку на шві;
- покращити якість шва, підвищити швидкість роботи;
- працювати з будь-якими матеріалами;
- з'єднувати будь-які заготовки.

Переваги:

1. Можливість оцінки шва під час роботи – шлак не перешкоджає огляд оператору.
2. Робота з тонкими листами зі сталі завтовшки 0,5 мм.
3. Доступна ціна, порівняно з аналогічними технологіями.
4. Робота не тільки з конструкційною сталлю, а й з іншими металами – чавун та алюміній.
5. Максимальна зварювальна продуктивність – у порівнянні з газовим, ручним або іншими видами зварювання.

Недоліки:

1. При роботі з апаратом, включеним на повну потужність, знадобиться водяне охолодження для запобігання перегріву обладнання.
2. При контакті з CO_2 відбувається розбризування електродного металу.
3. При зварюванні без газу розбрикується залізо.

Незважаючи на мінуси, зварювання активно застосовується на багатьох виробництвах.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розроблення варіанту удосконаленого ТП

Вибираємо зварювання в середовищі захисної суміші $Ar+CO_2$, електродом що плавиться.

Такий вид зварювання є поширеним на підприємствах машинобудівної галузі, до того ж маючи низку переваг, такі як:

- високі механічні властивості зварних швів;
- менша схильність до утворення гарячих тріщин;
- менша собівартість зварювальних робіт;
- висока продуктивність;
- зварювання у всіх просторових положеннях;
- легка техніка зварювання

2.2 Вибір способу зварювання

Зварювальні роботи напівавтоматом вимагають попередньої підготовки. Однією з найважливіших умов зварювання є захист зварювальної ванни від кисню, що входить до складу повітря.

Кисень є найпотужнішим окислювачем, здатним моментально увійти в реакцію з розплавленим металом, перетворивши його на оксид.

Більшість металів мають високу тенденцію до приєднання кисню (з утворенням оксидів) та меншою мірою до приєднання азоту (з утворенням нітридів).

Кисень також реагує з вуглецем, що міститься у металі, з утворенням оксиду вуглецю. Оксиди, нітриди та оксид вуглецю при розчиненні в металі шва утворюють дефекти зварного шва. Крім захисту зварювальної ванни, захисний газ впливає на характеристику дуги, спосіб перенесення електродного металу, глибину проплавлення та профіль зварювального шва, продуктивність зварювання, схильність до пропалювання та ступінь зачистки зварного шва



Рисунок 2.1 – Класифікація способів дугового зварювання в середовищі захисних газів

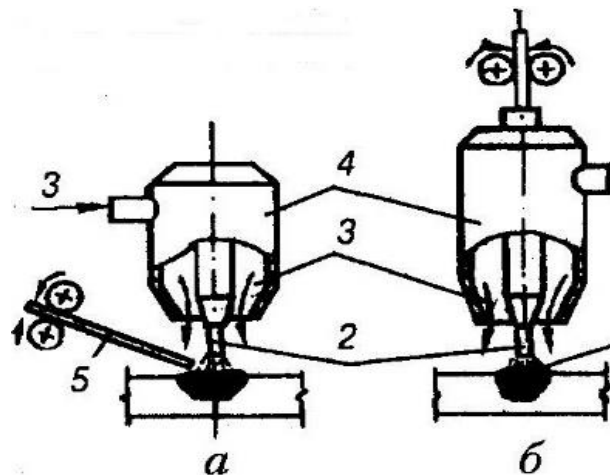


Рисунок 2.2 – Схеми зварювання в середовищі захисних газів: а) плавким електродом; б) неплавким електродом; 1 – зварювальна дуга; 2 – електрод; 3 – захисний газ; 4 – газове сопло пальника; 5 – зварювальний дріт

Захисний газ дозволяє належним чином виконати зварювальні роботи у місцях, де шов має бути бездоганним. Звичайно, якщо зварювання проводиться на не лицьових панелях або в умовах постійного протягу, поза приміщенням, доведеться використовувати спеціальний флюсовий зварювальний дріт.

Захисні гази поділяються на інертні та активні.

Інертні гази хімічно не взаємодіють із нагрітим металом, тоді як активні гази вступають у хімічну реакцію та розчиняються в металі.

Для зварювання сталі використовують CO_2 (активний газ) або $\text{Ar}+\text{CO}_2$ (зварювальну суміш на основі аргону).

Вуглекислий газ чинить на метал зварювальної ванни окислювальну, а також дію, що вуглецеві. Перешкодою для застосування вуглекислого газу як захисне середовище є пори в швах. Пори викликаються при кипінні металу, що твердне, зварювальної ванни через виділення CO , внаслідок недостатньої розкисленості металу.

Чистий аргон дає відмінні результати при зварюванні кольорових металів. Тим не менш, цей газ у чистому вигляді дає не зовсім задовільні характеристики при зварюванні чорних металів.

Аргонова дуга має тенденцію до пропалу.

Додавання до аргону 3-10% вуглекислого газу (до 25%) дає помітне поліпшення характеристики.

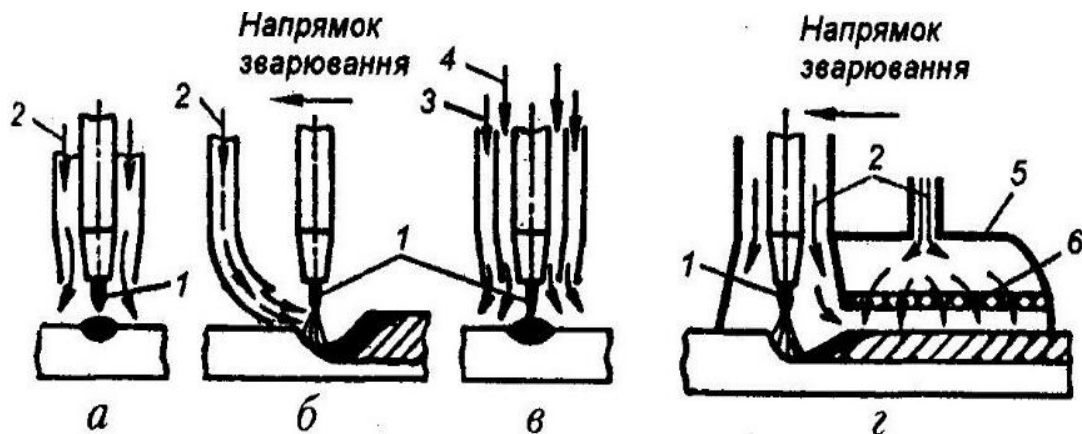


Рисунок 2.3 – Схеми подачі захисного газу в зону зварювання: а) центральна; б) бокова; в) двома потоками; г) в насадку; 1 – електрод; 2 – захисний газ; 3, 4 – потоки газу; 5 – насадка; 6 – розподільна сітка

При додаванні до аргону вуглекислого газу відбувається збільшення градієнта потенціалу та збільшення концентрації енергії дуги. Як наслідок, розміри дуги зменшуються, а тиск дуги на ванну та краплю на електроді збільшується.

Частка вуглекислого газу зварювальної суміші безпосередньо впливає процес зварювання. При вмісті CO_2 у суміші до 15% відбуваються ті ж процеси, що і при зварюванні в чистому аргоні:

- крупно краплинний;
- імпульсно-дуговий;
- струменевий (при силі струму вище критичної, але критичні струми в цій суміші більші, ніж в аргоні).

При вмісті в суміші 20-25% вуглекислого газу відбувається процес з частими примусовими короткими замиканнями (використовується дріт діаметром 0,6 мм або 1,4 мм), крупнокраплинний, струминний та імпульсно-дуговий.

Сила критичного струму струминного процесу вища, ніж у чистому аргоні та сумішах з меншим вмістом вуглекислого газу.



Рисунок 2.4 – Аргонове зварювання

Осцилятор для запалювання дуги подає на електрод високочастотні високовольтні імпульси, що іонізують дугового проміжок і забезпечують запалювання дуги після включення зварювального струму.

Якщо аргонне зварювання виробляється на змінному струмі, осцилятор після запалювання дуги переходить в режим стабілізатора і подає імпульси на дугу в момент зміни полярності, щоб запобігти деіонізації дугового проміжку і забезпечити стійке горіння дуги.

Технологічні властивості дуги значною мірою визначаються родом і полярністю зварювального струму. При прямій полярності на виробі виділяється до 70% теплоти дуги, що забезпечує глибоке проплавлення основного металу.

При зворотній полярності напруга дуги вище, ніж при прямій полярності. На аноді - електроді виділяється велика кількість енергії, що призводить до значного його розігріву і, як наслідок, підвищеному його витраті.

Аргоннодугове зварювання неплавким електродом на постійному струмі зворотної полярності практично не застосовується. Леговані сталі, мідні та титанові сплави зварюються на постійному струмі прямої полярності.

