

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технології виготовлення металевих дверей Стандарт»
з дослідженням зварних швів

Виконав: студент VI курсу, групи МПм-61
спеціальності 131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва спеціальності)

Керівник

Нормоконтроль

Завідувач кафедри

Рецензент

Баран В.Р.

(прізвище та ініціали)

Мариненко С.Ю.

(прізвище та ініціали)

Ткаченко І.Г.

(прізвище та ініціали)

Окіпний І.Б.

(прізвище та ініціали)

Баран Д.Я.

(прізвище та ініціали)

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)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Окіпний І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 15 » 11 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)
студенту Барану Василю Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології виготовлення металевих дверей «Стандарт» з дослідженням зварних швів

Керівник роботи Мариненко Сергій Юрійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » листопада 2024 року № 4/7- 1096
2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.12.2024
3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес виготовлення дверей

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Аналітична частина. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина 4. Науково-дослідна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Креслення заготовок, 3-D моделі установки та супутнього обладнання результати дослідження у вигляді таблиць, графіків

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	25.11.2024р.	
2	Науково-дослідна частина	30.11.2024р.	
3	Технологічна частина	09.12.2024р.	
4	Конструкторська частина	14.12.2024р.	
5	Охорона праці	18.12.2024р.	
6	Безпека в надзвичайних ситуаціях	20.12.2024р.	
7	Графічна частина	23.12.2024р.	

Студент _____
(підпис)

Баран В.Р. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Мариненко С.Ю. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: «Удосконалення технології виготовлення металевих дверей «стандарт» з дослідженням зварних швів» складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 89 аркушів формату А4 та графічної частини у вигляді слайдів. Розрахунково-пояснювальна записка складається із наступних частин: аналітичної; технологічної; конструкторської; науково-дослідницької; охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; висновків.

Для висвітлення питань, які розглядаються в даному дипломному проекті, розрахунково-пояснювальна записка містить 54 рисунки, 17 таблиць та додатки. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 17 літературних джерел.

В даному дипломному проекті розроблено технологію та вибрано зварювальне устаткування для зварювання дверей з нержавіючої сталі для харчової промисловості або медичної галузі народного господарства.

Досліджено вплив та залежності властивостей зварного шва від товщини металу та сили зварювального струму.

Ключові слова: НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗАХИСНИЙ ГАЗ, ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ЗВАРЮВАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ, РОБОТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	9
1.1. Характеристика виробу.....	10
1.2 Характеристика можливих способів зварювання.....	11
1.3 Вибір зварювальних та допоміжних матеріалів.....	15
1.4 Зварювальне устаткування та обладнання існуючого технологічного процесу.....	17
1.5 Обґрунтування вибору методу контролю отриманих з'єднань.....	24
2. РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	26
2.1 Обґрунтування роботизації процесу виготовлення дверей.....	26
2.2 Комплектація та технічні характеристики роботизованого комплексу для дугового зварювання	28
2.3 Розрахунок ефективності процесу виготовлення від впровадження роботизації.....	41
3. РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	43
3.1 Опис загальних та обґрунтування вибору персоніфікованих пристосувань.....	43
3.2 Вибір типу упорів.....	44
3.3 Вибір типу затискних елементів.....	45
3.4 Опис пристосувань запропонованих для виготовлення дверей.....	49
4. РОЗДІЛ 4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	54
4.1 Устаткування для проведення досліджень.....	54
4.1.1 Зварювальне оснащення, інструмент і вимірювальна техніка.....	56
4.1.2 Витратні матеріали для експериментів.....	58
4.2 Методика визначення діапазонів режимів аргонодугового зварювання стикових з'єднань на підкладці.....	59
4.3 Обробка експериментальних даних.....	74
5. РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В	

НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	77
5.1 Заходи, що забезпечують безпечні умови праці при зварюванні в захисних газах.....	77
5.2 Загально-обмінна штучна вентиляція при зварюванні в середовищі захисних газів.....	79
5.3 Протипожежні заходи в спроектованій ділянці.....	80
5.4 Стійкість роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях.....	82
6. ВИСНОВКИ.....	85
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	87
ДОДАТКИ.....	89

ВСТУП

Актуальність роботи. Вплив зварювання на суспільний розвиток величезний, оскільки він впливає на освіту, зайнятість та технологічне зростання суспільства.

По суті зварювання залишається провідним процесом у виготовленні конструкцій та виробів практично в усіх галузях промисловості та будівництва. Зростання промислового виробництва потребує збільшення обсягів виробництва зварювальної техніки та зварювальних матеріалів, а також розроблення нових технологічних процесів зварювання.

Листові конструкції становлять більше 30% від всього обсягу зварюваних металевих конструкцій. Тому актуальним є вдосконалення існуючих та розроблення нових технологічних процесів, з використанням сучасних та перспективних матеріалів та технологій.

Мета роботи – розроблення автоматизованого процесу виготовлення листових оболонкових конструкцій на прикладі металевих дверей з листової нержавіючої сталі.

Кваліфікаційна робота має на меті вирішення таких завдань:

- аналіз існуючих способів зварювання листових конструкцій;
- аналіз основних способів складання заготовок;
- вдосконалення технології виготовлення металевих листових оболонкових конструкцій зварюванням;
- розгляд питань безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення листових оболонкових конструкцій та дослідження зварних з'єднань.

Предмет дослідження – оцінка впливу умов кріплення на залишкові деформації зварної конструкції за розробленою математичною моделлю зварювання.

Отримані результати. Запропоновано удосконалення технологічного процесу виготовлення листової металевої конструкції типу двері з нержавіючої сталі, та досліджено залишкову деформацію шляхом математичного

моделювання.

Практичне значення. Результати роботи можна застосовувати при розрахунку параметрів та режимів електродугового роботизованого зварювання листових конструкцій.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра. Окремі результати роботи доповідались та отримали позитивну оцінку на XIII Міжн. науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024 р.

Публікації. Часткові результати досліджень за темою магістерської роботи опубліковано в 1 праці: збірник тез XIII Міжн. науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024 р.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається із вступу, 5 розділів, загальних висновків щодо роботи, бібліографічного списку із 17 найменувань, додатків. Робота викладена на 89 сторінках машинописного тексту, що включає 54 рисунків та 17 таблиць.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика виробу

В якості виробу в даній роботі описано металеві двері типу «Стандарт», виготовлені з аустенітної легованої корозійностійкої сталі, які можуть встановлюватись на об'єктах різних галузей народного господарства таких як харчова, медична, фармацевтична, тощо. Тобто всюди де можлива робота в різних природних чи хімічних середовищах та кліматичних умовах.

Схематичне зображення металевих дверей приведене на рисунку 1.1



Рисунок 1.1 – Схематичне зображення виробу

Для забезпечення широкого діапазону використання готового виробу (металевих дверей з корозійностійкої сталі) для роботи в різних середовищах обираємо корозійностійку сталь марки 12Х18Н10Т.

Сталь 12Х18Н10Т –нержавіючої сталі, з якої виготовляють деталі та механізми, для роботи в умовах підвищеної вологості та при температурах, що помітно відрізняються від кімнатної. Також завдяки своєму хімічному складу дана сталь підходить для використання у вигляді деталей у середовищах, де є значно розбавлені кислоти, луги, а також у гарячій чи солоній воді.

Розшифровується маркер 12Х18Н10Т таким чином: «12» – 0,12% вуглецю, «Х18» – 18% хрому, «Н10» – 10% нікелю, Т – до 1,5% титану. Саме тому, що в шифрі вказаний маркер «Т», а не «Т2», вміст титану не більше 2%.

Крім вищезгаданих інгредієнтів, до складу цього сплаву включено 67% заліза, 2% магнію та 0,8% кремнію. У ще менших кількостях у сплаві 12Х18Н10Т є сірка, фосфор, мідь і марганець – їх кількість настільки невелика, що додатково цю інформацію вказують не всі виробники.

1.2 Характеристика можливих способів зварювання

Оскільки існує безліч способів зварювання плавленням то є доцільним вибір способу зварювання конкретно підібраний під даний зварний виріб. В нашому випадку виробом є листова конструкція з товщиною металу 2 мм, виконана стиковими та кутовими швами. Виходячи з цього, можуть бути використані наступні способи зварювання:

- 1) ручне дугове зварювання;
- 2) напівавтоматичне зварювання в захисному середовищі;
- 3) автоматичне зварювання.

Для раціонального вибору проведемо порівняння можливих способів.

Ручне дугове зварювання (Схема на рисунок 1.2) Це технологічний процес отримання нероз'ємного з'єднання, при якому всі маніпуляції та рухи відбуваються вручну, тобто безпосередньо зварником.

Основними параметрами режиму ручного дугового зварювання є діаметр електроду та сила зварювального струму.

Техніка виконання зварних швів залежить від виду зварного з'єднання та його просторового положення. За положеннями у просторі шви поділяють на нижні (а), вертикальні (б), горизонтальні (в) і стельові (г) (рисунок 1.3).

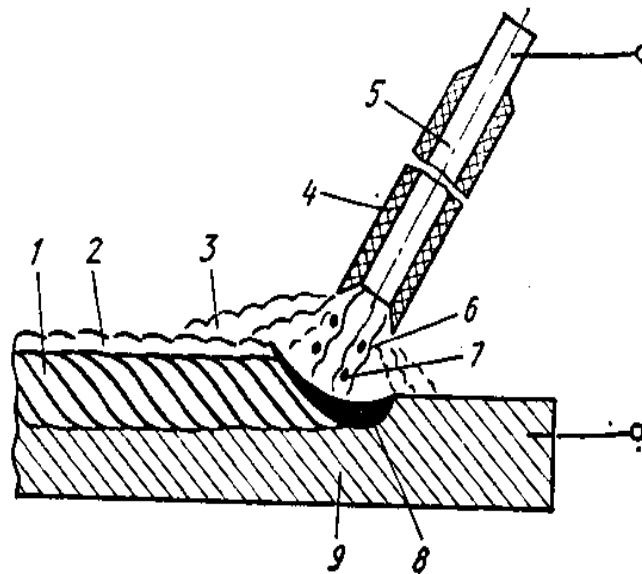


Рисунок 1.2 – Схема РДЗ

- 1- зварний шов; 2- шлак; 3- газовий захист; 4- електродне покриття; 5- сталевий пруток; 6- електрична дуга; 7- краплі розплавленого металу; 8- зварна ванна; 9- основний метал

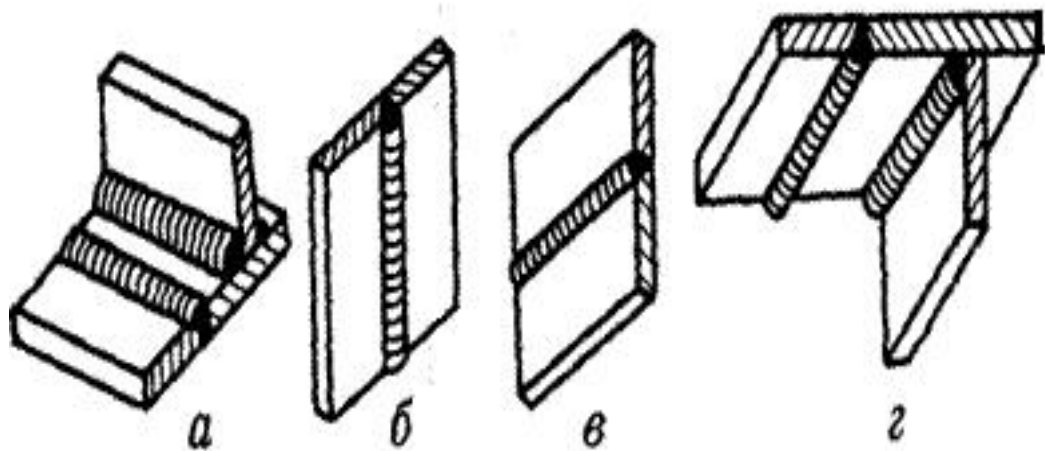


Рисунок 1.3 – Просторові положення швів

Основними перевагами ручного зварювання можна вважати:

- хороші механічні властивості зварних швів;
- універсальність та доступність;
- можливість виконання з'єднань у важкодоступних місцях;
- доступність та економічність.

Недоліком даного способу зварювання є:

- залежність якості шва від кваліфікації зварника;
- відносно невисока продуктивність процесу зварювання;

- високі вимоги щодо зберігання електродів (механічні пошкодження, вологозахист, старіння покриття – впливають на якість зварного шва).

Напів автоматичне зварювання в середовищі газів (схема на Рисунок 2.4). Суть способу зварювання в захисних газах полягає в тому, що для захисту розплавленого металу шва від шкідливого впливу кисню чи азоту повітря у зону дуги, між зварюваним виробом і електродом, подається струмінь захисного газу, для витискання повітря із зони зварювання

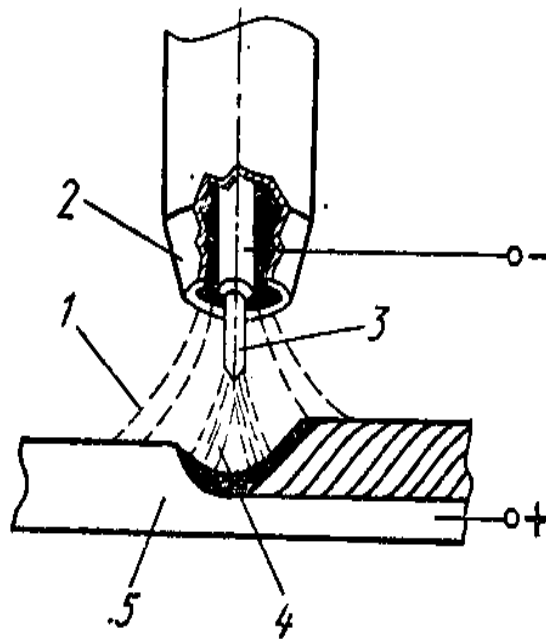


Рисунок 1.4 – Схема зварювання в захисному середовищі

1- потік газу; 2- сопло; 3- електрод (дріт); 4- зварювальна дуга; 5- основний метал

В такому разі подача дроту до виробу здійснюється механічним способом, а переміщення дуги, що горить в захисному газі – вручну. Зварювальний дріт діаметром 1...2 мм подається до виробу у спеціальному шлангу, який називають – рукавом.

Напівавтоматичне зварюванням, також як і РДЗ, можна виконувати у всіх просторових положеннях. Основними параметрами режиму зварювання є діаметр, виліт та швидкість подачі електродного дроту, а також, сила з струму, напруга дуги та витрати захисного газу.

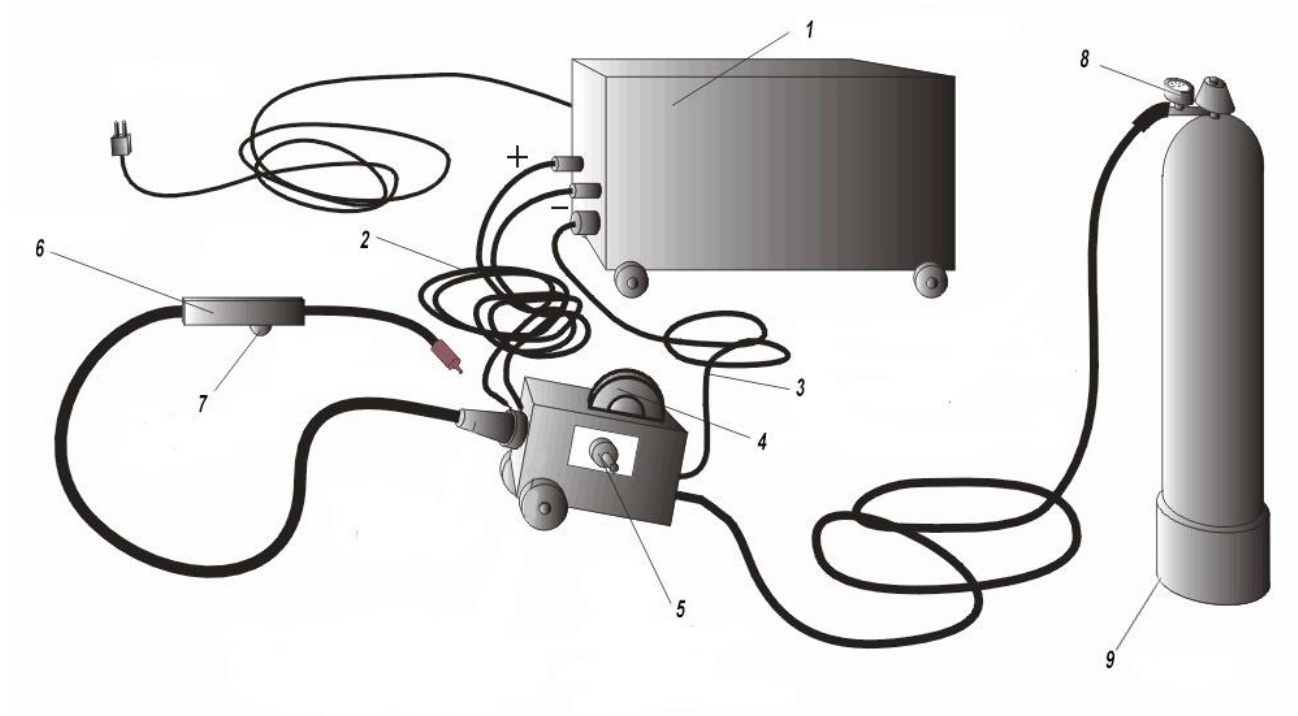


Рисунок 1.5 – Основне обладнання для напіваавтоматичного зварювання

1- джерело живлення; 2- рукав; 3- кабель кнопки «Пуск»; 4- катушка з дротом; 5- регулятор швидкості подачі дроту; 6- пальник; 7- кнопка «Пуск»; 8- манометр; 9- балон із захисним газом

До основних переваг можна віднести:

- висока продуктивність, вища за РДЗ;
- можливість зварювання швів у будь яких просторових положеннях;
- забезпечення високоефективного захисту розплавленого металу;
- зменшення розбрискування металу та низька втрата зварювального дроту;
- можливість зварювання металів значної товщини без застосування розробки кромок;
- висока концентрація нагрівання місця зварювання виробу, що дозволяє значно зменшити ЗТВ;
- можливість механізації чи автоматизації процесу.