При зварювання алюмінієвих і магнієвих сплавів застосовується змінний струм. Застосування змінного струму виробляє очищаючу дію на зварювальну ванну. У напівперіоди зворотної полярності важкі позитивні іони вдаряючись об поверхню металу руйнують і розпилюють оксидну плівку (так званий ефект катодного розпилення).

При ручному аргоннодуговому зварюванні на постійному струмі прямої полярності кінець вольфрамового електрода заточують на конус. Довжина заточення, як правило повинна бути дорівнює двом-трьом діаметрам електрода. При зварюванні на змінному струмі робочий кінець вольфрамового електрода заточують у вигляді півсфери.

Аргоннодугове зварювання можна виконувати всі види з'єднань: стикові, таврові, нахлесточного і кутові.

При зварюванні активних металів необхідно не тільки отримати хороший провар в корені шва, по і забезпечити захист від повітря зі зворотного боку розплавленого і нагрітого металів. Це досягається використанням мідних або інших підкладок з канавками, до яких подається захисний інертний газ.

Ця ж мета в деяких випадках досягається при використанні флюсових подушок. При високій хімічній активності титану і його сплавів неодмінною умовою отримання якісного з'єднання при зварюванні є не тільки хороший захист зварювальної ванни, а й повна двостороння захист ділянок зварного з'єднання, нагрітих вище 500 градусів, від взаємодії з повітрям. Для це застосовуються спеціальні насадки і продувки.

Для зварювання тугоплавких і активних металів, для поліпшення захисту нагрітого і розплавленого металу використовують спеціальні камери (зварювання в контрольованій атмосфері). Деталі поміщають у спеціальні камери, відкачують повітря до створення вакууму і заповнюють інертним газом високої чистоти. Зварювання виконують вручну або автоматично з дистанційним управлінням.

Для зварювання в контрольованій атмосфері великогабаритних виробів знаходять застосування жилі камери об'ємом до 450 м³. Зварювальник знаходиться всередині камери в спеціальному скафандрі з індивідуальною системою дихання. Інертний газ, що заповнює камеру, регулярно очищається і частково замінюється. Для доступу зварювальника в камеру і подачі необхідних матеріалів є система шлюзів.

Ручне аргоннодугове зварювання виконують без коливальних рухів пальники, які не рекомендується застосовувати через можливість порушення захисту зони зварювання. Кут між віссю мундштука аргоннодугового пальника і площиною виробу, що зварюється повинен бути 75 - 80°.

Присадні дрот розташовують під кутом 90° щодо осі мундштука пальника, а кут між дротом і виробом повинен бути 15 - 20°. Абсолютно неприпустимо вводити присадку в стовп дуги, тому що це призводить до миттєвого оплавлення прутка і розбризкуванню.

Під час зварювання необхідно стежити, щоб розплавлений метал знаходився в захисній зоні газу. Після закінчення зварювання перекивати захисний газ можна тільки при охолодженні вольфрамового електрода (5 - 10 секунд). Виліт вольфрамового електрода: 5 - 12 мм.

Основними різновидами зварювання є зварювання у вуглекислому газі та аргоннодугове зварювання.

Схему постів для зварювання в захисних газах наведено на рис. 2.5.

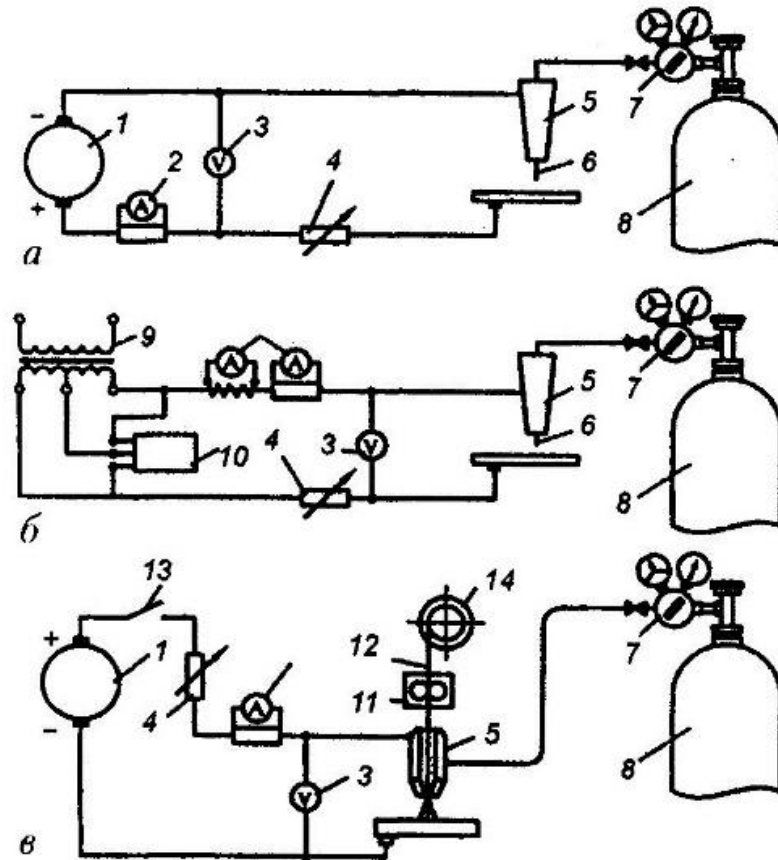


Рисунок 2.5 – Схеми зварювання в захисних газах: а – неплавким електродом на постійному струмі прямої полярності; б – неплавким електродом на змінному струмі; в – плавким електродом на постійному струмі зворотної полярності; 1 – зварювальний перетворювач; 2 – амперметр; 3 – вольтметр; 4 – баластний реостат; 5 – наконечник пальника; 6 – вольфрамовий електрод; 7 – редуктор – витратомір газу; 8 – балон із стиснутим газом; 9 – зварювальний трансформатор; 10 – осцилятор; 11 – механізм подачі дроту; 12 – електродний плавкий дріт; 13 – контакт контактора; 14 – котушка з дротом

Зварювання вольфрамовим електродом на постійному струмі прямої полярності застосовують практично для всіх металів крім легкоплавких - алюмінію, магнію, берилію та їх сплавів.

На прямій полярності забезпечується краща стабільність дуги, незначні витрати вольфрамового електроду та можливість зварювання на великому струмі.

При зварюванні на зворотній полярності погіршується стійкість горіння дуги, підвищуються втрати вольфраму.

Але дуга зворотної полярності має й позитивні властивості:

- добре очищає поверхню металу, який зварюється, від оксидів і забруднень;

- позитивні важкі іони аргону, що утворюються під дією електричного поля, рухаючись від електрода (+) до виробу (-), руйнують оксидну плівку і забруднення.

Це явище називається катодним розпиленням.

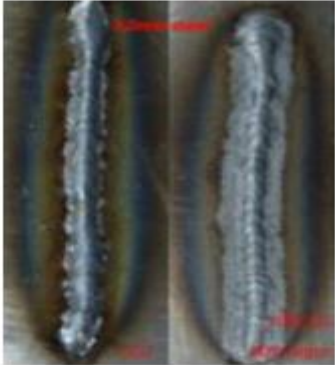

Зварювання на змінному струмі використовується для зварювання легкоплавких металів — алюмінію, магнію, берилію та їх і сплавів. При цьому досягається видалення оксидної плівки, що активно утворюється на поверхні цих металів і має температуру плавлення значно вищу від температури плавлення металу.

Явище катодного розпилення спостерігається, коли виріб стає катодом. Через зміну полярності вольфрамовий електрод не перегрівається, використовується струм значної величини. Тому цей метод ефективно використовується для легкоплавких металів.

Зварювання плавким електродом на постійному струмі зворотної полярності використовується внаслідок високої стабільної дуги. В якості захисних газів використовуються інертні, активні або їх суміші. Гази вибираються залежно від металу, який зварюється, його товщини й вимог, які ставляться до зварного з'єднання.

На стабільність горіння дуги, форму та розмір шва впливають матеріал і діаметр електрода, склад захисного газу та інші фактори.

Таблиця 1.2 – Порівняння методів зварювання

Досліджуваний матеріал	Результат зварювання	Опис
пластина 3,0 мм, дріт 0,8 мм.		<p>CO₂: дуга не стабільна, сильне розбризкування металу.</p> <p>ArCO₂: дуга стабільна, акуратний шов.</p>
пластина 0,8 мм, дріт 0,6 мм		<p>CO₂: для зварювання більш тонкої сталі довелося поставити більш тонкий дріт – 0,6 мм, так як найбільш поширена (0,8 мм) пропалювала сталевий лист, і було складно контролювати процес зварювання.</p>

При використанні суміші (Ar+CO₂) процес зварювання протікає «м'якше» і значно швидше, шов виходить рівніше, а поверхня, що сполучається, чистіше.