До недоліків треба віднести:

- велику кількість додаткового обладнання;
- залежність якості зварного шва від вибраних параметрів режиму;
- підвищені вимоги до обладнання робочого місця;

- чутливість зварного шва до якості газового захисту;
- вища вартість обладнання.

Автоматичне зварювання із захистом (газ чи флюс).

При автоматичному зварюванні всі операції основного процесу механізовані.

Найпростішими і найпоширенішими є автомати, зконструйовані за принципом саморегулювання довжини дуги, що мають постійну сталу швидкість подачі дроту.

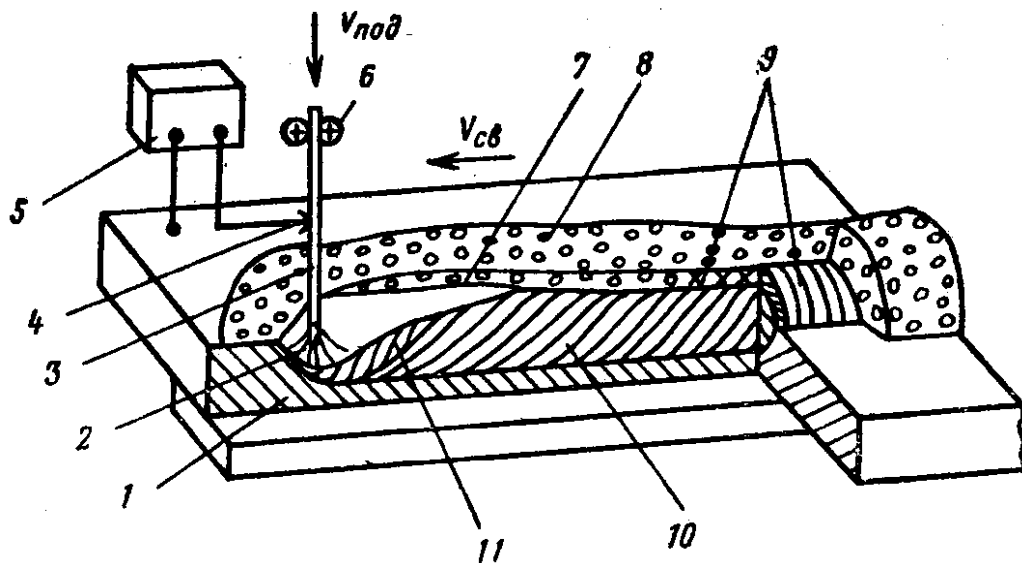


Рисунок 1.6 – Схема зварювання під шаром флюсу

$V_{под}$, $V_{зв}$ - швидкості подачі і зварювання; 1 - метал, що зварюється; 2 - дуга; 3 – ел. дріт; 4 – струмопідвід; 5 - джерело струму; 6 – подаючий ролик; 7 – розплавлений шлак; 8 - флюс; 9 – шлакова корочка; 10 - метал шва; 11 - метал зварювальної ванни

Автоматичне зварювання під флюсом володіє наступними перевагами:

- в 10-ки разів підвищується продуктивність зварювання (;
- висока однорідність шва та якість наплавленого металу;
- механізація процесу;

До недоліків слід зарахувати:

- підвищені вимоги до точності підготовки чи складання виробів під зварювання;
- важко виконувати шви складної конфігурації та невеликої довжини;

- випари флюсу небезпечні для здоров'я виконавців;
- необхідність спеціального обладнання.

Отже, враховуючи те, що товщина зварювального металу до 3 мм, сумарна довжина швів понад 20 м – доцільним може бути використання як напівавтоматичного зварювання у середовищі захисного газу так і автоматичне зварювання (або в захисних газах або під флюсом).

1.3 Вибір зварювальних та допоміжних матеріалів.

Оскільки для набуття потрібних властивостей, що задовольняють вимогам надійності та технологічності конструкції при експлуатації, важливим є правильний вибір всіх зварювальних матеріалів.

Оскільки вибрано два можливих способи зварювання: автоматичне зварювання під шаром флюсу або напівавтоматичне зварювання у середовищі захисного газу, то необхідно вибрати зварювальний присадний дріт та флюс, для автоматичного зварювання; електродний дріт та захисний газ для напів автоматичного зварювання.

При виборі зварювальних матеріалів слід виходити з наступних умов:

- можливості отримання технологічних щільних та якісних швів;
- можливості отримання металу шва з високою технологічною міцністю, і не схильного до утворення тріщин;
- можливості отримання металу шва, з необхідною міцністю та експлуатаційною надійністю;
- економічної ефективності.

Електродний зварювальний дріт може застосовуватися у вигляді електродного або присаджувального:

1) вибір групи зварювального дроту за призначенням в залежності від факторів: навколишнього середовища, класу зварюваних матеріалів, групи способів зварювання;

2) вибір виду легування зварювального дроту в залежності від факторів: зварюваності матеріалу, легуючих властивостей захисту, окислювальної властивості захисної атмосфери;

3) вибір якості зварювального дроту за вмістом домішок та його конструкції в залежності від кліматичних та метеорологічних умов на зварювальному посту, чистоти розроблення кромки, вимог до якості поверхні шва та механічних властивостей;

4) вибір діаметру зварювального дроту в залежності від способу зварювання та просторового положення з'єднання.

Для автоматичного зварювання під шаром флюсу сталі 12X18H10T обираємо зварювальний дріт аналогічної марки, для забезпечення максимальної тотожності хімічного складу та властивостей зварного з'єднання та основного металу.

Зварювальні флюси вибирають за наступними критеріями:

1) в залежності від виду зварювання (газове, дугове, електрошлакове, дугове чи під флюсом) та класу класу матеріалів (сталь, чавун чи кольорові метали);

2) за активністю (високоактивний, активний, малоактивний та пасивний) чи за хімічним складом шлаку (без- чи кисневий, висо- чи низькокремнестий, марганцевий чи без-); вимог до експлуатаційних властивостей наплавленого металу та ін;

3) за характером зміни в'язкості шлакової маси, в залежності від положення зварного з'єднання, потужності дуги та величини зварювального струму;

4) в залежності від швидкості зварювання та типу шва (стиківий, кутовий) з його зовнішньою формою (випуклий, плоский, ввігнутий);

Флюси для автоматичного зварювання мають забезпечувати стійке горіння зв дуги, заданий хімічний склад та механічні властивості наплавленого металу, задовільне формування шва та легке видалення шлакової кірки з наплавленого металу.

Захисні гази рекомендують вибирати за такої послідовності:

1) вибір хімічної активності газу (активний, інертний чи їх суміш) та його чистоти;

2) вибір способу підведення газу в залежності від кількості та зосередженості зварювальних постів.

1.4 Зварювальне устаткування та обладнання існуючого технологічного процесу

Джерелом живлення для автоматичного зварювання під флюсом із дотриманням необхідних режимів зварювання виступає зварювальний випрямляч КИУ-1201.



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд КИУ-1201

Універсальний зварювальний випрямляч, призначений для автоматичного і напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів та під флюсом.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики КИУ-1201.

Номінальна напруга мережі, В	3x380	
Частота мережі, Гц	50	
Номінальний зварювальний струм при ПВ 100%, А	1250	
Межі регулювання зварювального струму, А	Спадаючі 200-1250	Жорсткі 250-1250
Межі регулювання робочої напруги, В	Спадаючі 28-56	Жорсткі 20-56

Активна максимальна еквівалентна використовуюча потужність (с врахуванням ПВ), кВт	84
Напруга холостого ходу, В	85
Діаметр електродів, мм	4-10
Маса, кг	550
Габаритні розміри, мм	960x680x890

В якості зварювального автомату використовується – А1416.

Даний апарат для автоматичного зварювання повністю задовільняє вимогам до автоматичного зварювання металевих конструкцій в захисному середовищі.

Є достатньо ефективним та надійним для виготовлення металевих конструкцій в любых просторових положеннях зварних швів та, практично, будь якої марки сталі.



Рисунок 1.8 – Загальний вигляд автомату типу А-1416

Автомат типу А-1416 – підвісний та самохідний автомат, призначений для електро-дугового зварювання низько-легованих та легованих сталей плавкими електродами під шаром флюсу за умови постійного струму з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання та подачі електродного дроту і плавною зміною зварювальної напруги.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики автомату типу А-1416:

Номінальна напруга мережі, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ=100% , А	1000
Межі регулювання зварювального струму, А	250-1250
Кількість електродів, шт.	1
Діаметр електродного дроту, мм	2-5
Регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	Ступінчасте, 12-120
Вертикальне переміщення зварювальної головки - Привод - Хід, мм - Швидкість, м/хв.	Електромеханічний 250 29.4
Поперечне переміщення зварювальної головки - Привід - Хід, мм - Швидкість, м/хв.	Ручний ±75 -
Регулювання кута повороту електроду (мундштука) до вертикалі, град.	Ручний ±25
Маршева швидкість переміщення зварювальної головки, м/год	950
Флюсоапаратура: - Об'єм, дм ³ - Розхід повітря, м ³ /год - Висота всмоктування флюсу, м	25 30 2
Джерела живлення	КИУ-1201(ВДУ-1201)
Маса ,кг - зварювальної головки	325
Габаритні розміри автомату, мм	960x860x1860

Для зварювання кутових та стикових швів, використовується напівавтомат Каховського заводу електро-зварювального устаткування – КП015.



Рисунок 1.9 – Загальний вигляд напіваавтомату КП 015

Даний напіваавтомат з широким діапазоном регулювання всіх зварювальних параметрів призначений для дугового зварювання при постійному струмі в середовищі захисного газу суцільним чи порошковим дротом низьколегованих і легуваних сталей, а також корозійностійких (нержавіючих) сталей в середовищі захисного газу в будь яких просторових положеннях.

Напіваавтомати КП серії здатні забезпечити:

- плавне регулювання режимів зварювання;
- захист електродвигуна від перевантаження;
- стабілізацію швидкості подачі;
- автоматичне керування джерелом живлення і подаючим механізмом з допомогою кнопки на зварювальному мундштуці;
- інерційне розмотування дроту при зупинці електродвигуна.

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика напів-автомату КП 015.

Номінальна напруга, В	380
Частота мережі, Гц	50

Номінальний зварювальний струм, А При ПВ=60% і циклі зварювання 5 хв.	315
Межі регулювання зварювального струму, А	50-315
Регулювання напруги на дузі	Плавне
Межі регулювання напруги на дузі, В	18-38
Діаметр електродного дроту, мм - суцільний - порошковий	0.8-1.6 1.2-1.4
Регулювання швидкості подачі електродного дроту	плавне
Межі регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	100-1000
Маса, кг - механізм подачі дроту - електродного дроту	9.5 5
Габаритні розміри механізму подачі дроту, мм	495x160x290

Джерелом живлення для комплектування напівавтомату КП 015 слугує КИГ-303



Рисунок 1.10 – Джерело живлення КИГ-303

Випрямляч зварювальний діодний КИГ-303 зі ступінчастим чітким регулюванням зварювального струму, з жорсткими ВАХ призначений для механізованого зварювання в комплекті зі зварювальними напівавтоматами для зварювання в середовищі захисних газів. Технічна характеристика представлена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика КИГ-303.

Номінальна напруга, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А	
- ПВ=100%	240
- ПВ=80%	170
- ПВ=60% (цикл звар. 10хв.)	315
Межі регулювання звар. струму, А	60-315
Межі регулювання робочої напруги, В	20 ступенів, 12-30
Первинна потужність, кВА	16
Охолодження	Примусове повітряне
Маса, кг	150
Габаритні розміри, мм	970x510x890

1.5 Обґрунтування вибору методу контролю отриманих з'єднань

На перших етапах зварювання – це може бути візуальний огляд. Але після завершення процесів зварювання, найбільш оптимальним видається ультразвуковий метод контролю. Апаратура для такого виду контролю – портативна і надійна, а також має високі техніко-економічні показники. Суть методу полягає в здатності ультразвукових коливань, які збуджуються в кварцових пластинах змінною напругою високої частоти (понад 20 кГц), проникати в метал на велику глибину і відбиватися від дефектної структури, як то непровари, шлакові включення та інші дефекти, які трапляються на їхньому шляху. Коливання, котрі відбиваються поверхнею металу, транслуються на спеціальні електронні пристрої і перетворюються на світлові сигнали, які мають передаватися на екран дефектоскопа. У місцях дефектів з'являється пік сигналу.

Ультразвуковий контроль умовно поділяється на ехо-імпульсний, тінєвий та дзеркально-тінєвий. Найбільш раціональний спосіб – ехо-іспульсний. Він має високу чутливість до всіх видів внутрішніх дефектів, високу точність визначення координат такого дефекту.

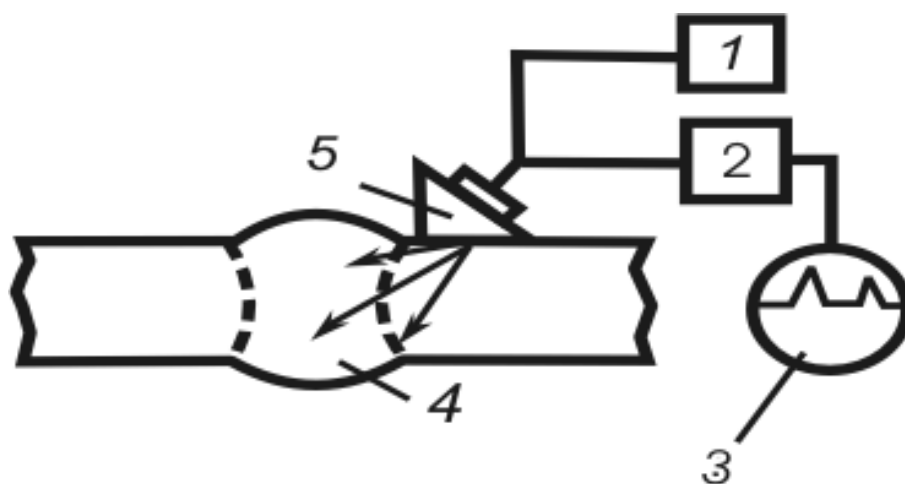


Рисунок 1.11 – Схема ультразвукового ехо-імпульсного методу

1- генератор; 2- підсилювач; 3- індикатор; 4- зварний шов; 5- перетворювач.

Для цього методу контролю обов'язково обираємо портативний ультразвуковий дефектоскоп NOVOTEST УД-3701, що призначений для виявлення дефектів різного типу та координат їх залягання, вимірювання

товщини, вимірювання як швидкості поширення так і загасання ультразвукових коливань в матеріалі.

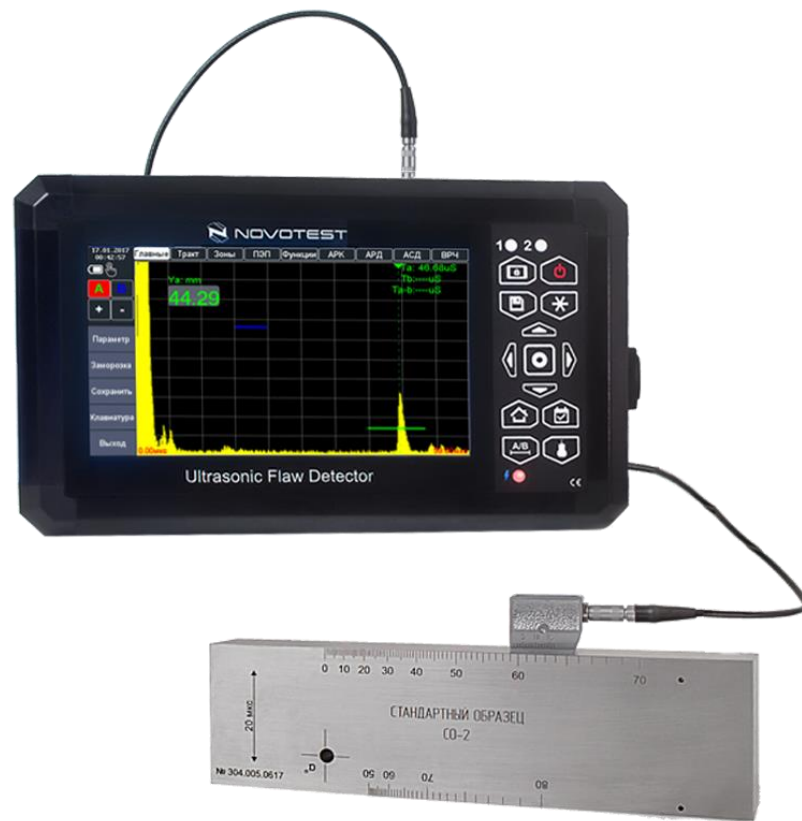


Рисунок 1.12 – Зовнішній вигляд дефектоскопа NOVOTEST УД-3701

Підсумовуючи розділ можемо зробити висновок що даний виріб на виробництві мають можливість виготовляти мінімум двома способами, напівавтоматичним та автоматичним методами зварювання в захисних середовищах.

РОЗДІЛ 2.

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування роботизації процесу виготовлення дверей

Описані в попередньому розділі роботи два варіанти виготовлення металевих дверей із нержавіючих сталей, актуальні та продуктивні лише для одиночного та дрібносерійного виробництва.

Якщо враховувати необхідність крупнорсерійного чи масового виробництва якісних виробів, то можемо зрозуміти що ні автоматичне ні тим більше, напівавтоматичне зварювання не здатне справитись з такими масштабними завданнями. В цьому контексті варто розглянути можливість роботизації процесу виготовлення металевих дверей.

Розглянемо проблематику та способи їх вирішення з точки зору роботизації.

Перспективи розвитку роботизації є невід'ємною частиною нашого сьогодення.

Як і в будь якому відносно молодому починанні є свої переваги та недоліки, перспективи та перешкоди. Головне вміти грамотно проводити дослідження доцільності впровадження тих чи інших новітніх розробок у виробництво.

Тому в даному розділі ми спробуємо описати ключові переваги саме роботизації процесу виготовлення металевих нержавіючих дверей, та запропонуємо орієнтовні технічні рішення для вдосконалення технологічного процесу виготовлення виробу.

Нижче наведено зведену таблицю проблем та перевагу впровадження роботизованих зварювальних комплексів.

Таблиця 2.1 – Переваги від впровадження роботизації

Проблема	Переваги впровадження роботизованих зварювальних комплексів
Дефіцит кваліфікованих зварювальників	Немає необхідності використовувати кваліфіковану робочу працю. Один роботизований комплекс може виконувати обсяг робіт, який можна порівняти з обсягом робіт 5 кваліфікованих зварювальників за одну зміну. Відносна простота роботи роботизованого зварювального комплексу. Зварювальний робот не «хворіє». Висока безпека на ділянці зварювання (у момент проведення зварювальних робіт неможливо потрапити до робочої зони робота). Ділянка зварювання займає мало місця. Розмір системи залежить від габаритів деталі, яку необхідно зварювати. Відносна простота технічного обслуговування робота. Санітарно-гігієнічні умови праці – робот може працювати в умовах високої пило- та газо-насиченості, це скорочує додаткові витрати на виплату працівникам за шкідливість.
Продуктивність	Робот може працювати 24 години на добу без зупинок і з постійною якістю. Робот може виконувати шви високої складності за менший час.
Підвищення якості продукції	100% точність та повторюваність відпрацьованих раніше зварювальних параметрів у всіх просторових положеннях. Точність позиціонування робота $\pm 0,08$ мм. Мінімізація впливу людського фактора на якість зварювальних швів.
Конкуренція на внутрішньому та зарубіжному ринках	Підвищення конкурентоспроможності підприємства на внутрішньому ринку за рахунок покращення якості продукції та зменшення термінів виробництва. Підвищення конкурентоспроможності підприємства на зовнішньому ринку за рахунок формули «якість вища – ціна нижча». Зменшення відсотка шлюбу до мінімуму. Схильність замовника розміщувати замовлення на високотехнологічному виробництві. Можливість чіткого планування термінів виробництва. Зниження витрат на оренду виробничих площ за рахунок того, що ділянка зварювання займає мало місця. Розмір роботизованої системи повністю залежить від габаритів деталі.
Сезонність зварювальних робіт	При сезонності зварювальних робіт немає необхідності платити зарплату зварникам під час простою підприємства або шукати нових зварювальників при отриманні нового сезонного замовлення.

Отже враховуючи всі наведені в таблиці 5 переваги роботизованого зварювання пропонуємо запровадити на підприємстві роботизований пост для виготовлення металевих дверей з рамою.

2.2 Комплектація та технічні характеристики роботизованого комплексу для дугового зварювання

Весь роботизований комплекс може розміститись на компактній квадратній ділянці виробничого цеху розмірами приблизно 4 на 4 м.

Загальний схематичний вигляд такого комплексу представлено на рисунках 2.2-2.5.

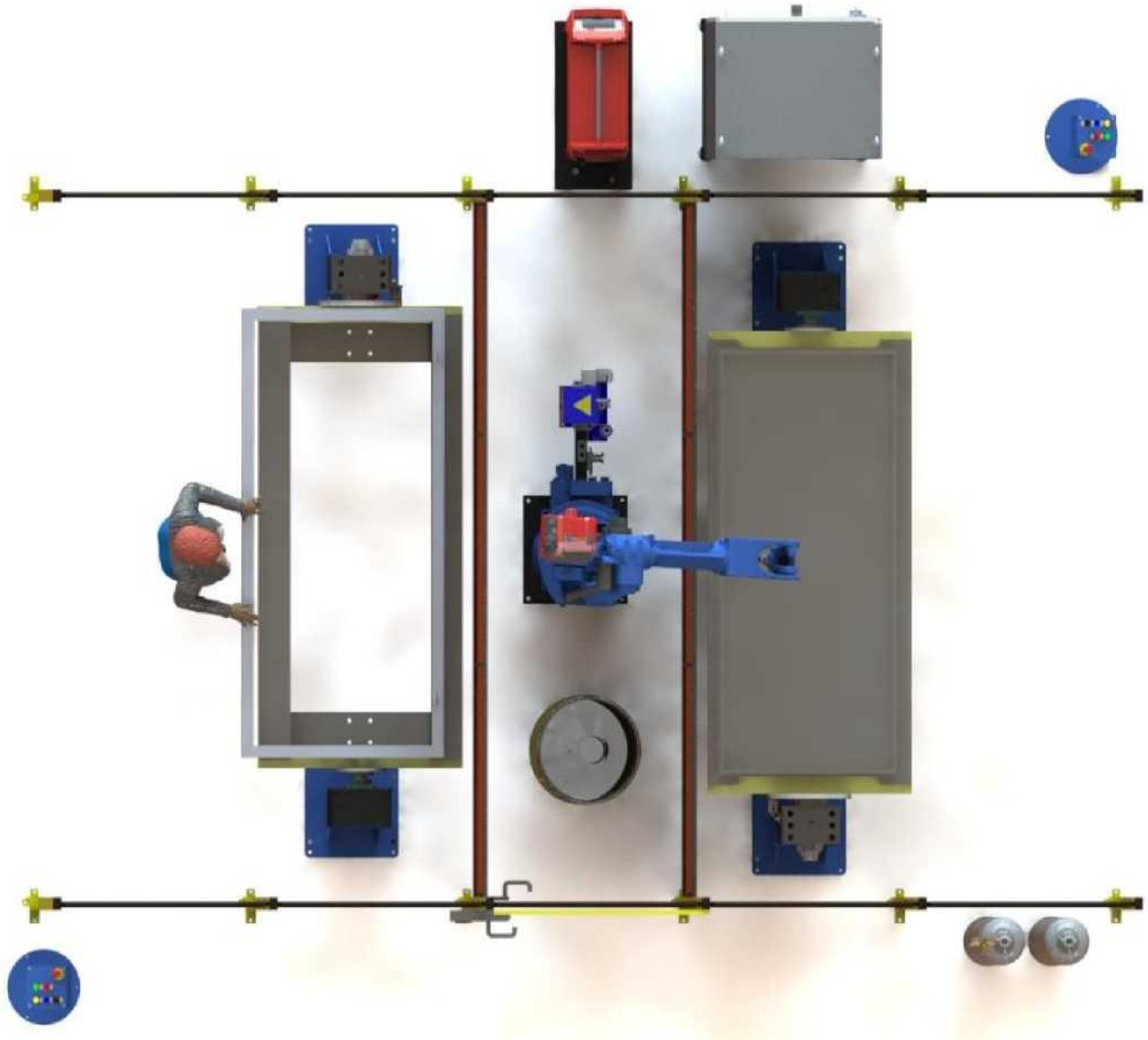


Рисунок 2.2 – Схематичне зображення робочої зони роботизованого комплексу

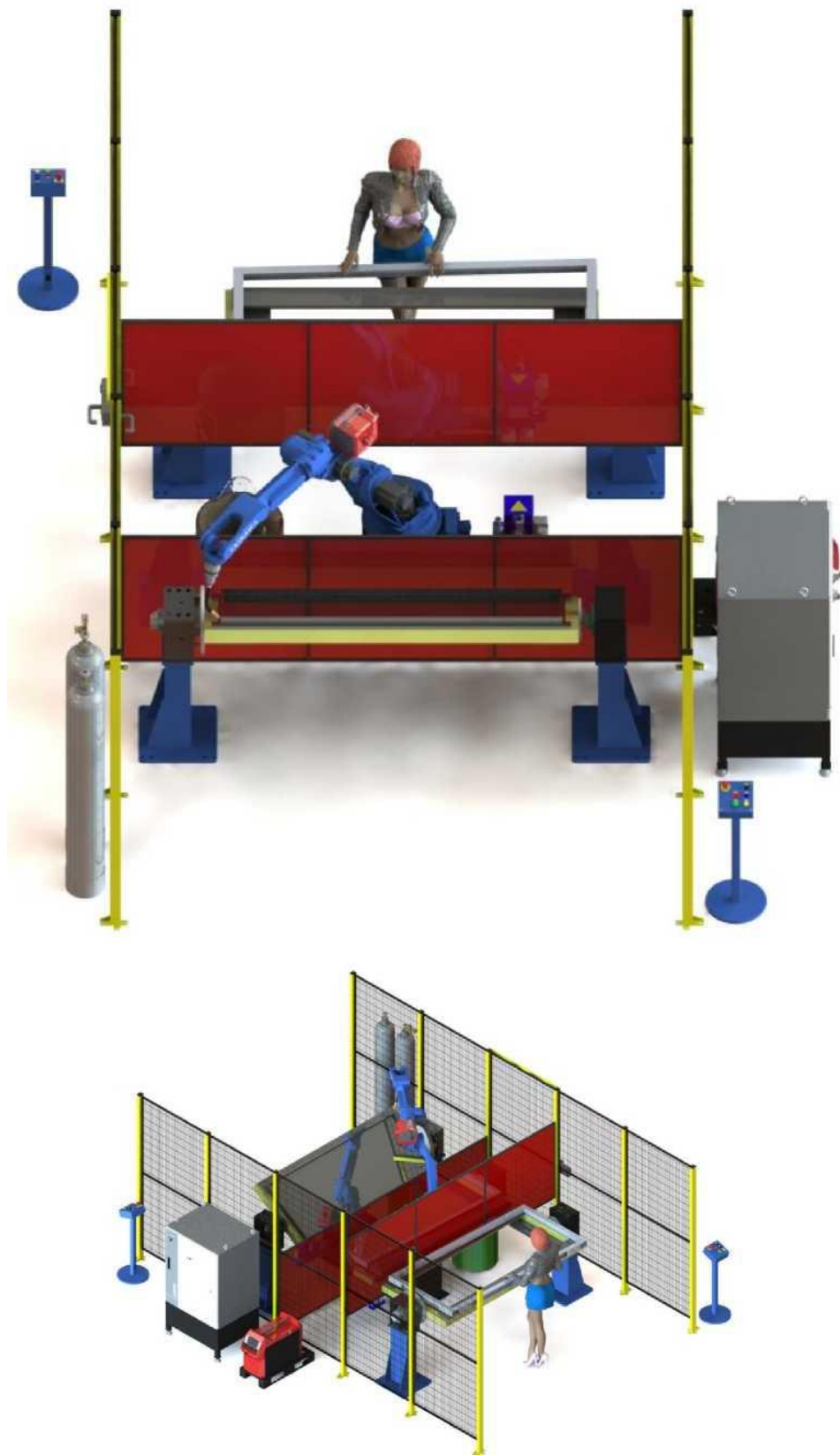


Рисунок 2.3 – Схематичне зображення робочої зони роботизованого комплексу

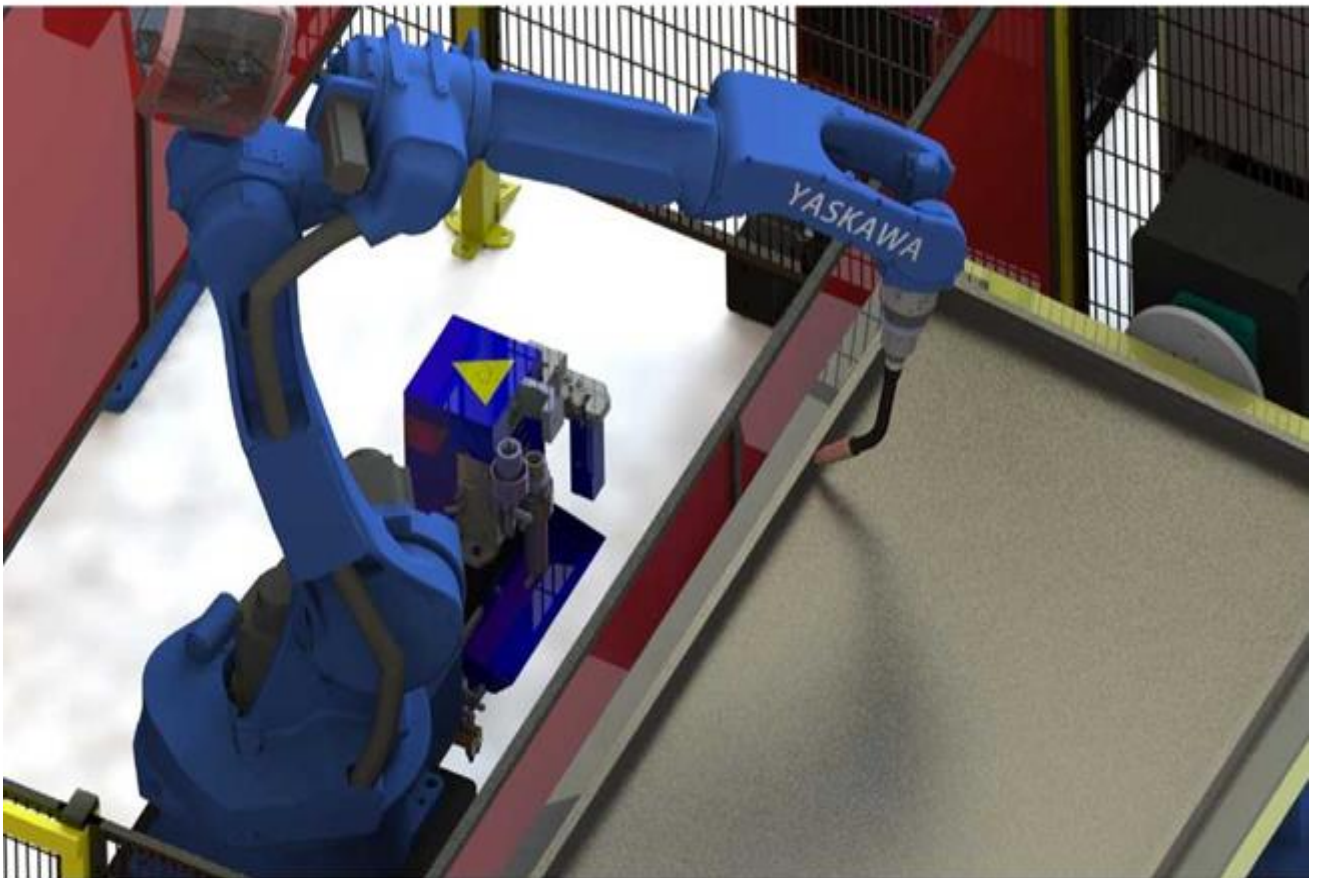


Рисунок 2.4 – Схематичне зображення робочої зони роботизованого комплексу, зварювання дверного полотна