Результати використання Ar+CO₂:

- 1) збільшення продуктивності зварювання за одиницю часу;
- 2) зниження втрат на розбризкування металу на 80%;
- 3) помітне зниження кількості бризок у районі шва для зварювання (це дуже важливо, оскільки видалення бризок – трудомістка операція);
- 4) збільшення глибини провару шва, зниження пористості металу;
- 5) відсутність пір у зварювальному шві і, як наслідок, підвищення міцності конструкцій;

б) Поліпшення умов праці та суттєве зниження несприятливого на здоров'я людини.

При підключенні газу слід враховувати, що сучасні європейські зварювальні апарати налаштовані використання зварювальної суміші (Ar+CO₂).

Перехід на чистий CO₂ вимагає переналаштування програми або використання дроту іншого складу, який не відповідає складу металу кузова автомобіля, що, безсумнівно, позначиться як зварювальні роботи.

Різниця у вартості двох газів становить не більше 10-15%, відповідно для досягнення чудових результатів при використанні сучасного європейського обладнання рекомендується використовувати Ar+CO₂.

Основні переваги зварювання в захисних газах:

- висока продуктивність (у 2,5 рази вища порівняно з ручним дуговим зварюванням покритими електродами), низька вартість при використанні активних захисних газів;

- простота механізації та автоматизації;

- можливість зварювання в різних просторових положеннях;

- мала зона термічного впливу й відносно невеликі деформації виробу внаслідок високого ступеня концентрації дуги;

- висока якість захисту, немає потреби захищати шов при багатощаровому зварюванні;

- доступність процесу зварювання металу різної товщини (від десятих часток міліметра до десятків міліметрів), можливість спостереження за утворенням шва.

- висока якість зварних металів та їх сплавів різної товщини;

- відсутність операцій з засипання й прибирання флюсу та видалення шлаку.

Недоліки зварювання в захисних газах:

- відкрита дуга, що підвищує небезпеку ураження зору світловим випромінюванням;

- потреба захисту зони зварювання від протягу (при струминному захисті), що утруднює зварювання в монтажних умовах на відкритому повітрі;

- втрати металу на розбризкування, наявність газової апаратури, в деяких випадках необхідність водяного охолодження пальників.

Застосування захисних газів є важливим при проведенні зварювальних робіт. У ході порівняння використання найбільш поширених газів ми дійшли висновку, що суміш аргону та вуглекислого газу має значні переваги.

Зварювальні суміші (Ar+CO₂) відмінно проявили себе в авторемонті, і їх використання є найбільш раціональним рішенням в умовах сучасного ринку.

2.3 Вибір зварювальних матеріалів

Для обраного матеріалу нашої конструкції, сталі 09Г2С, потрібно вести зварювання дротом з підвищеним вмістом елементів – розкислювачів.

Для зварювання низьковуглецевих, низьколегованих та аустенітних сталей, необхідна дрот, який з одного боку приблизно збігатиметься зі складом зварюваного матеріалу, а з іншого боку – легувати метал шва, тим самим компенсуючи окислення легуючих елементів в основному металі за його зварювання.

Для зварювання сталі 09Г2С доцільно вибрати дрот Св-08Г2С.

Хімічний склад наведено у таблиці.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С

Марка дроту	C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	S, %	P, %	Cr, %
Св-08Г2С	0,05-0,11	0,7-0,95	1,8-2,1	≤0,25	≤0,025	≤0,03	≤0,20

Найбільший вплив на зварюваність сталей робить вуглець, при збільшенні його змісту, а також ряд інших легуючих елементів зварюваність сталей ставатиме гірше. Одні з головних труднощів при зварюванні цих деталей, буде схильність до утворення гарячим тріщинам, холодним тріщинам і чутливості до гарту при забезпечення рівномірності зварних з'єднань.

Для орієнтовних кількісних показників зварюваності сталі з відомого хімічного складу, є визначення за формулою еквівалентного вмісту вуглецю, які робиться на групи: сталі, що добре зварюються, задовільно сталі, що зварюються, обмежено сталі, що зварюються, і погано зварюються сталі.

У ряді випадків при зварюванні через високу температуру нагрівання, малого обсягу зварювальної ванни, специфічністю атмосфери над зварювальною ванною, а також форми і конструкції деталей, що зварюються, обумовлюються небажані наслідки:

- відмінність хімічного складу, механічних властивостей та структури металу шва від хімічних властивостей, структури та властивостей основного металу;

- зміна в зоні термічного впливу структури та властивостей основного металу;

- виникнення значних напруг у зварній конструкції, які сприяють у ряді випадків утворенню тріщин;

- утворення в процесі зварювання тугоплавких оксидів, що ускладнюють протікання процесу, що забруднюють метал шва та знижують його якості;

- утворення газових раковин та пористості в наплавленому металі, порушують щільність та міцність зварного з'єднання.

Для захисту зварювальної дуги та зварювальної ванни використовуємо суміш Ar і CO_2 . Суміш виготовляється у співвідношенні (18-20) % вуглекислоти та (80-82) % аргону вищого гатунку.

Температура зварювальної ванни є основним параметром, який визначає напрямок та інтенсивність фізико-хімічних процесів у ній. Через підвищення частки теплоти, що виділяється внаслідок хімічних реакцій та деякою напругою дуги, теплові характеристики дуги при зварюванні $Ar+CO_2$ зростають.

При високій температурі дуги відбувається реакція дисоціації [7]. Кількість тепла, що вводиться у виріб, збільшується з підвищенням температури, що сприяє зниженню швидкості охолодження. Зі збільшенням вмісту кисню в суміші, час існування ванни в рідкому стані збільшується.

Це сприяє більш повному видаленню неметалевих включень та дегазації металу зварювальної ванни. поверхнею аргон, досить довго захищає широку та протяжну зону як розплавленого, так і нагрітого при зварюванні металу.

2.4 Розрахунок режимів для ручного дугового зварювання

Секція стріли піднімального механізму зварюється з листів, завтовшки 8 та 14 мм.

Так як виріб має велику кількість деталей, що зварюються, то для їх з'єднання використовуються різні типи зварних швів – нахльосткові (Н1), таврові (Т1, Т3), кутові (У4, У5) та стикові (С10).

Для прикладу зробимо розрахунок параметрів режиму зварювання для з'єднання типу Т1 (рис. 2.10)

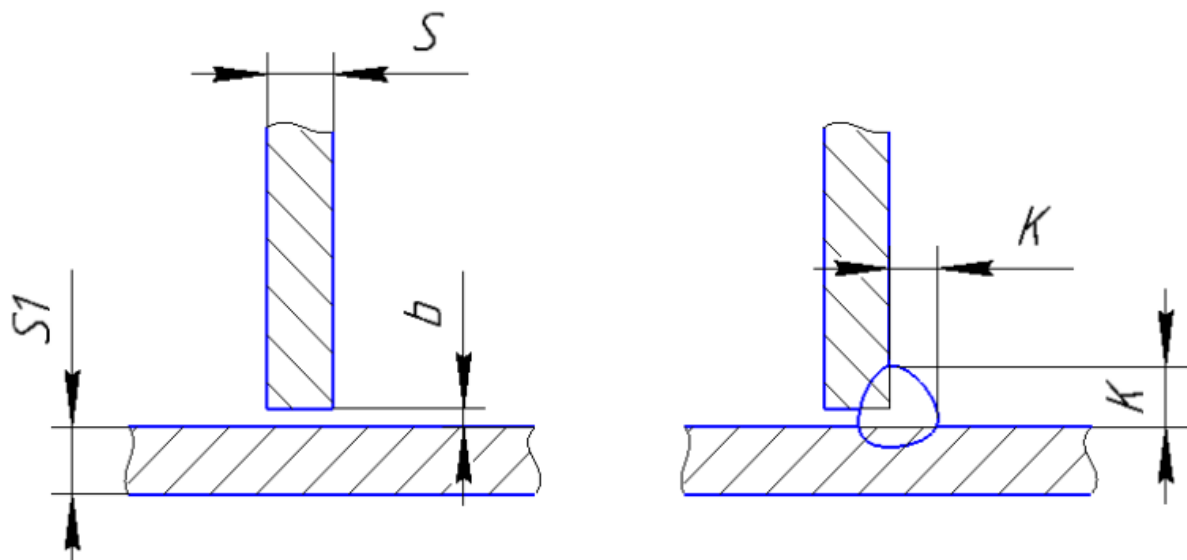


Рисунок 2.6 – Таврове з'єднання типу Т1

Сила зварювального струму

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

$$I_{зв} = \frac{3.14 \cdot 1.6^2}{4} \cdot 160 = 322 \text{ А,}$$

де d_e – діаметр електрода, мм, $d_e = 1,6$ мм;

j – густина струму, А/мм², $j = 160$ А/мм².

Приймаємо $I_{3\phi} = 320$ А.

Напруга на дузі

$$U_{\partial} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_e}} \cdot I_{3\phi} \pm 1; \quad (2.2)$$

$$U_{\partial} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1.6}} \cdot 320 \pm 1 = 18 \pm 1 \text{ В.}$$

Коефіцієнт провару

$$\phi_{np} = k \cdot (19 - 0.01 \cdot I_{3\phi}) \cdot \frac{d_e \cdot U_{\partial}}{I_{3\phi}}; \quad (2.3)$$

$$\phi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0.01 \cdot 320) \cdot \frac{1.6 \cdot 18}{320} = 1.31,$$

де $k = 0.92$.

Значення коефіцієнта форми провару в межах допустимого, оскільки для механізованого зварювання він має становити (0,8 – 4,0). Відповідно вище значення, перебувати в даному інтервалі, звідки слідує що режими підібрані правильно.

Коефіцієнт наплавлення

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi_{\epsilon}), \quad (2.4)$$

де ψ_{ϵ} – коефіцієнт втрат.

$$\psi_{\epsilon} = -4,72 \cdot 17.6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4.48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 \quad (2.5)$$

$$\psi_{\epsilon} = -4,72 \cdot 17.6 \cdot 10^{-2} \cdot 160 - 4.48 \cdot 10^{-4} \cdot 160^2 = 26,8\%.$$

Знайдемо коефіцієнт розплавлення

$$\alpha_p = 9.05 + 3.1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{3\phi}} \cdot \frac{l_{вил}}{d_e^2}; \quad (2.6)$$

$$\alpha_p = 9.05 + 3.1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{320} \cdot \frac{2}{1.6^2} = 9,09 \text{ гА/год.}$$

$$\alpha_n = 9.09 \cdot (1 - 0.268) = 6,65 \text{ гА/год.}$$

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{3600 \cdot F_n \cdot \rho}, \quad (2.7)$$

$$F_n = \frac{8^2}{2} = 32 \text{ мм}^2;$$

$$V_{зв} = \frac{6.65 \cdot 320}{3600 \cdot 0.32 \cdot 7.8} = 0.23 \text{ см/с} = 8 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі дроту

$$V_{mn} = \frac{\alpha_p \cdot I_{зв}}{3600 \cdot F_e \cdot \rho}, \quad (2.8)$$

$$V_{mn} = \frac{9.09 \cdot 320}{3600 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 7.8} = 5.2 \text{ м/с} = 186 \text{ м/год,}$$

де F_e – площа поперечного січення електрода, $F_e = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = 2 \text{ см}^2$.

При зварюванні дротом (1,6 – 2,0) мм площа першого проходу буде складати (20-40) мм², другого (40-60) мм², та наступних (40-100) мм².

Визначимо погонну енергію зварювання з виразу

$$q_{ноз} = \frac{U_d \cdot I_{зв} \cdot \eta}{V_{зв}}, \quad (2.9)$$

де η – ККД дуги, $\eta = 0,82$.

$$q_{ноз} = \frac{18 \cdot 320 \cdot 0,82}{0,23} = 20535 \text{ Дж/см.}$$

Витрата захисного газу

$$q_{заг} = 0.21 \cdot I_{зв}^{0.75}; \quad (2.10)$$

$$q_{заг} = 0.21 \cdot 320^{0.75} = 15.9 \text{ л/хв.}$$

Для механізованого зварювання електродом, що плавиться, в середовищі захисного газу, рекомендуються такі параметри для витрати газу:

- для стикових та кутових швів, при товщині металу (6,0-8,0) мм, витрата газу дорівнюватиме (16-18) л/хв.

Отже, розрахунки проведено правильно.

Розрахунки параметрів режимів зварювання для інших типів з'єднань (Н1, Т3, У4, У5 та ін), проведемо аналогічним чином.

2.5 Вибір зварювального та складального обладнання

Для зварювальних робіт виберемо модульне обладнання фірми КЕМРРІ, серії FastMig M [10] (рис. 2.7).

Зварювальний апарат з широким спектром конфігурацій та можливостей, у комплект обладнання входить:

- джерело живлення FastMig M 420 Power source;
- механізм подачі дроту MXF 65 EL Wire feeder;
- зварювальний пальник GX 403W;
- блок охолодження FastCool 10.

Серія FastMig M – це поєднання модульної конструкції, простоти використання та широкого кола областей застосування. Ці зварювальні апарати відрізняються найвищими характеристиками робочого циклу, компактним корпусом і малою масою, що сприяє підвищенню продуктивності та мобільності на зварювальному майданчику.

Переваги використання обладнання фірми КЕМРРІ:

- модульна конструкція;
- доступна версія джерела живлення з можливістю роботи при різній напрузі;
- допоміжний механізм подачі дроту SuperSnake для збільшення радіусу дії;
- додаткова функція WiseFusion для простого та ефективного виконання зварювання у незручних положеннях;
- всі продукти Wise™ для оптимізації зварювання;

- зварювальний трактор MagTrac F 61 для підвищення продуктивності роботи;
- надійність передових зварювальних технологій, які перевірені на практиці.



Рисунок 2.7 – Зварювальний напівавтомат КЕМРРІ FastMig M 420

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики зварювального напівавтомату КЕМРРІ FastMig M 420

Параметри	Значення
Напруга мережі живлення	380 В
Частота мережі живлення	50-60 Гц
Діапазон зварювального струму	20 – 420 А
Робоча напруга	12 – 44 В
Вихідний струм, ПВ 100%	380 А
Кількість роликів	4 шт.
Діаметр зварювального дроту	1.6 мм
Швидкість подачі дроту	(0 – 25) м/хв.
Габарити	590 x 440 x 430 мм

2.6 Технологічний процес збирання виробу та контроль якості зварних з'єднань

Технологічний процес складання та зварювання секції стріли підйомного механізму є як основний при виборі конструкції пристосування.

При правильному його складанні буде досягтися мета визначення найбільш вигідної послідовності складання та зварювання, що забезпечує виконання технологічних вимог під час виготовлення виробу.

Це у свою чергу дозволить:

- домогтися спрощення виготовлення;
- застосування мінімальної робочої сили;
- скорочення часу для виробництва виробу.

Складання секції стріли буде здійснюватися в 2 етапи, це збирання коробка (рис. 2.8) та повне складання секції стріли (рис. 2.9)