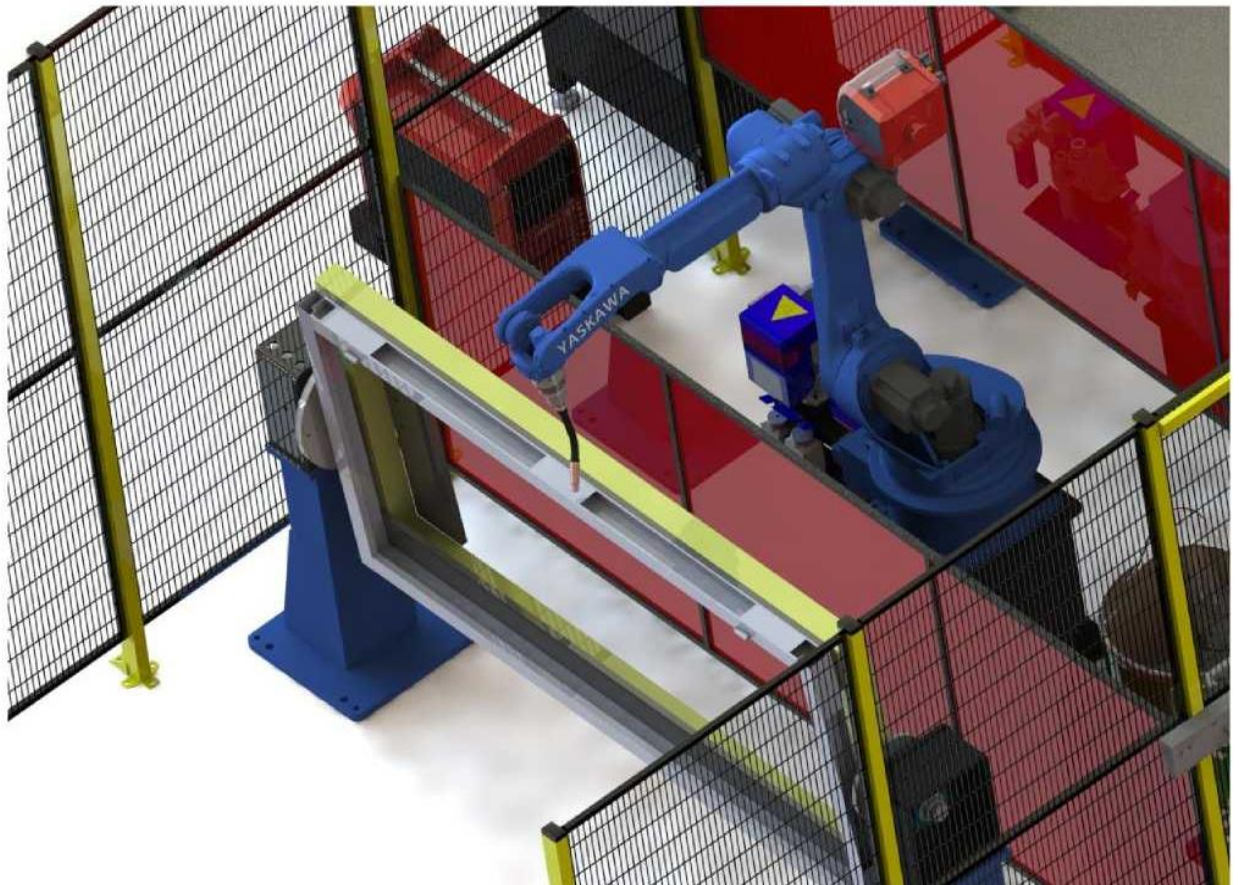
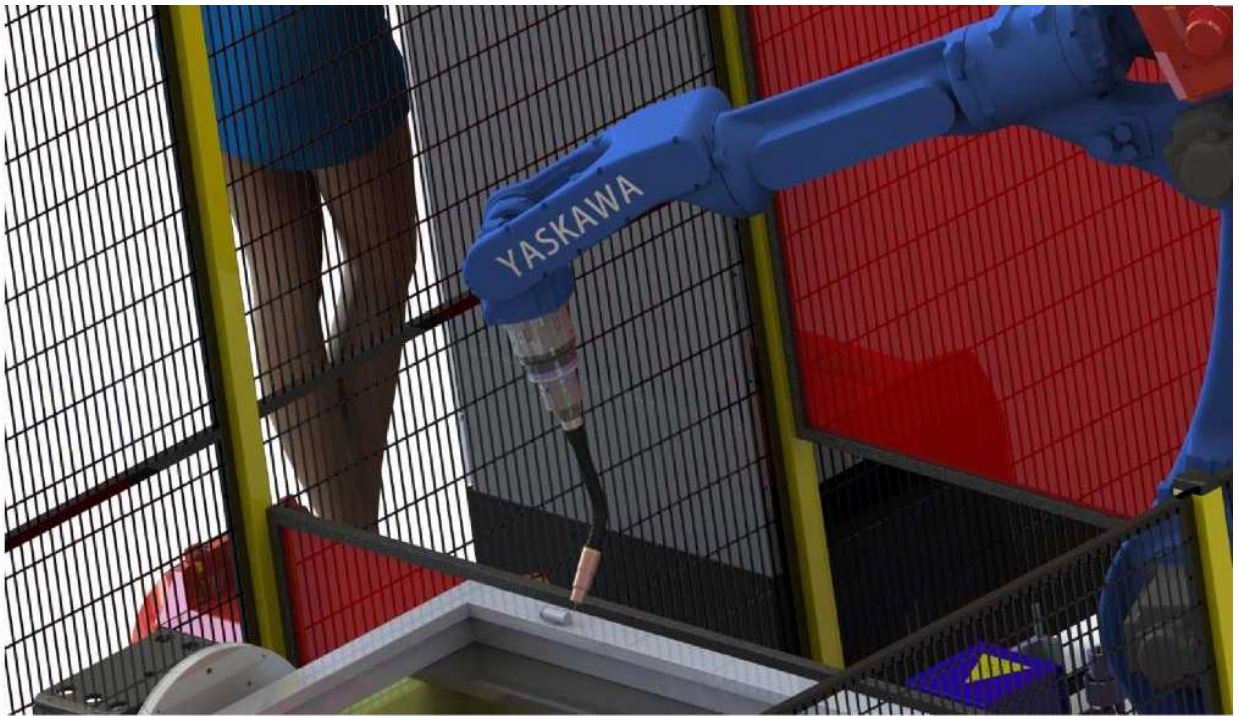


Рисунок 2.5 – Схематичне зображення робочої зони роботизованого комплексу, зварювання дверної рами

В якості базового пропонуємо застосувати промисловий робот Motoman MA 2010 був розроблений для вирішення високотехнологічних зварювальних задач з роботою на високих швидкостях для зниження часу циклу обробки виробу. Ергономічний дизайн дозволяє розміщувати робота

в підлоговому, настінному та стельовому положенні в умовах дефіциту простору. Даний робот має значний радіус дії більше 2м і збільшену вантажопідйомність до 10кг, що дозволяє йому виконувати зварювання габаритних виробів із застосуванням потужних та важких зварювальних пальників.



Рисунок 2.6 – Промисловий робот Motoman MA 2010

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики MA 2010

Технічні характеристики MA 2010						
Число керованих осей	6	Осі	Макс.	Макс.	Допустим	Допустими

Макс. Вантажопідйомність, кг	10		Діапазон повороту осі °	Швидкість , °/с	ий момент, Нм	й момент інерції, кг*м2
Точність	±0,08	S	±180	197	-	-
Макс. Робочий	R=201	L	+155/-105	190	-	-
Температура, °C	0;	U	+220/-170	210	-	-
Вологість, %	20-80	R	±150	410	22,0	0,65
Вага, кг	280	B	A00 +90/-	410	22,0	0,65
Потужність, середня,	2,0	T	±210	610	9,8	0,17

До переваг цього робота можна віднести:

- Зменшення часу програмування;
- Можливість прямої передачі даних з комп'ютера до контролера;
- Оптимізована подача дроту;
- Високі швидкості переміщення осями;
- Скорочення виробничого циклу;
- Підвищення ефективності витрат;
- Простота технічного обслуговування;
- Автокалібрування нуля;
- Висока якість зварювання;
- Великий радіус дії;
- Вантажопідйомність 10 кг.

Для здійснення контролю пропонуємо обладнати нашу установку контролером промислових роботів нового покоління DX200.

Контролер нового покоління DX200, використовуючи запатентовану технологію спільного управління роботами, може вільно виконувати багатоцільові завдання, включаючи спільне управління 8 роботами (до 72 осей), так само як і пристроями вводу-виводу і протоколами передачі даних.

Енергозберігаючий контролер DX200 відрізняється підвищеною швидкістю процесора, передовою системою контролю рухи робота для гладкої інтерполяції, вбудованим розпізнавачем зіткнень та швидшим відгуком входів-виходів. Ці передові системи контролю – переваги технології виробництва двигунів Yaskawa Sigma V для оптимізації прискорення робота та зменшення часу циклу.

Підключення до контролера здійснюється на задній стінці, що заощаджує простір підлоги.

Контролер DX200 зберігає енергію під час зупинки робота, що призводить до 25% збереження енергії. Характерною рисою надійності програмного забезпечення є використання системи Windows®CE, а також пульта програмування з кольоровим сенсорним екраном. Використання багатозадачних вікон та унікальний курсор значно зменшують час програмування. Зручний слот для картки пам'яті та USB-порт полегшують резервне копіювання. Весь контроль над процесами оператор здійснює з пульта програмування, тому сам контролер може розташовуватися віддалено.



Рисунок 2.7 – Контролер DX200

Переваги Контролера DX200

- запатентована технологія спільного управління роботами (до 8 роботів/72 осей);
- підключення до контролера здійснюється на задній стінці, що

економить простір;

- зони динамічної інтерференції захищають робота та запобігають зіткненню;

- швидше процесор, висока продуктивність;

- зменшення часу програмування;

- забезпечує до 25% збереження енергії.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики контролера

Технічні характеристики	
Розміри, мм	800(ш)x1000(в)x650(д)
Вага, кг	180
Клас захисту	IP54
Система охолодження	Непряме охолодження
Можлива температура, °C	0; +45 -10 до +60 (транспортування та зберігання)
Відносна вологість, %	Макс 90 без конденсату
Харчування, В (50/60 Гц)	3-фазне 400\415\440
Цифрові Вхід-вихід	40 входів \40 виходів (стандарт) Збільшення до 2048 входів \2048 виходів)
Аналогові Вхід-вихід	40 каналів (опції)
Система позиціонування	Абсолютний енкодер серійний інтерфейс
Пам'ять	200.000 кроків, 10.000 інструкцій та 15.000 PLC кроків.
Інтерфейс	RS 232, Ethernet

В комплекті також пропонується пульт програмування

Функції синхронізації кількох роботів

Синхронізація в реальному часі до восьми роботів та зовнішніх осей (максимум 72 осі)- можлива робота Jiggles систем

- можливість щільного розташування роботів

- зменшення часу циклу

Передова функція руху робота (ARM)

Динамічне обчислення моментів та навантажень на осі

- висока продуктивність та точність руху
- оптимізована швидкість та рухи роботів
- контроль над вібрацією
- високочутливе визначення зіткнення

Передача даних

Вбудований Ethernet, сервери ftp, орс та підтримка мереж 15 найчастіше використовуваних брендів на ринку

- легке підключення до зовнішньої мережі
- видалення стеження та діагностики системи

Характеристики

- мультизадачність
- внутрішній SPS
- висока продуктивність промислового комп'ютера
- завантаження максимум 50 сік.
- MTTR (середній час ремонту) менше 5 хвилин.

автоматичне калібрування

В комплект необхідного обладнання також потрібно включити позиціонер одно осьовий станційний HSD 500. Даний позиціонер призначений для встановлення та закріплення в ньому пристосування з оброблюваною деталлю. Позиціонер має одну вісь обертання. Привідна частина позиціонера укомплектована серводвигуном Yaskawa Motoman, що забезпечує синхронну роботу зварювального робота MA2010 позиціонера.

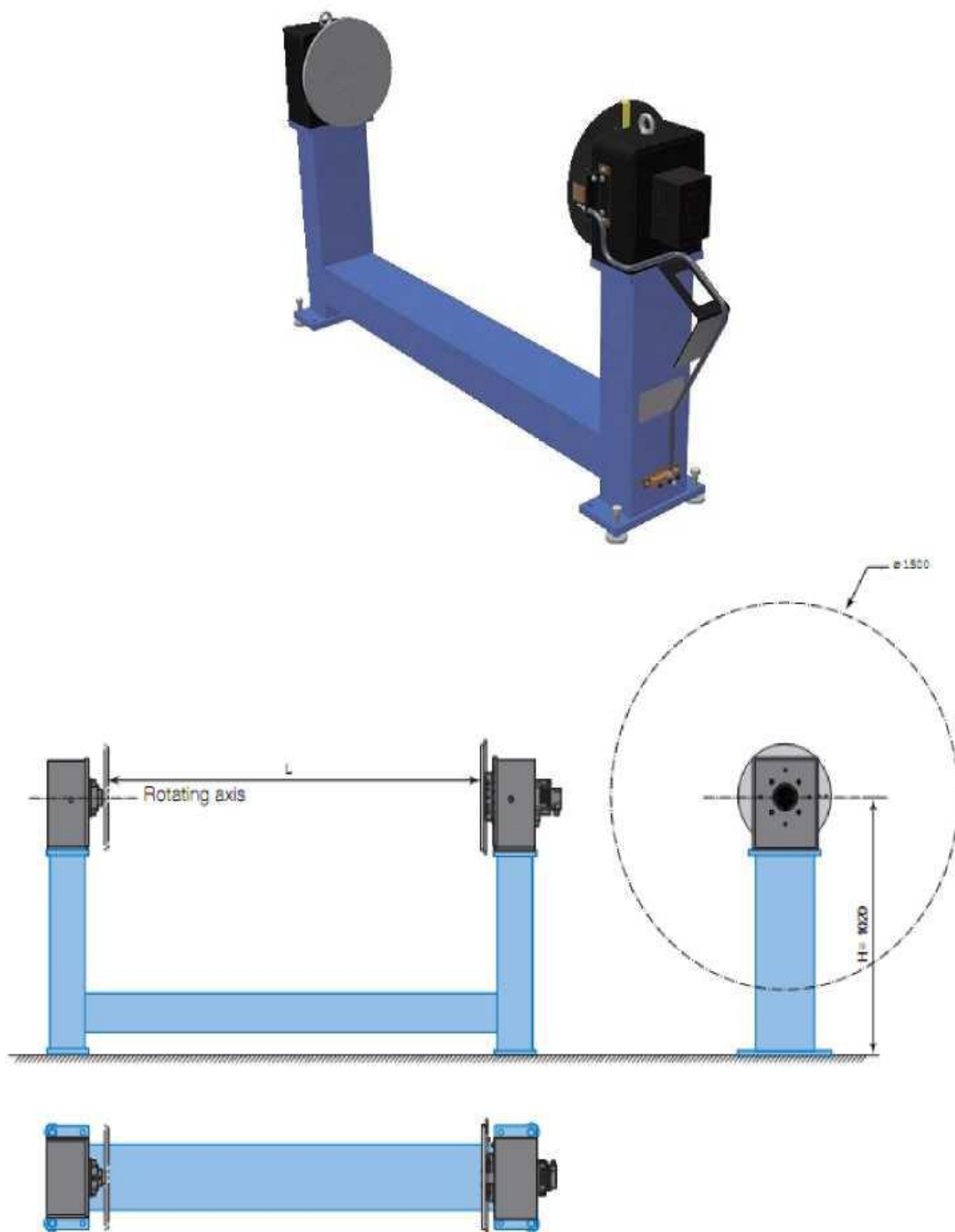


Рис 2.8 - Позиціонер одно осьовий станційний HSD 500

Технічні характеристики позиціонера приведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики позиціонера

Технічні характеристики	
Вантажопідйомність, кг	500
Максимальний струм, 100% ПВ, А	350
Максимальний струм, 60% ПВ, А	460
Обертальний момент, динамічний, Нм	608
Відстань між планшайбами, мм (L)	2500
Максимальна ширина деталі, радіус, мм (R)	750
Обертальний момент, статичний, Нм (х-вісь)	486
Радіальна швидкість об/хв	0-16,8

Установка комплектується зварювальним апаратом TPS 320i

TPSi взаємодіє з користувачем інтелектуальному рівні. Платформа надає користувачам надійну підтримку при налаштуванні параметрів, виборі відповідних опцій та централізованому оновленні компонентів. Як наслідок, система стає швидшою, простішою та надійнішою в управлінні.



Рисунок 2.9 - Зварювальний апарат TPS 320i

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики зварювального апарата TPS 320i

Напруга мережі, $\pm 15\%$	3x380 $\pm 15\%$
Частота мережі, Гц	50-60Гц
Мережевий запобіжник (інерційний), А	35
Тривалий первинний струм при ПВ 100% А	12,3
cos ϕ	0,99
Діапазон зварювального струму MIG/MAG, А	3-320
Зварювальний струм, А при 10 хв. / 40°C 10 хв. / 40°C	320 (40% ПВ) 240 (100% ПВ)
Напруга зварювання MIG/MAG, В	14,2-34
Напруга холостого ходу,	73
Розміри, Д x Ш x В, мм	706 x 300 x 510
Маса, кг	35

Режими зварювання вбудовані в апараті:

- Універсальний режим - традиційний, економний час налаштування Fronius, для стандартних випадків зварювання сталей універсальною дугою.
- Режим «DYNAMIC» - коротка концентрована дуга з динамічною реакцією по струму при короткому замиканні, для глибокого і вузького проплавлення і підвищених швидкостей зварювання.
- Режим «ROOT» - удосконалений алгоритм поведінки при короткому замиканні та потужна дуга дають напіввідку, добре керовану зварювальну ванну та забезпечують якісні кореневі проходи без використання підкладки. Режим «Root» забезпечує чудову перекривність зазорів.