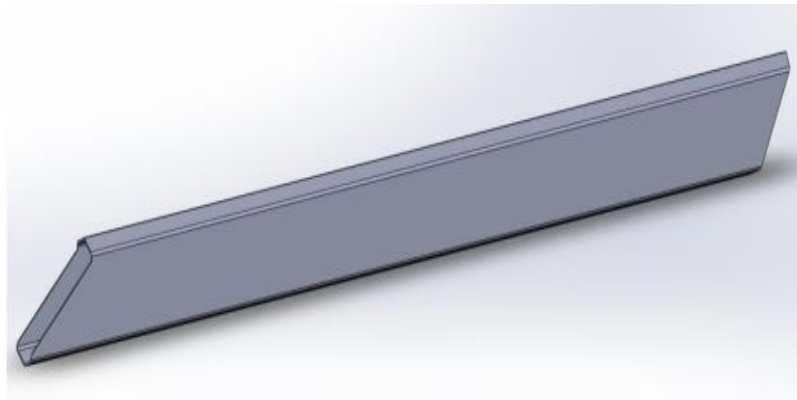


Рисунок 2.8 – Збирання коробка

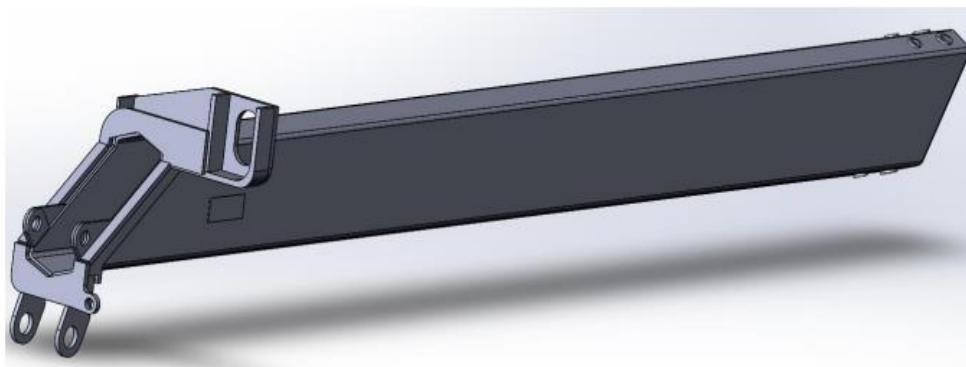


Рисунок 2.9 – Збирання секції стріли

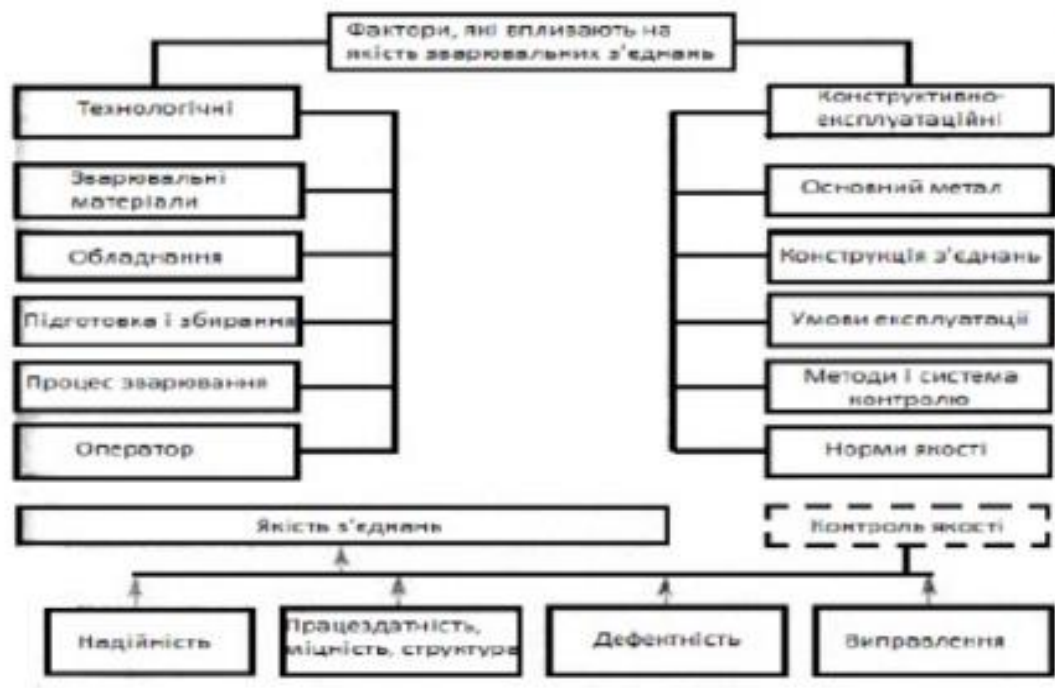


Рисунок 2.10 – Фактори, що впливають на якість при зварюванні

Для контролю швів секції стріли підйомного механізму використовуються візуально-вимірвальний, ультразвуковий та капілярний методи контролю. Візуально-вимірвальний контроль – один з основних методів неруйнівного контролю, заснований на можливостях зору визначати поверхневі дефекти.



Рисунок 2.11 – Засоби для проведення візуально-вимірвального контролю

Ультразвуковий контроль, заснований на механічних коливання частинок. Ультразвукова хвиля, створювана п'єзоелектричним перетворювачем, проникає в глиб металу і виявляючи на своєму шляху дефекти відбивається та приймається перетворювачем.

Дані обробляються ультразвуковим приладом та відображаються на екрані у вигляді діаграм.



Рисунок 2.12 – Засоби для проведення ультразвукового контролю

Капілярний метод неруйнівного контролю заснований на проникненні всередину поверхневої нерівномірності індикаторної рідини з наступною реєстрацією індикаторних слідів, що виникають внаслідок взаємодії індикаторної рідини, що залишилася в порожнині капіляра, проявником.

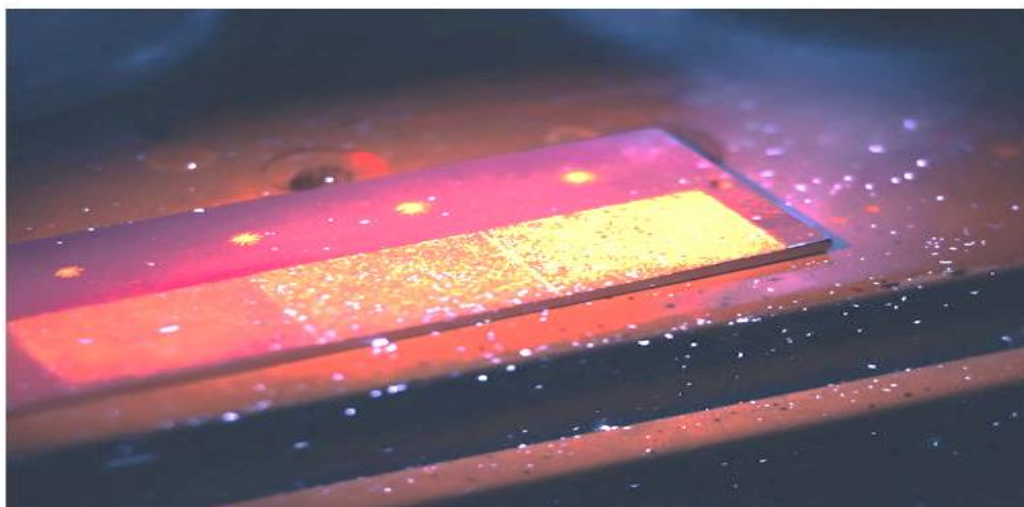


Рисунок 2.13 – Засоби для проведення капілярного методу контролю

Візуально-вимірвальний контроль проводять на таких наступних стадіях:

- вхідного контролю;
- підготовки деталей та складальних одиниць до зварювання;
- процесу зварювання;
- контролю готових зварних з'єднань;
- оцінки стану матеріалу та зварних з'єднань у процесі експлуатації.

Виявлення поверхневих дефектів відбувається неозброєним оком або з використанням візуально-оптичних приладів до двадцятикратного збільшення розміру дефекту.

При візуально-вимірвальному методі застосовують такі наступні інструменти:

- лупи, та вимірвальні;
- лінійки вимірвальні металеві;
- косинці перевірочні 90 градусні лекальні;
- штангенциркулі, штангенрейсмаси та штангенглибиноміри;
- щупи;
- мікрометри;
- шаблони, у тому числі спеціальні та універсальні;
- штрихові заходи довжини (сталеві вимірвальні лінійки, рулетки).

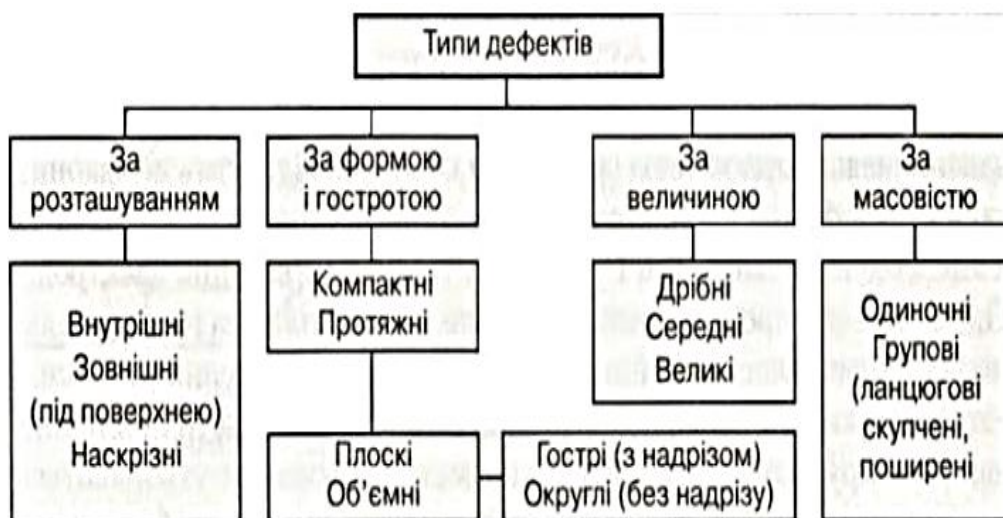


Рисунок 2.14 – Види дефектів

Ультразвуковий контроль, заснований на механічних коливання частинок. Ультразвукова хвиля, створювана п'єзоелектричним перетворювачем, проникає в глиб металу і виявляючи на своєму шляху дефекти відбивається та приймається перетворювачем.

Дані обробляються ультразвуковим приладом та відображаються на екрані у вигляді діаграм. Даний метод проводять ручним методом чи механізованим способом. Механізований або автоматизований спосіб набирає більшої популярності у неруйнівному контролі.

У нашому випадку велика кількість зварних з'єднань перевіряється вказаним методом, тому рекомендується проводити механізованим способом, в якості приладу будемо використовувати ультразвуковий дефектоскоп.

Дефектоскоп забезпечує високу продуктивність контролю виробів з металу за рахунок застосування багатоканальних перетворювачів на фазованих ґратах, у тому числі роликів типу.

Для забезпечення акустичного контакту застосовують спеціальні контактні мастила, у тому числі, спеціалізовані пасти, гелі вітчизняного та зарубіжного виробництва, або контактні мастила на основі технічних мастил та олій. Це набагато економічніше, ніж використання радіографічного методу

Позитивні якості УЗК:

- висока виявлення площинних дефектів;
- висока точність місцезнаходження дефектів;
- висока швидкість сканування в механізованому методі;
- можливість зберігати результати контролю та виводити інформацію на будь-які носії;
- економічність методу.

До недоліків УЗК можна віднести:

- наявність мертвої зони в області малих товщин досліджуваних об'єктів;
- складність ідентифікації результаті контролю;
- необхідність механічної підготовки до контролю, шорсткість поверхні щонайменше Rz40.

Капілярний контроль виробів здійснюють за допомогою дефектоскопічних матеріалів, що є наборами, в які входять: індикаторний пенетрант, рідина, що очищає, і проявник.

Індикаторний пенетрант є розчином або суспензією барвника. або люмінофора у суміші органічних розчинників.

Як основа індикаторних пенетрантів застосовують бензол, гас, скипидар, ксилол і інші речовини, що важко змиваються водою.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір пристосування

При забезпеченні нерухомості деталі у пристосуванні, сталості її положення при повороті, щільного прилягання поверхонь до опор пристосування, утримання зварних деталей від деформації необхідно забезпечити силове замикання деталі.

Її базування та одночасне силове замикання і називатиметься установкою. При визначенні необхідного зусилля затискача необхідно мати облік коефіцієнта запасу, який передбачатиме непостійність установки, відхилення форми та розмірів заготовок, а також знос опорних та затискних елементів пристосування, оберемо для механізованих – 1,5.

$$P = \frac{k \cdot G \cdot \mu}{n}, \quad (3.1)$$

де k – коефіцієнт запасу;

G – маса виробу, кг;

μ – коефіцієнт тертя;

n – кількість зажимів.

$$P = \frac{1.5 \cdot 91,56 \cdot 0.16}{2} = 10.98 \text{ Н.}$$

3.2. Розрахунок затискного пристрою

Для скорочення часу затискання деталей використовуються пневматичні та гідравлічні притиски, що дозволяють забезпечувати необхідні зусилля притискання одночасно в кількох точках.

Пневматичні притиски часто використовують на підприємствах при наявності мережі стисненого повітря, порівняльної простоти конструкції, надійності при роботі та зручності управління.

Незважаючи на вищезгадані переваги пневмоприводів гідравлічні притиски перевершують їх за кільком параметрам, що сприяє вибору на користь гідроприводу.

Також вибір на користь гідроприводу робиться за необхідності збільшення ходу штока, оскільки вони забезпечують плавність та безшумність у роботі.

Пневмоциліндри при великому ході штока працюють ривками значним шумом, створюючи додаткове динамічне навантаження на все пов'язані з циліндрами механізми та опорні конструкції.

За схемою розрахунку пневматичні та гідравлічні притиски схожі, та при індивідуальному проектуванні розрахунок здійснюється за заданим зусилля затискання деталі.

Діаметр штока розраховується виходячи з умов міцності під дією сили затиску. Шток виготовляється з нержавіючої сталі допустима напруга на стиск $[\sigma]=195$ МПа.

$$\sigma = \frac{P_2}{F} \leq [\sigma], \quad (3.2)$$

де F - площа поперечного перерізу штока

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

$$P_2=1900 \text{ Н/мм.}$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot P_2}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma] \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_2}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1900}{3.14 \cdot 195}} = 8 \text{ мм.}$$

Сила рівна

$$P = Q \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta, \quad (3.3)$$

де η – ККД, $\eta = 0.9$;

Q – тиск повітря в циліндрі, МПа.

$$Q = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot D^2 \cdot \eta}; \quad (3.4)$$

$$Q = \frac{4 \cdot 1900}{3.14 \cdot 120^2 \cdot 0.9} = 1.8 \text{ Мпа} = 18 \text{ бар.}$$

У циліндрах двосторонньої дії

$$P = Q \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot \eta; \quad (3.5)$$

$$Q = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \eta} = \frac{4 \cdot 1900}{3.14(120^2 - 8^2) \cdot 0.9} = 1.95 \text{ Мпа} = 19 \text{ бар.}$$

По стандартному ряду вибираємо розмір циліндра.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Класифікація шкідливих речовин

Шкідливі речовини, що утворюються в процесі зварювання і забруднюють повітря, знаходяться в повітрі у формі аерозолю, який прийнято називати – зварювальний аерозоль (ЗА), та газів.

Основні фізико-хімічні властивості пилу (аерозолю): хімічний склад, дисперсність (ступінь подрібнення), будова частинок, розчинність, щільність, питома поверхня, нижня та верхня концентраційні межі вибуховості суміші з повітрям, електричні властивості та ін. Значення усіх цих показників дає можливість оцінити ступінь небезпеки та шкідливості пилу, пожежо- та вибухонебезпеку.

Промисловий пил може бути класифікований за різними ознаками:

- за походженням – органічний (рослинний, тваринний, штучний), неорганічний (мінеральний, металевий пил) та змішаний (присутність часток органічного та неорганічного походження);

- за способом утворення – дезінтеграційний (подрібнення, нарізання, шліфування і т.п.), димовий (сажа та частки речовини, що горить) та конденсаційний (конденсація в повітрі пари розплавлених металів);

- за отруючою дією на організм людини – нейтральний (не токсичний для людини пил) та токсичний (який отрує організм людини).

За токсичною дією шкідливі речовини поділяють на:

- кров'яні отрути, які взаємодіють з гемоглобіном крові і гальмують його здатність до приєднання кисню (оксид вуглецю);

- нервові отрути, які викликають збудженість нервової 15 системи, її виснаження, руйнування нервових тканин (наркотики – ацетилен, спирти, сірководень та ін.);

- подразнюючі отрути – уражають верхні дихальні шляхи і легені (оксиди азоту, озон, аміак, сірчаний газ, пара кислот та ін.);

- пропалюючі та подразнюючі шкіру і слизові оболонки (сірчана та соляна кислоти, луги);
- печінкові отрути, дія яких супроводжується зміною та запаленням тканин печінки (цинк у вигляді зварювального аерозолю, спирти, дихлоретан, чотирихлористий вуглець);
- алергени, що змінюють реактивну спроможність організму (нікель у вигляді зварювального аерозолю, алкалоїди та інші речовини);
- канцерогени, що спричиняють утворення злоякісних пухлин (шестивалентний хром у вигляді зварювальних аерозолів, кам'яновугільна смола);
- мутагени, що впливають на генетичний апарат клітин (сполуки ртуті, етилен та ін.).

Під час електродугового процесу внаслідок впливу на основний метал і матеріал електрода тепла дуги виникає їх плавлення та часткове випаровування. Пари матеріалів електрода і зварювальної ванни, що утворюються в високотемпературній зоні, виділяються в повітря навколишнього середовища, яке має більш низьку температуру, де, конденсуючись в тверді частинки, утворюють в повітрі зважені дрібнодисперсні частинки, які за рахунок аеродинамічних сил тривалий час можуть знаходитися в зваженому стані.

Таким чином, за механізмом утворення ЗА відносяться до аерозолів конденсації і являють собою дисперсну систему, в якій дисперсною фазою є дрібні частинки твердої речовини (власне ЗА), а дисперсійним середовищем – суміш газів.

В науковій літературі також зустрічаються такі терміни як тверда та газоподібна фаза, або складова зварювального аерозолю. Хоча, виходячи з визначень колоїдної хімії, аерозолем є саме тверді частинки речовини, що знаходяться в повітрі у зваженому стані.

Таким чином, окиснення і конденсація протікає при одночасній хімічній взаємодії між складовими ЗА. Неоднорідність фазового складу частинок ЗА пов'язана з тим, що високотемпературна пара також має складний вид, а окремі її складові конденсуються при різній температурі.

В першу чергу відбувається конденсація елементів або сполук, пара яких має більш низький тиск, а потім пара елементів з більш високим парціальним тиском.

Наприклад, кремній присутній у високотемпературній парі в широкому (1500...3000 K) інтервалі температур у вигляді SiO. При цих температурах його пара характеризується більш високим парціальним тиском, ніж пара марганцю і заліза.

Тому пара кремнію конденсується разом з низькотемпературними оксидами натрію та калію з утворенням силікатів.