Додаткові можливості комплектування:

- Режим Pulse – режим імпульсного зварювання, призначений для зварювання кольорових металів.
- Pulse Multi Control: PMC – високошвидкісна обробка даних та точне визначення стану процесу значно покращують відрив краплі. Прекрасна новина для всіх, хто хоче працювати з високою швидкістю, але стабільно та з рівномірним проплавленням. Зварювання на даному режимі проводиться зі зниженим тепlopokладанням.
- Функція стабілізації проплавлення - активний контроль дроту значно

компенсує вплив зміни вильоту електрода на результат зварювання. Дуга стає набагато стабільнішою, а проплавлення — рівномірнішою. Це уможливорює безступінчасте регулювання робочого діапазону такої стабілізації проплавлення.

В апараті є велика база даних по синергетичних програмах для зварювання низьколегованих, високолегованих сталей, алюмінію, мідних сплавів, зварювання порошковими дротиками і т.д.

Також до комплекту входить пристрій подачі дроту WF 25i R

Пристрій подачі дроту укомплектований чотирма твердосплавними роликами, які забезпечують стабільну подачу зварювального дроту. Твердосплавні ролики мають підвищену зносостійкість і збільшений термін служби в порівнянні з металевими.

Таблиця 2.6
характеристики
дроту WF 25i R

Технічні характеристики	
Діаметр	0,8-1,6
Швидкість	1,0-25
Клас	IP 23
Габарити	285x280x230
Вага, кг	4,8

- Технічні
пристрою подачі



Рисунок 2.10 - Пристрій подачі дроту WF 25i R

Також передбачена наявність системи для очищення пальника «Robacta»

Дана система очищення виконує дві функції:

- зачищення сопла від зварювальних бризок
- нанесення на робочі частини пальника рідини від налипання

зварювальних бризок.

- Загальний вигляд системи представлено на рисунку 2.11.



- Рисунок 2.11 - Система для очищення пальника «Robacta»

2.3 Розрахунок ефективності процесу виготовлення від впровадження роботизації

Розрахунок продуктивності при виготовленні дверного полотна:

1. Протяжність зварювальних швів – 960 мм.
2. Кількість швів (стартів) – 62 шт.
3. Час зварювання роботом – 90%
4. Швидкість зварювання – 50 см/хв.
5. Кількість очищення пальника на одну деталь – 1 раз
6. Час повного циклу зварювання деталі 3,5 хв.

Розрахунок продуктивності при виготовленні дверної рами:

1. Протяжність зварювальних швів – 1248 мм.
2. Кількість швів (стартів) – 102 шт.
3. Час зварювання роботом – 90%
4. Швидкість зварювання – 50 см/хв.
5. Кількість очищення пальника на одну деталь – 1 раз
6. Час повного циклу зварювання деталі 4,2 хв.

Під 8-ми годинною робочою зміною мається на увазі баланс оперативного часу (ОпЧ), як різниця, основного часу (ОЧ) та нормативних підготовчо-заклучного часу (ПЗЧ-24 хв.), обслуговування робочого місця (ОРМ-24 хв), відпочинок та особисті потреби (ОП-24 хв).

$$\text{ОпЧ} = \text{ОЧ} - (\text{ПЗЧ} + \text{ОРМ} + \text{ОП}) = 480 - (24 + 24 + 24) = 408 \text{ (хв.)}$$

РЕЗУЛЬТАТ:

1. Загальний час зварювання одного виробу: металева коробка з дверима
 $3,5 + 4,2 = 7,7 \text{ хв.}$
2. Кількість деталей за зміну: $408 / 7,7 = 53 \text{ шт.}$
3. Кількість деталей на рік:
 - при однозмінному завантаженні $22 * 12 * 53 = 13.992 \text{ шт.}$
 - при двозмінному завантаженні $13.992 * 2 = 27.984 \text{ шт.}$
 - при тризмінному завантаженні $13.992 * 3 = 41.976 \text{ шт.}$
 - Вищезазначені параметри є усередненими та орієнтовними, і можуть відрізнятися при практичній роботі роботизованого комплексу!

РОЗДІЛ 3.

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Опис загальних та обґрунтування вибору персоніфікованих пристосувань

Вибір та розроблення пристосувань - один із головних етапів технологічного виготовлення виробів. Конструювання нового пристосування або модернізація існуючого проводяться на основі:

- вивчень креслень та технічних умов на певну зварну конструкцію;
- виготовлення заготовок та стан їх вихідних поверхонь;
- розроблення технологічного процесу власне виготовлення виробу.

При технічному обґрунтуванні потрібно порівнювати та аналізувати: прогресивність пристосування (продуктивність, механізацію, раціональність устаткування чи обладнання, можливість забезпечення якості, трудомісткості, умови праці та техніки безпеки, забрудненість середовища та інше.); тривалість повного виробничого циклу; габарити та масу використаних пристосувань, площі та об'єму виробничих приміщень; необхідну кількість працівників; питому продуктивність; завантаження виробничого обладнання; вид та кількість відходів; витрати електроенергії та матеріалів.

Для виготовлення зварних конструкцій високої якості потрібно забезпечити правильне складання деталей виробу, тобто їх правильне взаємне розміщення та закріплення.

Процес складання зварювального виробу перед виготовленням поділяється на ряд послідовних операцій:

- доставка складальних одиниць до місця базування;
- власне складання;
- закріплення перед зварюванням;

Отже розуміємо що основним призначенням складального обладнання в зварювальному виробництві є повна фіксація та закріплення зварювальних деталей.

Для складання та зварювання технологічних одиниць використовують, так звані складальні кондуктори, а складальну одиницю складають та зварюють у стапелі.

Складальний кондуктор - пристрій, який складається із площинної чи просторової рами, на якій розташовані установлювальні та затискні елементи. В кондукторах зазвичай проводиться складання та зварювання виробу, тому основа кондуктора повинна бути жорсткою для сприйняття зусиль, які виникають у виробі в процесі зварювання.

3.2 Вибір типу упорів

Установчі елементи чи фіксатори забезпечують правильне взаємовстановлення деталей вузла в складальному пристосуванні.

Ознакою класифікації фіксаторів є метод фіксування заготовок в пристрої. За методом фіксування заготовок в пристрої фіксатори поділяють на упори, призми, опори, установочні пальці та знімні шаблони.

Упори використовують схему базування заготовок за боковими плоскими поверхнями. Упори можуть бути постійними, знімними, відкидними, відвідними та поворотними. Постійні упори служать для фіксації однієї чи двох деталей в горизонтальній площині, або для чіткого закріплення деталей при складанні для виготовлення в горизонтальній та вертикальній площинах.

Розміри упорів приймають виходячи з технологічних та конструктивних факторів. За технологічним призначенням упори можуть бути силовими та напрямними (ненапруженими).

До фіксаторів ставляться наступні вимоги:

- забезпечення точності при встановленні деталей чи конструкції в цілому;
- зручне встановлення деталей в технологічно складальне пристосування;
- доступ до зварного шва;
- необхідна міцність та жорсткість, для запобігання виникнення деформації виробу в процесі зварювання;

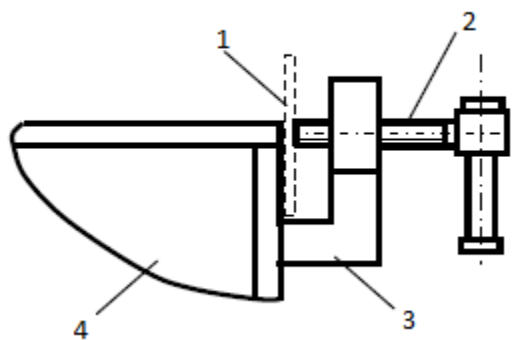
- можливість вільного знімання виробу.

3.3 Вибір типу затискних елементів

До затискних елементів відносяться притискачі та затискачі, які повинні забезпечувати:

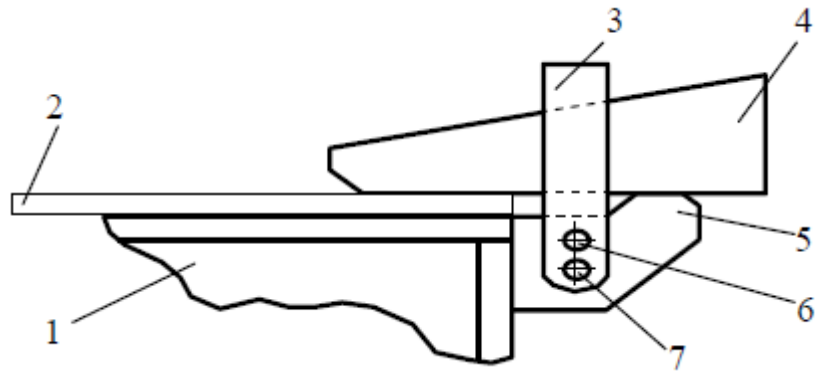
- правильне прикладання та напрямок зусилля для закріплення деталей, відповідно без зсувів стосовно встановлених баз;
- надійне закріплення деталей на протязом всього процесу складання та зварювання;
- швидкодію;
- можливість зручного переміщення чи зміни положення;
- оптимальну швидкість приведення в дію.

Притискачі можуть бути ручними чи механізованими. Ручні притискачі умовно поділяють на клинові, гвинтові, ексцентрикові, важільні. За видом робочого приводу механізовані притискачі поділяються на пневматичні, гідравлічні, пневмо-гідравлічні, електромагнітні та з постійним магнітом. В деяких випадках притискачі об'єднують з упорами чи фіксаторами та виконують у вигляді комплексного вузла.

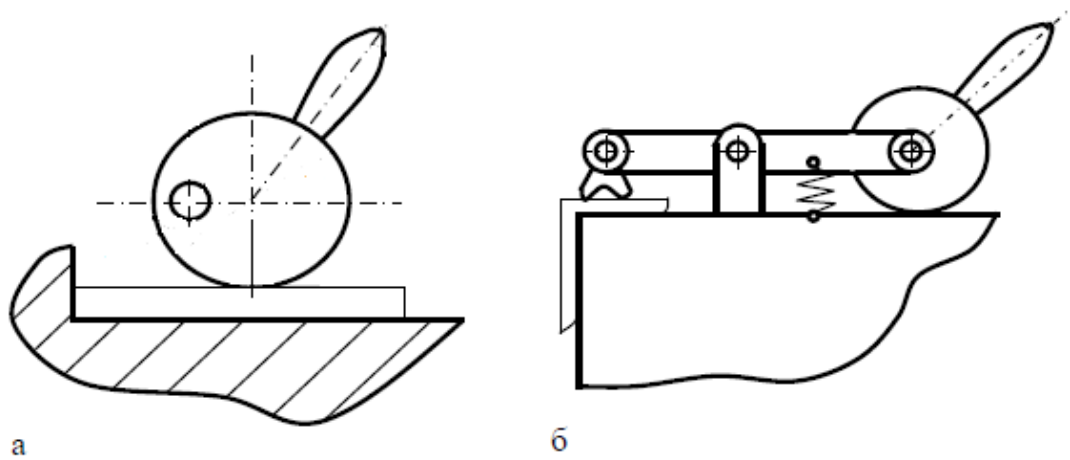


1-заготовка; 2-гвинт; 3-кронштейн; 4-рама стенда.

Рисунок 3.1 - Загальний вигляд гвинтового притискача



1-стенд; 2-заготовка; 3-скоба; 4-клин; 5-опорна планка; 6-штир; 7-вісь.
Рисунок 3.2 – Загальний вигляд, клинового притискача із відкидною скобою



а-безпосередньої дії; б-важільно-ексцентриковий.
Рисунок 3.3 – Загальний вигляд ексцентрикового притискача

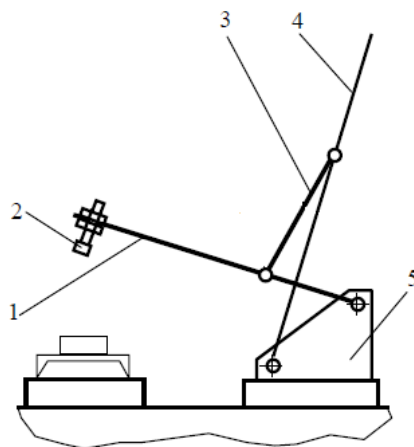


Рисунок 3.4 – Схема ручного важільно-шарнірного притискача

Притискачі із механізованим приводом, незважаючи на їх вищу вартість та складність, мають ряд переваг: більші притискні зусилля; підвищену швидкодію.

Гвинтові притискачі – універсальні та надійні в експлуатації, мають просту конструкцію та значно менші зусилля, що прикладаються по відношенню до виробу. Поряд з такими притискачами часто використовують важільні затискачі з пневмоприводом.

Застосування пневматичних притискачів суттєво скорочує допоміжний час в процесі виготовлення зварних конструкцій завдяки. Пневмопритискачі забезпечують достатнє зусилля складання та швидке закріплення чи вивільнення вузлів.

Розрізняють три основні типи пневмопритискачів:

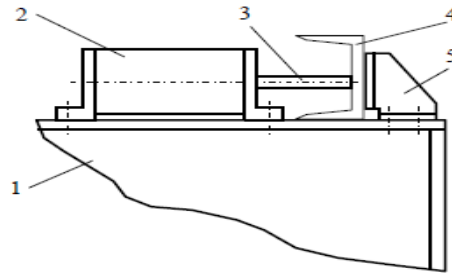
- а) пневмоциліндри односторонньої чи двосторонньої дії;
- б) пневмокамери (діафрагмові камери);
- в) пневмошланги.

У складально-зварювальних пристроях використовуються пневмо притискачі прямої дії та пневмоважільні системи. Широке застосування пневмоважільних систем пов'язано з тим, що вони дають можливість контролювати складальні зусилля та величину переміщення робочих органів.

Перевагами пневмопритискачів можна вважати: доступність, завдяки наявності на заводах мережі стисненого повітря; порівняна простота конструкції; швидкодія та надійність в роботі; зручність в керуванні.

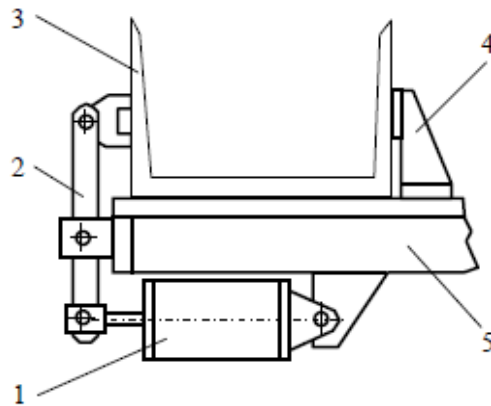
Недоліками пневмопритискачів є: контроль за швидкістю ходу; необхідність в обезволоженні повітря; обмеженість величини сили (20 ...30 кН); підвищена шумність роботи.

Приклади застосування пневматичних притискачів з пневмоциліндрами, пневмокамерами і пневмошлангами у складально-зварювальних пристроях наведені на рисунках нижче.



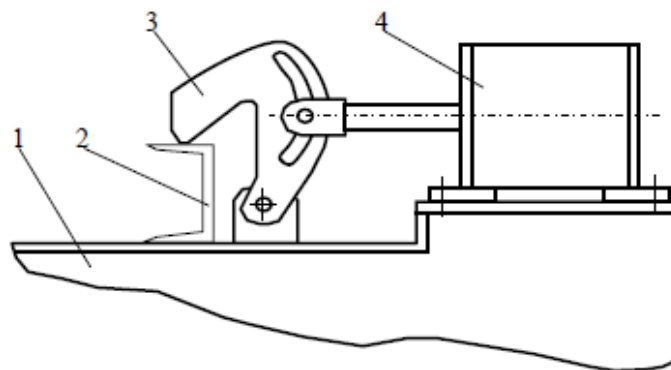
1-рама стенда; 2-пневмоциліндр; 3-шток; 4-заготовка; 5-упор.

Рисунок 3.5 – Загальний вигляд пневмотритискача прямої дії



1-пневмоциліндр; 2-важіль; 3-заготовка; 4-упор; 5-рама стенда.

Рисунок 3.6 – Загальний вигляд пневмоважільного притискача



1-рамастенда; 2-заготовка; 3-важіль; 4-пневмоциліндр.

Рисунок 3.7 – Загальний вигляд пневмоважільного притискача

Притискачі відрізняються від затискачів однобічність прикладання зусилля притискання. Затискачі ж затискають деталь із обох боків. Затискач має дві робочі поверхні, розташовані одна проти одної.

Для зварювання металевих дверей необхідно провести правильне складання деталі, чітке взаємне розміщення та закріплення, а також провести процес зварювання на якісному рівні.

При виборі типу пристосувань необхідно забезпечити наступні вимоги:

- а) можливість механізації транспортних операцій;
- б) швидкість і надійність базування;
- в) зручність складальних та зварювальних операцій;
- г) ефективне закріплення деталей у пристосуваннях.

Використання спеціальних складальних пристосувань дозволяє підвищити продуктивність праці, а також покращити якість власне складання.

Для виконання складальної операції використовують складальне чи складально – зварювальне пристосування.

Складений виріб повинен володіти шорсткістю і міцністю, яка необхідна для вилучення його з складального пристосування і транспортування цього виробу до місця зварювання, так і для зменшення деформації при зварюванні.

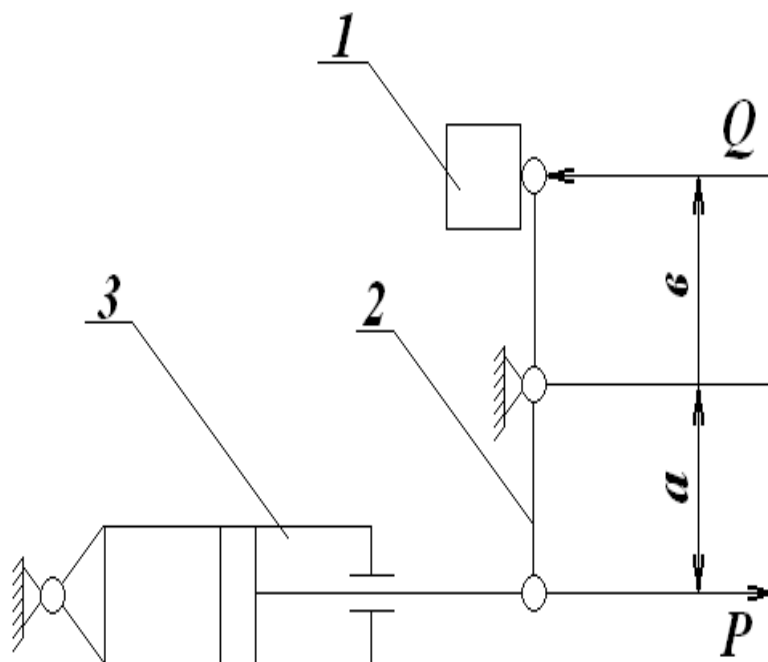
Після складання і прихоплення виріб з кондуктора для складання переносимо на автоматичну зварювальну установку для дугового зварювання прямо шовної труби середнього діаметру в середовищі суміші вуглекислого газу та кисню.

3.4 Опис пристосувань запропонованих для виготовлення дверей

Отже для виготовлення металевих дверей застосовуємо спеціальні пристосування обладнані нерухомими упорами та затискачами які працюють від пневмоприводу пневмоциліндра односторонньої дії.

В складальному кондукторі для складання металевих дверей для надійної фіксації ми використали в якості силового приводу 12 пневмоциліндрів односторонньої дії.

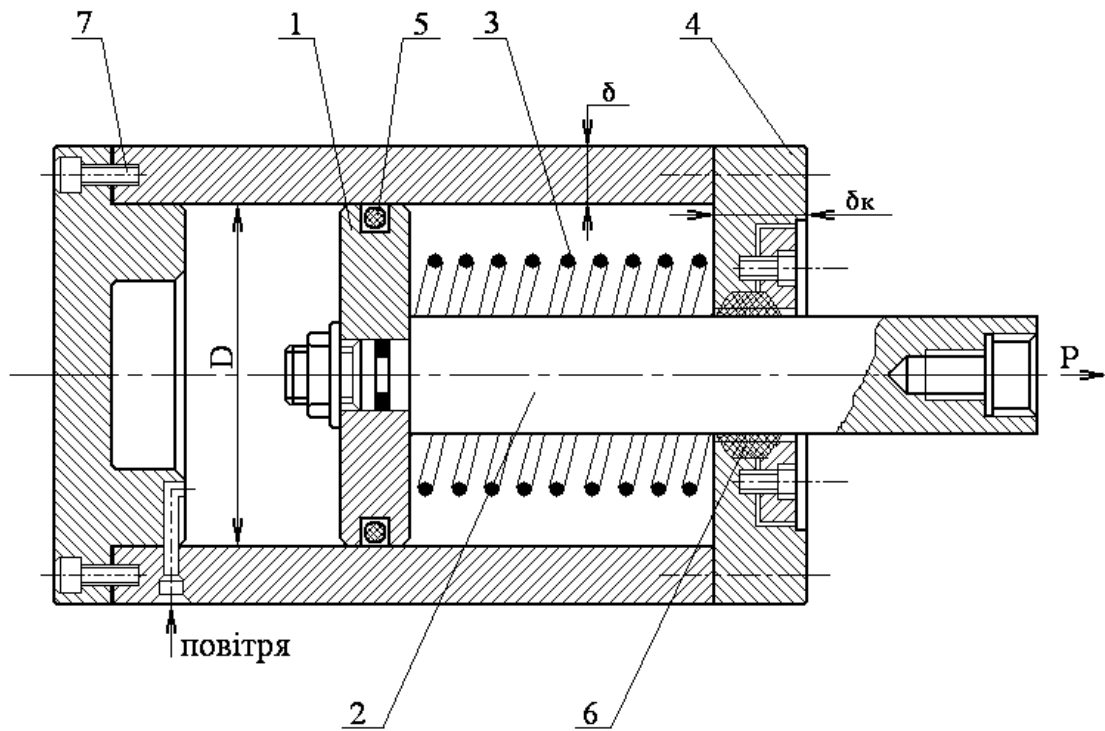
Схема механічного підсилювача наведена на рисунку 3.9.



1 – виріб; 2 – важіль; 3 – пневмоциліндр

Рисунок 3.9 – Кінематична схема важільного механізму підсилювача до приводу складально – затискного пристосування.

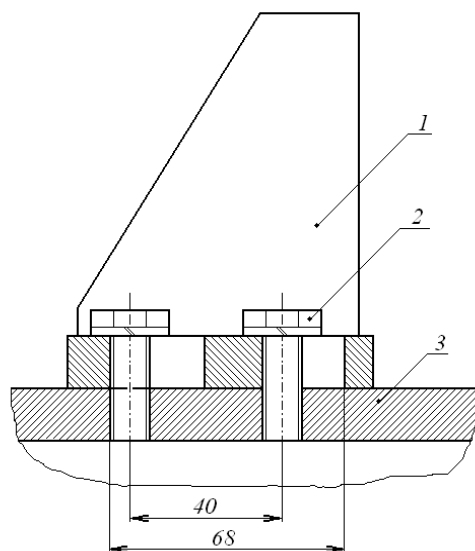
Даний пневмоциліндр виготовлений з конструкційної мало вуглецевої сталі ВСт 3 пс. Пневмоциліндр односторонньої дії показано на рисунку 3.10.



1 – поршень; 2 – шток; 3 – пружина; 4 – кришка пневмоциліндра; 5 – резинові ніпеля; 6 – войлочне ущільнення; 7 – кріпильні елементи, P – зусилля на шток пневмоциліндра односторонньої дії, кН:

Рисунок 3.10 – Пневмоциліндр одnobічної дії

Схема постійного упора, який застосовується як один з елементів для правильного встановлення даної конструкції показана на рисунку 3.11.



1 – упор; 2 – різьбові елементи; 3 – основа кондуктора

Рисунок 3.11 – Схема постійного упора

Отже в цілому пристосування для складання та роботизованого зварювання металевих дверей з нержавіючої сталі складається з власне установки та спеціальних зварювальних пристосувань, на яких застосовані затискні механізми та нерухомі упори.

На рисунку 3.12 зображено схематичну установку для роботизованого аргондугового зварювання, в основу якої входять два стаціонарні маніпулятори, в яких розміщені два спеціальні пристосування, одне для складання під зварювання дверного полотна (рисунок 3.13) і друге для складання та зварювання дверної рами (рисунок 3.14).



Рисунок 3.12 – Схематичне зображення установки для складання та роботизованого зварювання аргоним зварюванням металевих дверей.

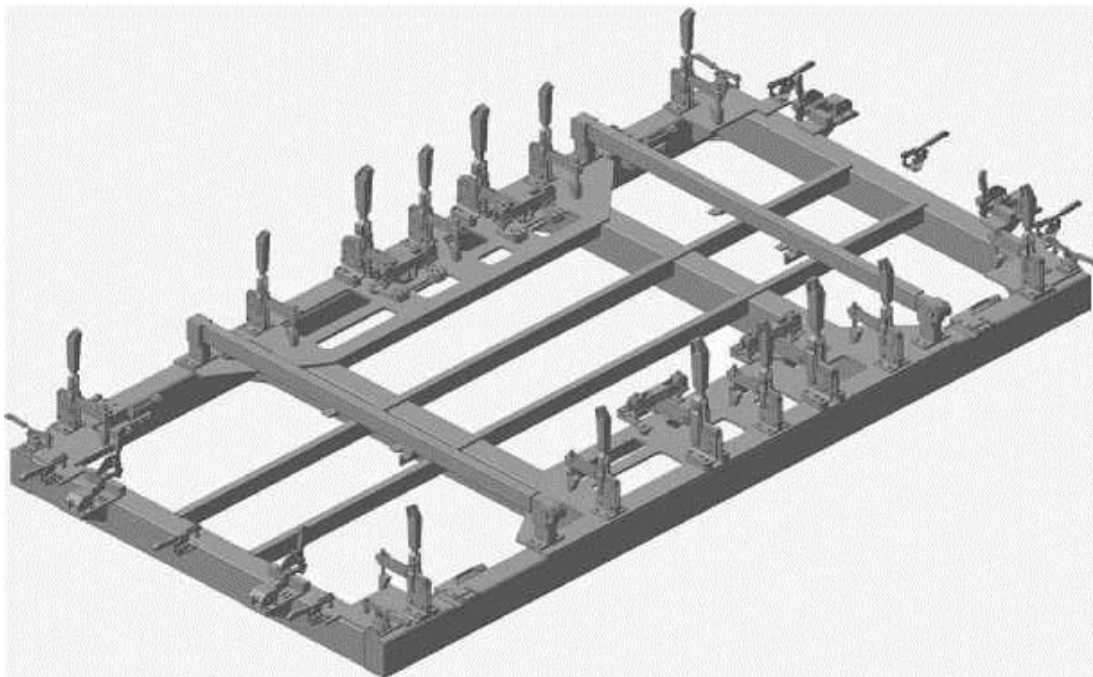


Рисунок 3.13 – 3Д модель пристосування для складання під зварювання
дверного полотна металевих дверей з нержавіючої сталі

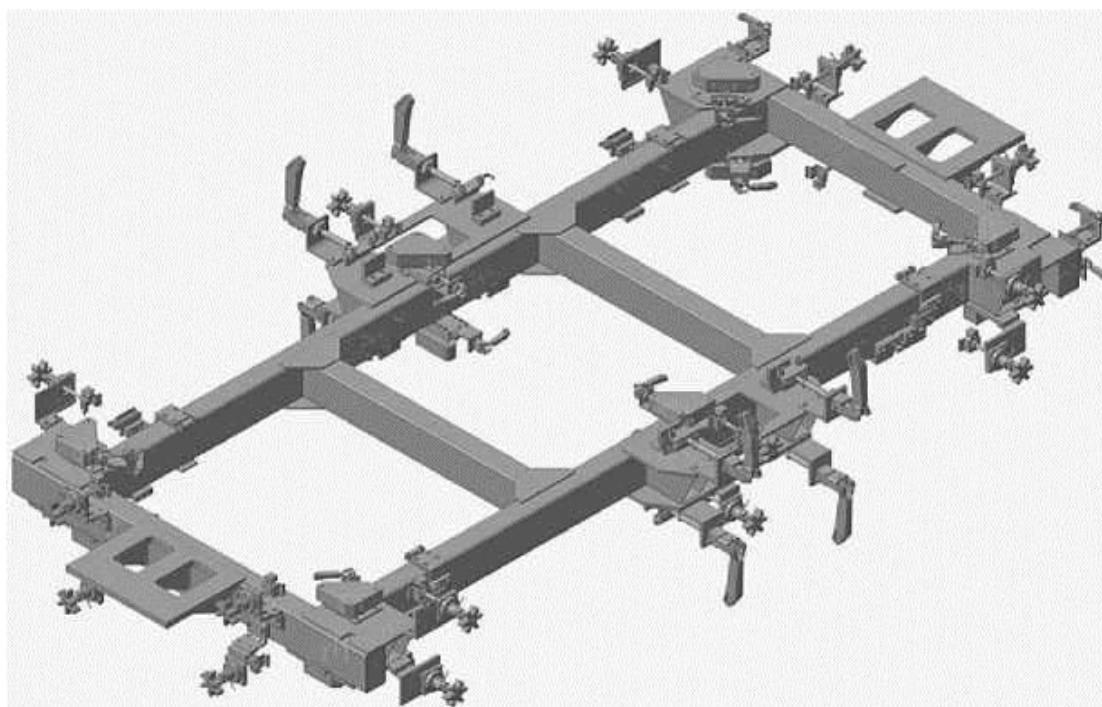


Рисунок 3.14 – 3Д модель пристосування для складання під зварювання
дверної рами металевих дверей з нержавіючої сталі

РОЗДІЛ 4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

У цьому розділі наведено результати визначення режимів зварювання, що забезпечують отримання зварного шва з розмірами, відповідними ГОСТ 14771-76 тип з'єднання С4 для корозійно-стійкої сталі аустенітного класу 12Х18Н10Т товщинами 1,5; 2,0 та 3,0 мм.

4.1 Устаткування для проведення досліджень

Дослідження проводилися на спеціалізованому стенді для зварювання плоских зразків на мідній підкладці з притискним пневмо шланговим пристосуванням клавішного типу, розробленому у відділі загальних проблем техніки та технології дугового зварювання Інституту електрозварювання ім. Патона. Стенд для зварювання плоских зразків дозволяє здійснити позовжне переміщення зварювального пальника із заданою швидкістю і притискання плоских зразків, що зварюються, клавішними притисками до підкладки під час зварювання (див. рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 - Стенд для зварювання плоских зразків

Переміщення пальника здійснювалося за допомогою рухомої зварювальної головки. Технічні характеристики зварювальної головки для автоматичного зварювання представлені у таблиці 4.1. Як джерело живлення використовувалося

промислове інверторне джерело живлення Lorch 400 DC, технічні характеристики якого вказані в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 - Технічні характеристики головки для автоматичної АрДЗ

Номінальний зварювальний струм при ПВ = 60%, А	400
Номінальна напруга мережі живлення,	380/220
Діаметр вольфрамового електрода, мм	1-5
Діаметр присадного дроту, мм	0,8-1,6
Діапазон регулювання швидкості зварювання, м/год	8-80
Діапазон регулювання стабілізованої швидкості подачі дроту присадки, м/ч	8-80
Вертикальне переміщення пальника, механізоване, мм	200
Поперечне переміщення пальника, механізоване, мм	±10
Кут нахилу пальника у площині зварювання, град.	± 90

Таблиця 4.2 - Технічні характеристики джерела живлення Lorch 400 DC

Діапазон регулювання струму для TIG зварювання, А	3-400
Діапазон регулювання струму для зварювання покритими електродами, А	20-250
Зварювальні електроди Ø TIG, мм	1,0-4,0
Зварювальні електроди покриті Ø, мм	1,5-6,0
Струм (DC) при 100% ПВ, А (25°C/40°C)	400/360
ПВ при максимальному струмі, % (25°C/40°C)	100/60
Коефіцієнт потужності I _{2max}	0,99
Мережева напруга,	380±15%
Ступінь захисту	IP23
Клас ізоляційного матеріалу	F
Вид охолодження	F
Стандарт	EN 60974-1
Розміри, мм (Д x Ш x В)	1130x450x81

Для забезпечення широкого діапазону зварювальних струмів та тривалої роботи без перегріву застосовувався зварювальний пальник ДРГА-400 з водяним охолодженням.

4.1.1 Зварювальне оснащення, інструмент і вимірювальна техніка

Для закріплення плоских зразків використовувався типовий затискний пристрій пневмошлангового типу з площинним притисканням клавішами кромок, що зварюються, застосовується для АрДЗ стикових з'єднань з тонколистових матеріалів на більшості виробничих підприємств. Затискання кожного зразка здійснювалося чотирма клавішами (далі притискачами), зовнішній вигляд яких представлений на рисунку 4.2, а.



а)



б)

Рисунок 4.2 - Схема затискання сталевих зразків (а) і вид притиску (б)

Тиск притисків на матеріал, що зварюється, становив 0,6 МПа. Як тепловідвідну підкладку використовували мідні пластини з канавкою шириною 6 і 8 мм і глибиною 0,5 мм. Відстань між клавішними затискачами та їх форма на зварювальному оснащенні (див. рисунок 4.2, б), а також розміри канавки в мідній підкладці підбиралися відповідно до рекомендацій ВАТ «УМПО» та мінімальної ширини зворотного валика зварного шва за ГОСТ 14771-76 .

Сила струму встановлювалася регулятором на зварювальному джерелі живлення Lorch 400 DC. Вимір напруги на дузі здійснювалося за допомогою цифрового мультиметра M830. Схема закріплення зварного зразка показана на рисунку 4.3.