Центрами конденсації пари можуть бути іони елементів або дрібні бризки металу, які виносяться потоками газу із зони дуги. Таким механізмом утворення ЗА пояснюється неоднорідність будови їх частинок. Дисперсність частинок ЗА коливається в межах від тисячних часток до декількох мікрометрів.

Основна кількість частинок має розмір менший ніж 1 мкм. Частинки ЗА можуть приймати форму агломератів з розміром 1...3 мкм, кластерів розміром 1...2 мкм, сферичну форму (діаметром 5...10 мкм), а більш дрібні частинки (розміром від сотих до десятих часток мкм) схильні до утворення ланцюжків.

Більшість дрібних частинок складається з ядра і оболонки. Ядро збагачене сполуками заліза та марганцю, а оболонка вміщує сполуки кремнію, калію і натрію (при наявності цих речовин у складі покритих електродів). Товщина оболонки залежить від температури, окиснювального потенціалу атмосфери дуги і збільшується зі збільшенням вмісту зазначених вище елементів в електроді.

Неоднорідність структури ЗА характерна для аерозолів конденсації складного виду. Дані про хімічний склад та будову частинок ЗА дуже важливі для розуміння природи їх біологічної активності і токсичності. Інтенсивність утворення ЗА визначається швидкістю плавлення електродного матеріалу і залежить від зварювального струму та напруги дуги, від складу зварювальних матеріалів, основного металу і захисного середовища, а також від положення шва у просторі та техніки зварювання.

Встановлено, що при зварюванні покритими електродами в ЗА переходить 1...3 % від маси електрода, а у випадку зварювання плавким електродом в захисних газах – 0,5...2,0 % від маси зварювального дроту.

Хімічний склад ЗА на 80...90 % обумовлено складом зварювальних матеріалів. За певних умов аерозолі осідають і повітря очищується. Пил з розмірами частинок від тисячних мкм до 10 мкм завдяки аеродинамічним силам, створеним повітряним потоком, тривалий час може знаходитися у вигляді аерозолу в повітрі у зваженому стані.

Дисперсний склад характеризує пилові частки за розміром і значною мірою обумовлює властивості пилу. Експериментальні дослідження осідання аерозолів в дихальній системі людини привели до таких важливих результатів. Частинки аерозолів більші 10 мкм повністю осідають в порожнині носа, а при диханні через рот не проникають далі верхніх бронхів. В носі та в бронхіолах внаслідок седиментації також 18 затримується більшість частинок з розмірами більшими 5 мкм та незначна кількість частинок дрібніших 5 мкм і тільки дуже невелика їх частка проникає в альвеоли легень.

Максимальну проникаючу здатність мають частинки діаметром 0,8...1,6 мкм, які осідають в тонких бронхіолах та альвеолах легень. Зі зменшенням розмірів частинок відсоток їх осадження в альвеолах знижується. Так, близько 80 % частинок діаметром 0,2...0,3 мкм видихаються з легенів назад в повітря. Частинки аерозолу менші 0,2 мкм також осідають в бронхах та легенях, причому їх осідання збільшується при зменшенні розмірів частинок внаслідок броунівського руху.

Для організму людини найбільш небезпечний пил (аерозоль), що складається з частинок розміром 0,015 мкм, тому що погано затримується слизовими оболонками верхніх дихальних шляхів і потрапляє далеко в легеневу тканину. В залежності від розміру частинок аерозолу вони можуть осідати в трахеї, бронхах та бронхіолах, а потім видалятися з цих органів за допомогою волосків. Якщо осілий пил погано розчиняється в слизистій оболонці та тканинах органів дихання, то він не викликає пневмоконіозу.

Якщо ж осілі частинки пилу розчинні, то їх загальна токсична дія на організм може виявлятися в залежності від хімічного складу цього пилу. Також має значення форма частинок пилу.

Частинки зазубреної колючої форми небезпечніші за сферичні, бо подразнюють шкіру, легеневі тканини та слизові оболонки, даючи змогу просмоктуватися в організм інфекційним мікроорганізмам, що супроводжують пил або знаходяться в повітрі.

Це призводить до атрофічних, гіпертрофічних, гнійних, виразкових та інших змін слизових оболонок, бронхів, легень, шкіри, що веде до катару верхніх дихальних шляхів, виразкового захворювання носової перетинки, бронхіту, пневмонії, кон'юнктивіту, дерматиту та інших захворювань.

Довгострокове вдихання пилу, що попадає в легені, викликає пневмоконіоз. Найбільш небезпечна його форма – силікоз – розвивається при систематичному вдиханні пилу, що містить вільний діоксид кремнію SiO_2 .

Металевий пил та інший може викликати іншу форму пневмоконіозу – сидероз, а також хронічний бронхіт. Деякі види пилу (свинцевий, миш'яковий, марганцевий і т.п.) обумовлюють отруєння і ведуть до функціональних змін ряду органів і систем.

Отрути, що надходять до організму через дихальні шляхи, створюють підвищену небезпеку, тому що потрапляють безпосередньо у кров. Пилкові частинки здатні сприймати електричний заряд як безпосередньо із газового середовища (пряма адсорбція іонів з повітря), так і в результаті тертя часток пилу між собою або безпосереднього контакту з якою-небудь зарядженою поверхнею.

Зварювальні аерозолі отримують електричний заряд ще у зоні дуги. Встановлено, що із загальної кількості пилових часток, які заносяться з повітрям в дихальні шляхи, затримуються слизовими оболонками переважно заряджені частки.

Токсичність газів. Діоксид вуглецю – наркотик, подразнює слизові оболонки, викликає шум у вухах, запаморочення.

Не горить і не підтримує горіння. CO_2 в півтора рази важчий за повітря – тому може накопичуватись в нижніх шарах приміщення, внаслідок цього знижувати вміст необхідного для дихання кисню в зоні дихання і призвести до отруєння людини.

В середовищі чистого CO_2 настає миттєва смерть внаслідок паралічу дихального центру, а його концентрація вище 60 % дуже небезпечна. Значення ГДК – 9000 мг/м^3 .

Перевищення ГДК має місце в зачинених не вентильованих приміщеннях. Симптоми отруєння: млявість, нудота; повітря, що видихається містить 4..5% CO_2 . Велику небезпеку для людини становить оксид вуглецю. Це типовий представник промислових, транспортних та побутових забруднень повітря.

Під час зварювальних процесів він може накопичуватись в недостатньо вентильованих приміщеннях в значних концентраціях. Згідно з санітарними нормами ГДК CO становить 20 мг/м^3 . Він має специфічний запах.

Отруююча дія CO базується на здатності створювати з гемоглобіном крові стійку комплексну сполуку – карбоксигемоглобін, що перевищує більше ніж у 200 разів здатність гемоглобіну приєднувати кисень. Тому 0,1% CO в повітрі зв'язує таку ж кількість гемоглобіну (50%), що й кисень повітря. Присутність CO призводить до кисневого голодування організму, що при значних концентраціях CO в повітрі і тривалому часі може спричинити серйозні захворювання або смертельний наслідок.

Внаслідок кисневого голодування порушується головним чином функція центральної нервової системи. Коли потерпілого вивести на свіже повітря, то оксид вуглецю виділяється з організму з повітрям, що видихається.

Симптоми гострого отруєння у легких випадках: биття та відчуття тиску у скронях, запаморочення, головний біль, стиснення в грудях, слабкість, позиви до блювоти. У випадках тяжких отруєнь спостерігається втрата спроможності до вільних рухів (прикутість до певного місця), затемнена свідомість, аж до її повної втрати. Це може супроводжуватись судомами, прикусуванням язика, мимовільним сечовипусканням.

Пульс малий, частий, неправильний, тони серця глухі, дихання поверхневе. Мають місце психічне збудження, слухові та зорові галюцинації, порушення кольорового бачення. Для попередження гострого отруєння важливо своєчасно розпізнати перші ознаки отруєння, яке може мати і хронічний характер.

Хронічна інтоксикація оксидом вуглецю характеризується поступовими змінами нервової системи. Оксиди азоту (ГДК в перерахунку на NO_2 – 5 мг/м^3) можуть викликати гостре отруєння. Симптоми: спочатку невелике подразнення слизових оболонок очей, носа, незначний кашель, головна біль. Проявлення швидко стихають, можуть пройти непоміченими. Через деякий час на фоні, начебто, нормального стану раптово розгортається токсичний набряк легень.

При хронічних отруєннях відзначаються біль в грудях, кашель, біль в ділянці серця, головні болі. Озон (ГДК – $0,1 \text{ мг/м}^3$) чинить на організм переважно подразнюючу дію. При гострому отруєнні відзначається сухість у роті, подразливість слизових очей і носа, біль за грудьми, кашель. Більш висока концентрація (біля 20 мг/м^3) може викликати запаморочення, почуття сильної втоми, серцево-судинні порушення.