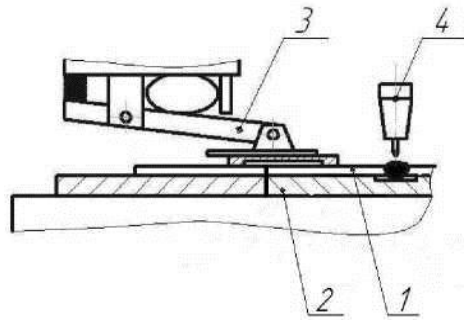


Рисунок 4.3 - Схема закріплення зразків при зварюванні: 1 – з’єднання стиків зразків, 2 – мідна підкладка з канавкою, 3 – затискач клавійного типу (пальник)

Установка зазору між кінцем електрода та зварною пластиною проводилася універсальним шаблоном зварювальника УШЗ-3 моделі 00314 ТУ 3936-050-00221190-99. Відхилення положень штрихів використаної вимірювальної шкали від дійсних значень товщини $\pm 0,25$ мм. У ході проведення експериментів використовувався той самий універсальний шаблон зварювальника.

Фотографування зразків здійснювалось за допомогою цифрової фотокамери Canon A560. Висота зворотного валика та величина посилення зварного шва визначалися індикатором переміщення вартового типу НЧ-4. Для вимірювання температури термометрування використовувався прилад TC4S, технічні характеристики якого наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Технічні характеристики терморегулятора TC4S

Живлення	100...240В (50/60Гц)
Допустимий діапазон напруги	90-110% від номінальної напруги
Похибка вимірювання температури	Поточне значення $\pm 0,5\%$ або $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ залежно від того, що більше
Метод керування	Дискретне регулювання (ВКЛ/ВИМК)
Межі індикації	0,1...999,9 $^{\circ}\text{C}$
Час виміру	100 мс
Діелектрична міцність	2000В змінного струму, 50/60Гц за 1 хв (між вхідною клемою та клемою живлення)

4.1.2 Витратні матеріали для експериментів

В експериментах в якості електродів використовувалися вольфрамові стрижні WL-20 $\varnothing$ 3,0 мм марки FoxWeld ISO6848-2004. Підготовка електродів

полягала в заточенні робочого торця на конус 30° з точністю $\pm 1,5^\circ$ без притуплення конуса, оскільки у відповідність до робіт у максимальна стабільність форми проплавлення металу досягалася на кутах заточування 30° .

Заточування електродів проводилося на токарному верстаті за допомогою спеціального оснащення із застосуванням алмазного кола, яке встановлювалося на шпинделі токарного верстата (див. рисунок 4.4). Оснащення для обертання та закріплення електрода встановлювалося в різцетримач верстата.

Електрод закріплювався в оснастці та підводився до робочої частини абразивного інструмента за допомогою органів управління верстата.



Рисунок 4.4 - Пристрій для заточування електродів

Після заточування електрод фотографувався під мікроскопом МБС-10 цифровою камерою Canon A560. Робоча поверхня електрода мала форму конуса, при цьому на робочій поверхні електрода не допускалися задираки, тріщини та інші дефекти.

Вимірювання кута електрода проводилося шляхом обробки цифрових фотографій у системі 3D КОМПАС (див. рисунок 4.5). Електроди з відхиленням кута понад $1,5^\circ$ від 30° відбраковувалися і переточувалися.

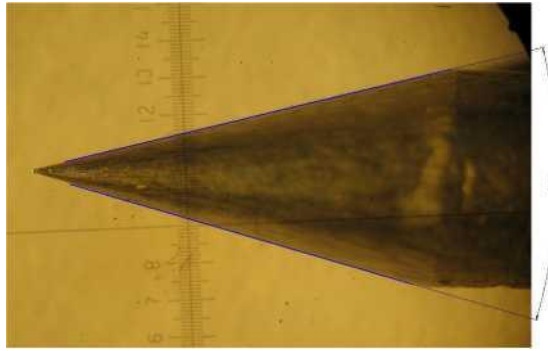


Рисунок 4.5 - Схема вимірювання кута заточування електрода

При АрДЗ як захисний газ використовувався аргон вищого гатунку за ГОСТ 10157-79.

Як основний матеріал для АрДЗ використовували пластини з корозійно-стійкої сталі аустенітного класу 12Х18Н10Т розмірами 100 50 мм товщинами 1,5; 2,0 та 3,0 мм у стані поставки.

4.2 Методика визначення діапазонів режимів аргонодугового зварювання стикових з'єднань на підкладці

Перед зварюванням електрод із заточеною на конус поверхнею встановлювався в цангу пальника ДРГА-400. Виліт електродів з цанги пальника у всіх випадках становив 25 мм. Витрата води у системі охолодження пальника становила 2-3 л/хв. Міжелектродний проміжок дорівнював 2 і 3 мм.

При зварюванні анодом слугувала мідна підкладка з канавкою глибиною 0,5 мм та шириною 8 мм. Перед зварюванням зразки і мідна підкладка ретельно зачищалися, після чого визначалося їхнє середнє значення величини мікронерівності поверхні приладом TR 100. Потім зразки встановлювали в пристосування пневмошлангового типу з розташуванням стику по осі канавки підкладці і включали компресор, для нагнітання повітря в пневмосистему, Після цього регулятором переміщення зварювальної головки виставлявся міжелектродний проміжок І_{мп} та витрата захисного газу. Далі зварні зразки знежирювалися та проводилося зварювання.

Для кожної товщини матеріалу за довідковими матеріалами було вибрано 4 значення сили струму (див. таблицю 4.4) знаходилася допустима величина

ширини зворотного валика.

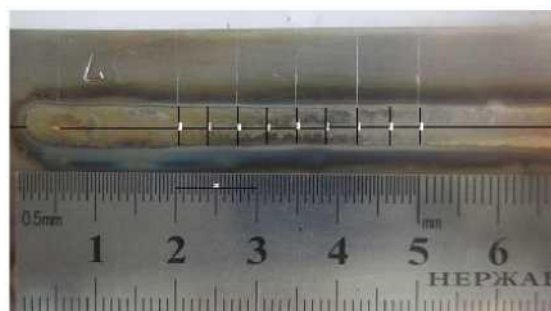
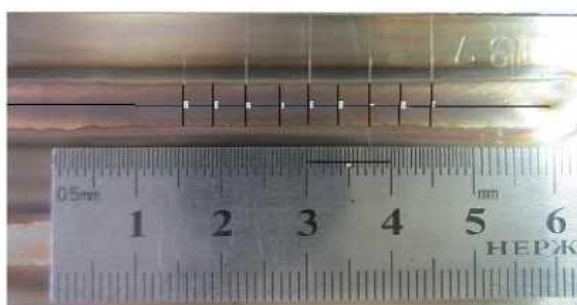
На кожному режимі було виконано по 3 ідентичні зварювальні операції.

Таблиця 4.4 - Експериментальні досліджені діапазони режимів зварювання

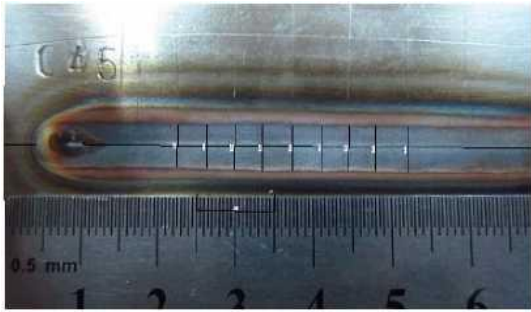
Товщина металу, мм	Сила струму $I_{зв}, A$	Діапазон швидкостей зварювання $V_{зв}, м/ГОД$	Витрата аргону, л/хв
1,5	90	12-21	5-7
	105	15-24	
	115	18-27	
	125	21-30	
2,0	90	10-12	5-7
	115	10-18	
	140	16-25	
	160	18-26	
3,0	170	10-16	7-9
	190	12-18	
	210	14-20	
	225	18-25	

В якості неприпустимих дефектів приймалися пропали і підрізи, глибина яких перевищувала 10% від зварюваного товщини зразка.

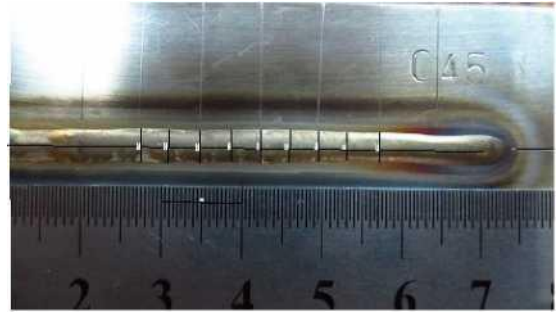
Розміри зварних швів вимірювалися за фотографіями в програмі КОМПАС 3D по 9 точках з інтервалом 4 мм. д), а зворотна поверхня шва на рисунку 4.6 (б, г і е).



а) Режим зварювання: $I_{зв} = 105\text{A}$, $V_{зв} = 15\text{м / год}$, $l_{мп} = 3\text{ мм}$



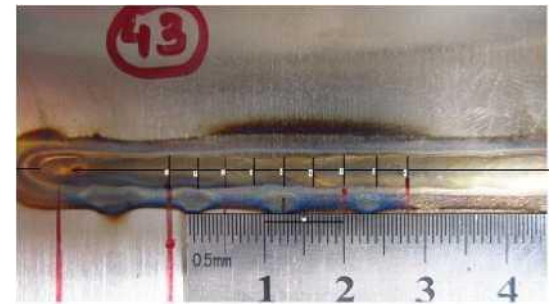
б) Режим зварювання: $I_{зв} = 105\text{A}$, $V_{зв} = 15\text{м / год}$, $l_{мп} = 3\text{ мм}$



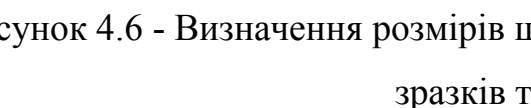
в) Режим зварювання: $I_{зв} = 115\text{A}$, $V_{зв} = 15\text{м / год}$, $l_{мп} = 3\text{ мм}$



г) Режим зварювання: $I_{зв} = 115\text{A}$, $V_{зв} = 15\text{м / год}$, $l_{мп} = 3\text{ мм}$



д) Режим зварювання: $I_{зв} = 210\text{A}$, $V_{зв} = 18\text{м / год}$, $l_{мп} = 3\text{ мм}$



е) Режим зварювання: $I_{зв} = 210\text{A}$, $V_{зв} = 18\text{м / год}$, $l_{мп} = 3\text{ мм}$

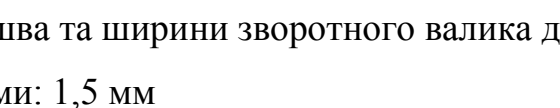


Рисунок 4.6 - Визначення розмірів шва та ширини зворотного валика для зразків товщинами: 1,5 мм

Виміряні значення параметрів зварного шва оброблялися у програмі STATISTICA. Як середнє положення вибірки використовувалася медіана з квантилями 25% (Q25) та 75% (Q75). Довірчий інтервал експериментальних даних – 0,95. Залежність параметрів зварних швів від швидкості зварювання представлені на рисунках 4.7-4.18. Суцільними лініями показані режими зварювання при довжині міжелектродного проміжку $l_{мп}=3\text{ мм}$, пунктирними – 2 мм.

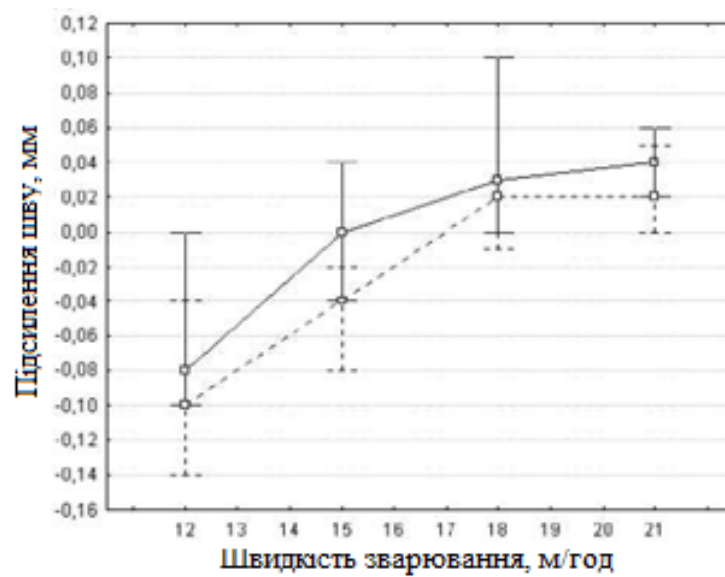
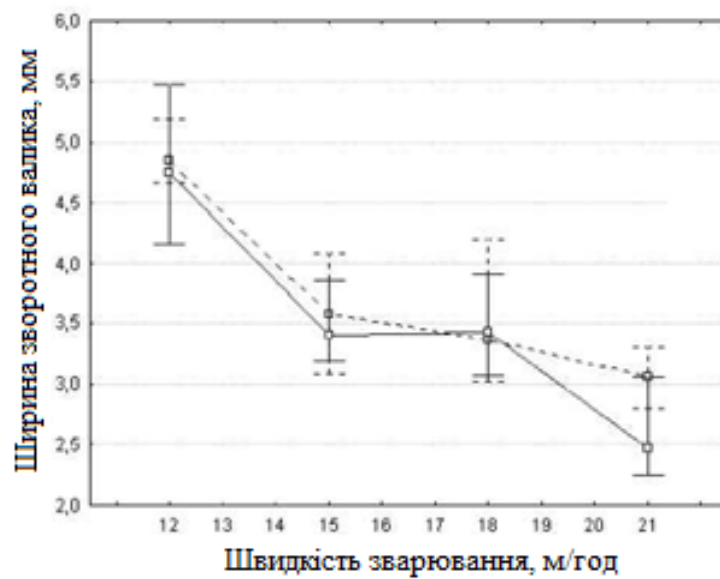
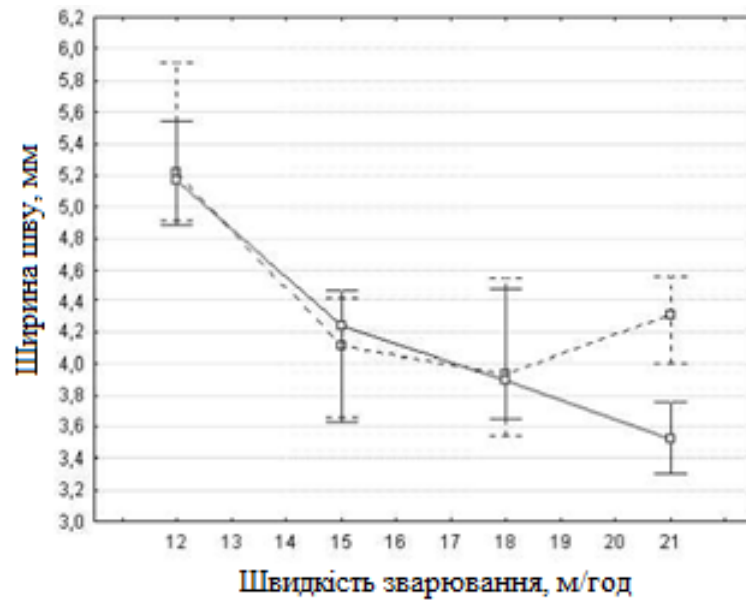


Рисунок 4.7 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 1,5 мм та сили струму 90А

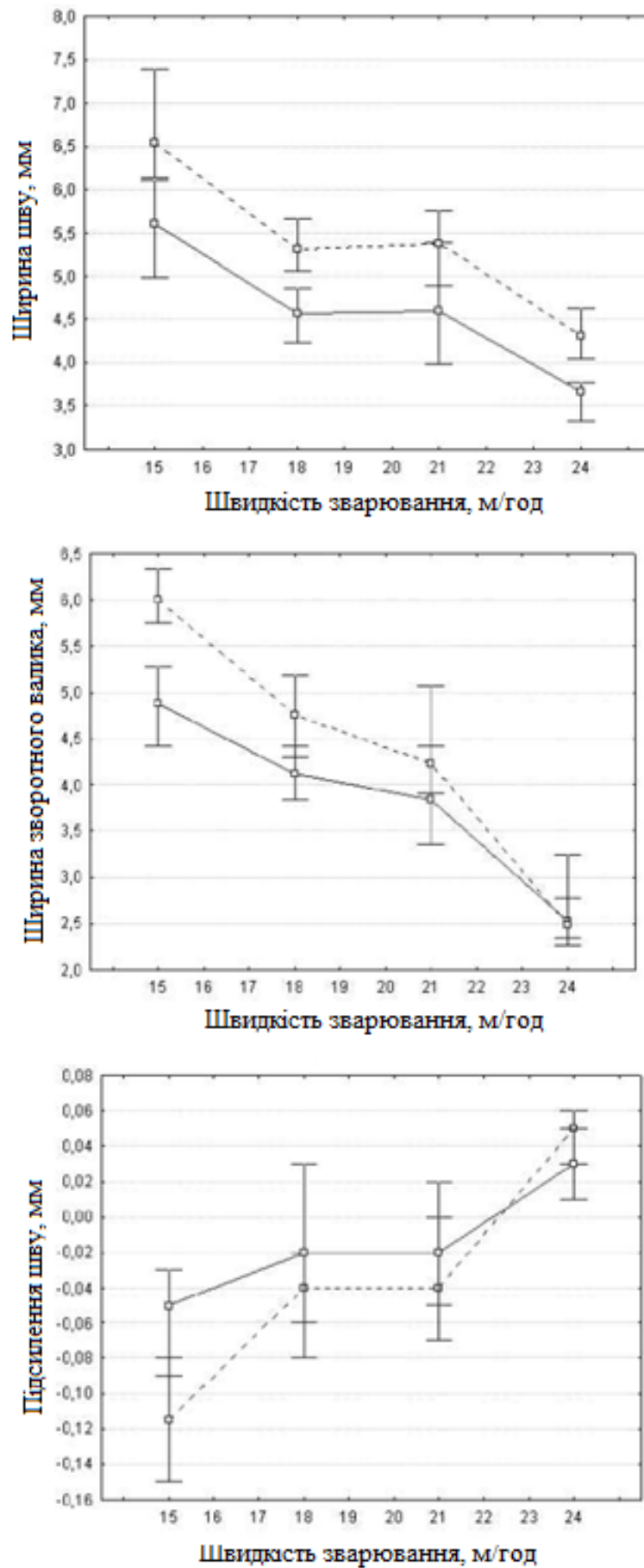


Рисунок 4.8 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 1,5 мм та сили струму 105А (б, г, е)