Працюючі в умовах хронічної дії озону скаржаться на головні болі, підвищену дратівливість, плаксивість, зниження пам'яті, поганий сон; відзначаються вегетативні порушення (схильність до брадикардії та гіпотонії, приглушення тонів серця); явища подразнення верхніх дихальних шляхів, хронічний бронхіт, іноді астмоїдного характеру; можливо розвинення пневмосклерозу.

Ацетилен – наркотична речовина, але причиною отруєння є не сам ацетилен, а присутні в ньому домішки: фосфористий водень (PH_3), оксид вуглецю (CO), діоксид азоту (NO_2), аміак (NH_3) та сірководень (H_2S).

Ацетилен сприймається в легенях кров'ю, але на відміну від оксиду вуглецю, не здійснює в ній прямих змін. Його впливу головним чином підлягає нервова система. В результаті тривалої дії настає ураження центра дихання, яке стає неправильним, потім настає смерть.

Аргон – інертний газ, не засвоюється організмом; але при надходженні в легені, що можливо при аргоно-дуговому зварюванні, через більшу від повітря вагу може накопичуватись в нижній частині легень, що завдає труднощів при його виведенні з легень.

Внаслідок цього присутність нетоксичного аргону в легенях призводить до зменшення в них необхідного для дихання кисню. Практика показала, що для повного видалення аргону з легень зварник має низько нахилитися, щоб аргон міг витікати з них.

Випадки отруєння комплексом газів були зафіксовані в практиці кисневоацетиленового зварювання і різання в невеликих недостатньо вентильованих приміщеннях та всередині котлів, трубопроводів і т.п.

Під дією наркотичного ацетилену на нервову систему зварник непритомнів, отримував отруєння оксидом вуглецю, а дія оксидів азоту призводила до набряку легень. В багатьох випадках це призводило до смертельних наслідків.

Слід зазначити, що на організм зварника, який працює в запиленому та загазованому приміщенні також впливає інтенсивність праці та параметри мікроклімату. При цьому посилена дихальна діяльність призводить до поглинання підвищених доз повітря, а разом з ним – шкідливих речовин; високі температури повітря посилюють шкідливу дію отрут на організм людини.

4.2 Питання техніки безпеки при експлуатації установок високих, надвисоких і ультрависоких частот

Земля постійно знаходиться під впливом електромагнітних полів, які випромінюють природні та штучні джерела. Наприклад Сонце випромінює в діапазоні в основному 10 МГц...10 ГГц. Спектр сонячного випромінювання досягає і більш короткохвильової області, яка включає в себе інфрачервоне, видиме, ультрафіолетове, рентгенівське та гамма-випромінювання.

Інтенсивність випромінювання змінюється періодично, а також швидко та різко збільшується при хромосферних спалахах. Антропогенні (штучні) випромінювання охоплюють усі діапазони.

Під впливом електромагнітних випромінювань спостерігаються загальна слабкість, підвищена втома, пітливість, сонливість, а також розлад сну, головний біль, біль в ділянці серця. З'являється роздратування, втрата уваги, зростає тривалість мовнорухової та зоровомоторної реакцій. Виникає ряд симптомів, які є свідченням порушення роботи окремих органів – шлунку, печінки, селезінки, підшлункової та інших залоз.

Джерелами електротехнічних випромінювань є генератори, тракти передачі енергії від генератора до антени, антенні пристрої в радіотехнічних установках, електромагніти в установках для термічної обробки матеріалів, конденсатори, високочастотні трансформатори, фідерні лінії. При їх роботі в навколишнє середовище поширюються електромагнітні поля.

Встановлені правилами гранично допустимі рівні електромагнітних полів поширюються на діапазон частот 30 кГц – 300 ГГц.

Таблиця 4.1 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання. Амплітудна або кутова модуляція)

№ діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль	Гранично допустимий рівень
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25 В/м
6	Гекаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15 В/м
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$31g\lambda$ В/м*
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти ДВЧ)	3-300 МГц	10-1 м	3 В/м

* Примітка λ – довжина хвилі в метрах або гранично допустимий рівень рівний $7,43-31g f$, де f – частота в МГц.

Електромагнітне поле високих і надвисоких частот, що несе з собою енергію, може самостійно поширюватись в просторі без провідника електроструму зі швидкістю, близькою до швидкості світла. Воно змінюється з цією ж частотою, що і струм, який його створив.

Коли дози електромагнітних випромінювань перевищують допустимі значення виникають професійні захворювання. Контроль інтенсивності опромінення повинен проводитись не рідше одного разу на рік, а також при введенні в дію нових чи реконструйованих старих генераторних установок і при зміні умов праці.

Для зменшення впливу електромагнітних полів на персонал та населення, яке знаходиться в зоні джерел випромінювання, потрібно вжити ряд заходів, до числа яких входять організаційні, інженерно-технічні та лікарсько-профілактичні.

Виключно важливе значення мають інженерно-технічні методи та способи захисту. Колективний захист спирається на розрахунок поширення електромагнітного поля в конкретних умовах рельєфу місцевості, використання природних екранів, наприклад лісосмуг, гір, складок місцевості.

Локальний захист дуже ефективний і часто використовується. Він базується на використанні радіозахисних матеріалів, які забезпечують високе поглинання енергії випромінювання у матеріалі та віддзеркалення від його поверхні. Для екранування шляхом віддзеркалення використовують металеві листи та сітки з доброю провідністю.

Захист приміщень від зовнішніх випромінювань можна здійснити завдяки обклеюванню стін металізованими шпалерами, захисту вікон сітками, металізованими шторами.

Опромінення у такому приміщенні зводиться до мінімуму, але відбите від екранів випромінювання пере розповсюджується у просторі та потрапляє на інші об'єкти.

До інженерно-технічних засобів також належать:

- конструктивна можливість працювати на заниженій потужності у процесі налагодження, регулювання та профілактики;
- робота на еквівалент налагоджування;
- дистанційне керування.

Для обслуговуючого персоналу, що знаходиться на невеликій відстані необхідно забезпечити надійний захист шляхом екранування апаратури.

ВИСНОВКИ

Застосування ручної праці на етапах виробництва зварних конструкцій значно збільшує трудові, тимчасові та економічні витрати.

При виготовленні конструкцій груп, що перебувають у переліку, небезпечних виробничих об'єктів особлива увага звертається на точність збирання конструкції, забезпечення експлуатаційної надійності та витримки заданих параметрів призначених режимів зварювання

У цій кваліфікаційній роботі бакалавра було виконано конструювання та розрахунок пристосування для збирання та зварювання конструкції, дане пристосування за рахунок механізації процесу збирання та зварювання дозволяє підвищити продуктивність, знизити рівень необхідної кваліфікації персоналу та знизити собівартість конструкції, що суттєво перевершує застосування ручної праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бялік О. М., Черненко В. С., Писаренко В. М. та ін. *Металознавство : підручник*. Київ : Політехніка, 2018. 384 с.
2. Боженко Л. І. *Проектування та виробництво заготованок : підручник / Л. І. Боженко*. Львів : Світ, 1996. 368 с.
3. Пилипець М. І., Комар Р. В. *Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин : метод. вказівки*. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 58 с.
4. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. *Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб.* Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
5. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. *Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник*. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
6. *Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» зі спеціальності 131 Прикладна механіка для підготовки освітнього рівня «магістр» / Укладачі : Комар Р.В., Окіпний І.Б., Сенчишин В.С. Тернопіль : 2022. 42 с. 15. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань : навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.*
7. Палаш В. М. *Металознавчі аспекти зварності залізовуглецевих сплавів.: Навчальний посібник*. – Львів: КІНПАТРІ ЛТД, 2003. - 263 с.
8. *Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія та устаткування зварювання плавленням» / М.І. Підгурський, Б.П. Татарин, І.Б. Окіпний, В.С. Сенчишин. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – 95 с.*
9. Кривов, Г.О. *Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Кривов, Г.О., Зворикін, К.О. – К.:КВІЦ, 2012.-896 с.*

10. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.
11. Биковський, О.Г. Довідник зварника: довідник / О.Г. Биковський, І.В. Пінковський. - К.: Техніка, 2002. – 336 с.
12. Спеціальні способи зварювання : підручник / І. В. Кривцун, В. В. Квасницький, С. Ю. Максимов, Г. В. Єрмолаєв, за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Б. Є. Патона. – Миколаїв : НУК, 2017.– 346 с.
13. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. –225 с.
14. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві / 2-ге видання, переробл. та доповн.: Навч. посібник.- К.: Арістей, 2006. - 272 с.
15. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві Навчальний посібник / О.Г. Левченко – К.: Основа, 2010. – 240 с.
16. Стеблюк М.І. Цивільна оборона. Підручник. – К.: Знання, 2006 – 487с.

ДОДАТКИ