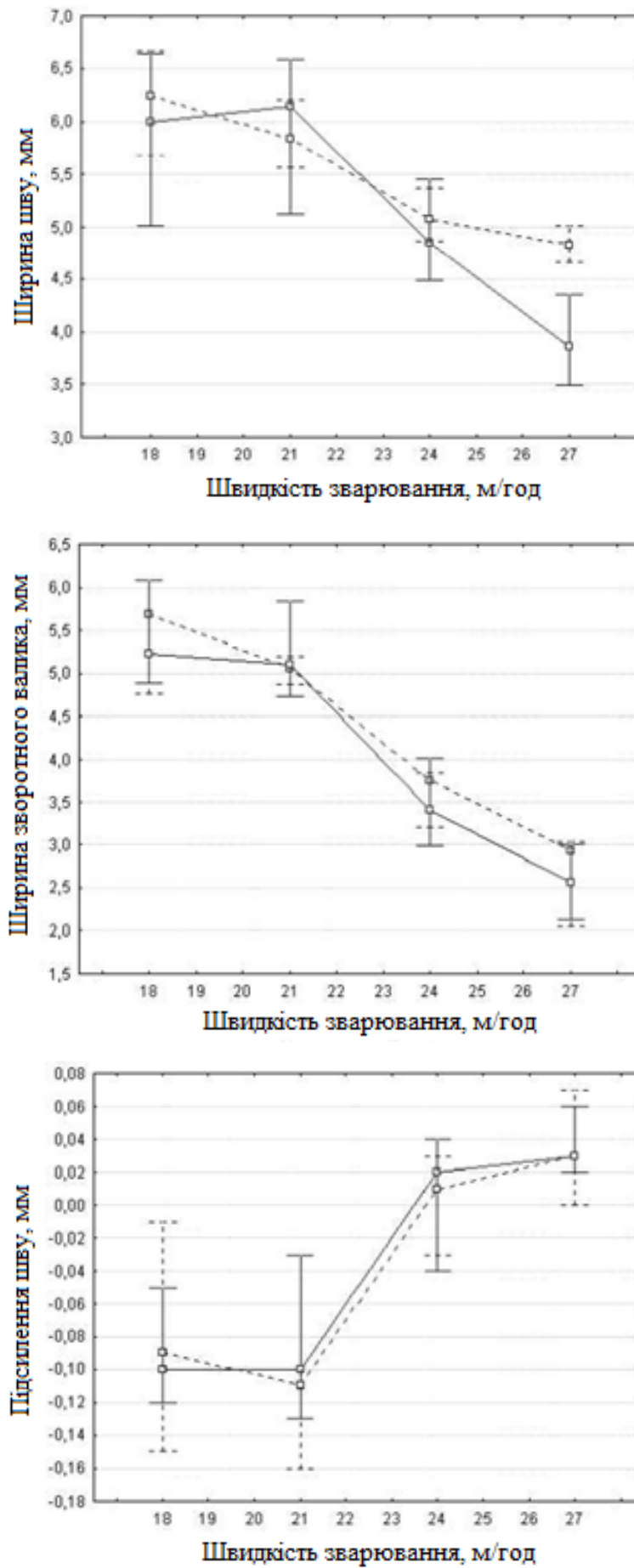


Рисунок 4.9 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 1,5 мм та сили струму 115А

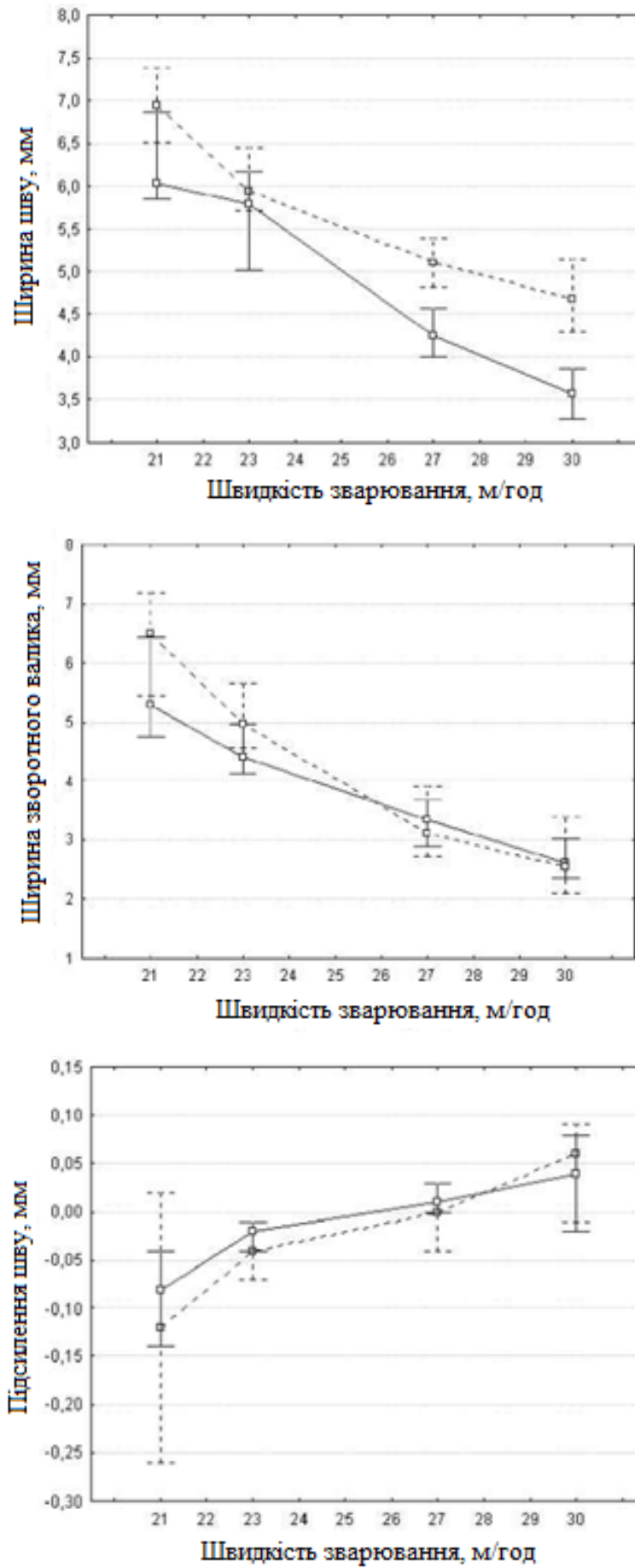


Рисунок 4.10 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 1,5 мм та сили струму 125А

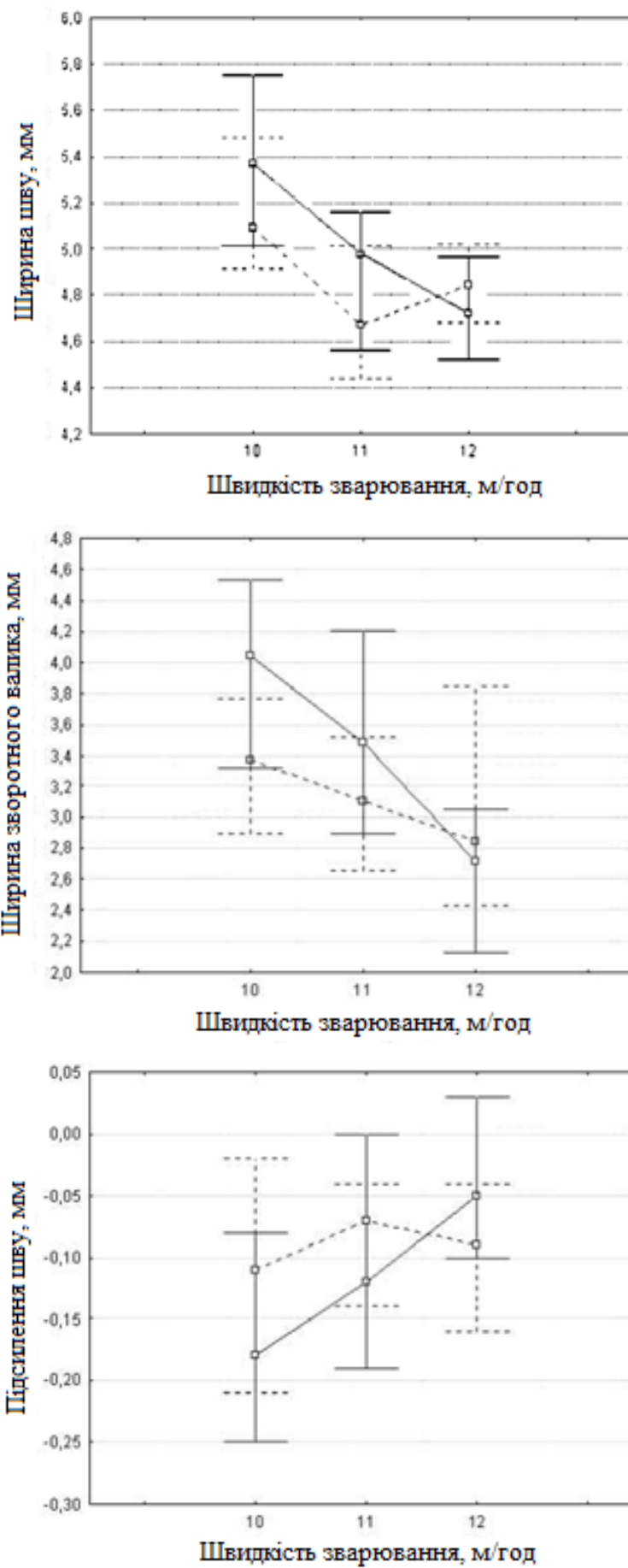


Рисунок 4.11 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 2,0 мм та сили струму 90А

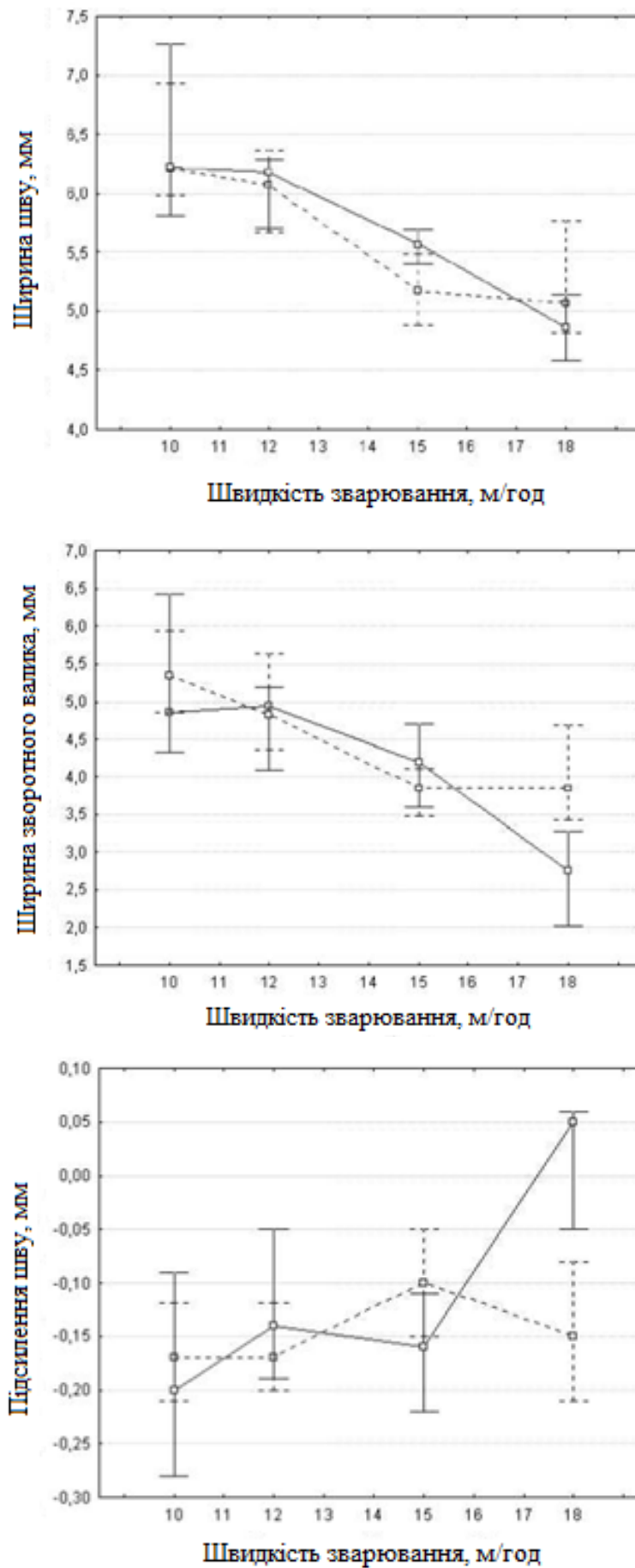


Рисунок 4.12 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 2,0 мм та сили струму 115А

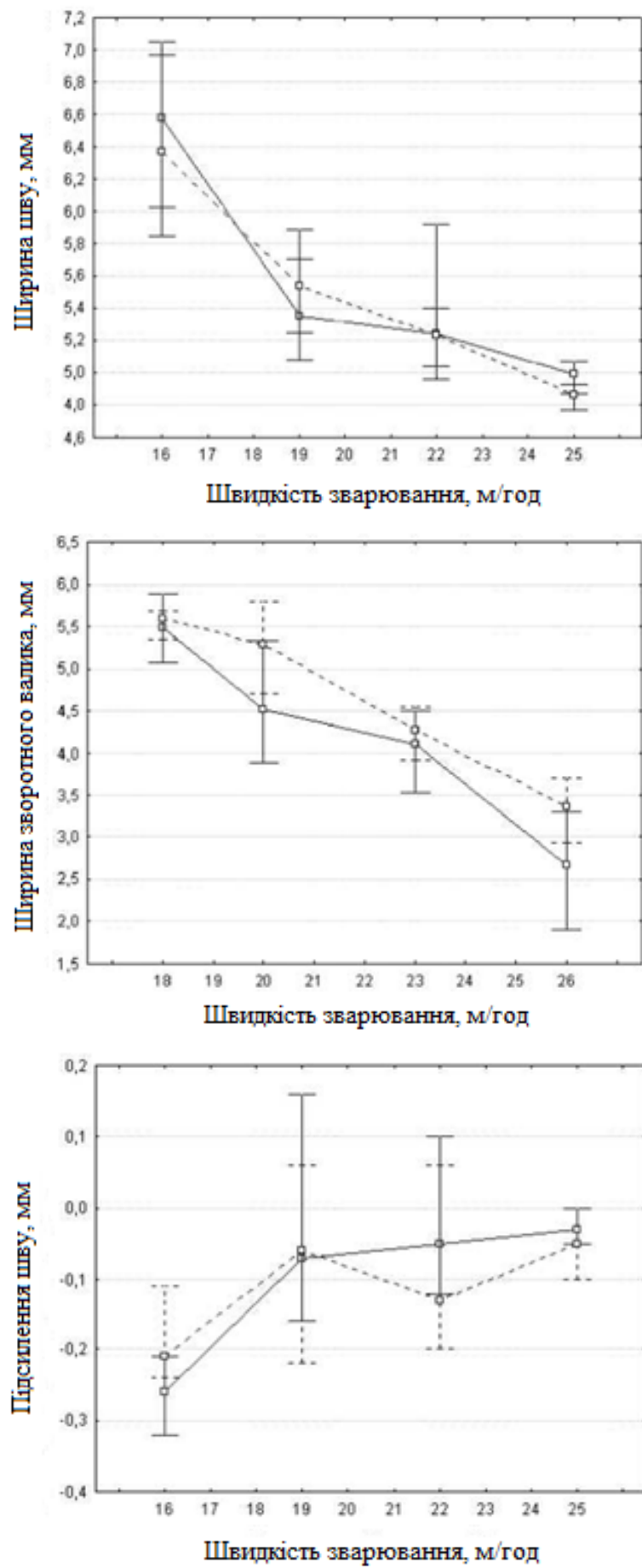


Рисунок 4.13 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 2,0 мм та сили струму 140А

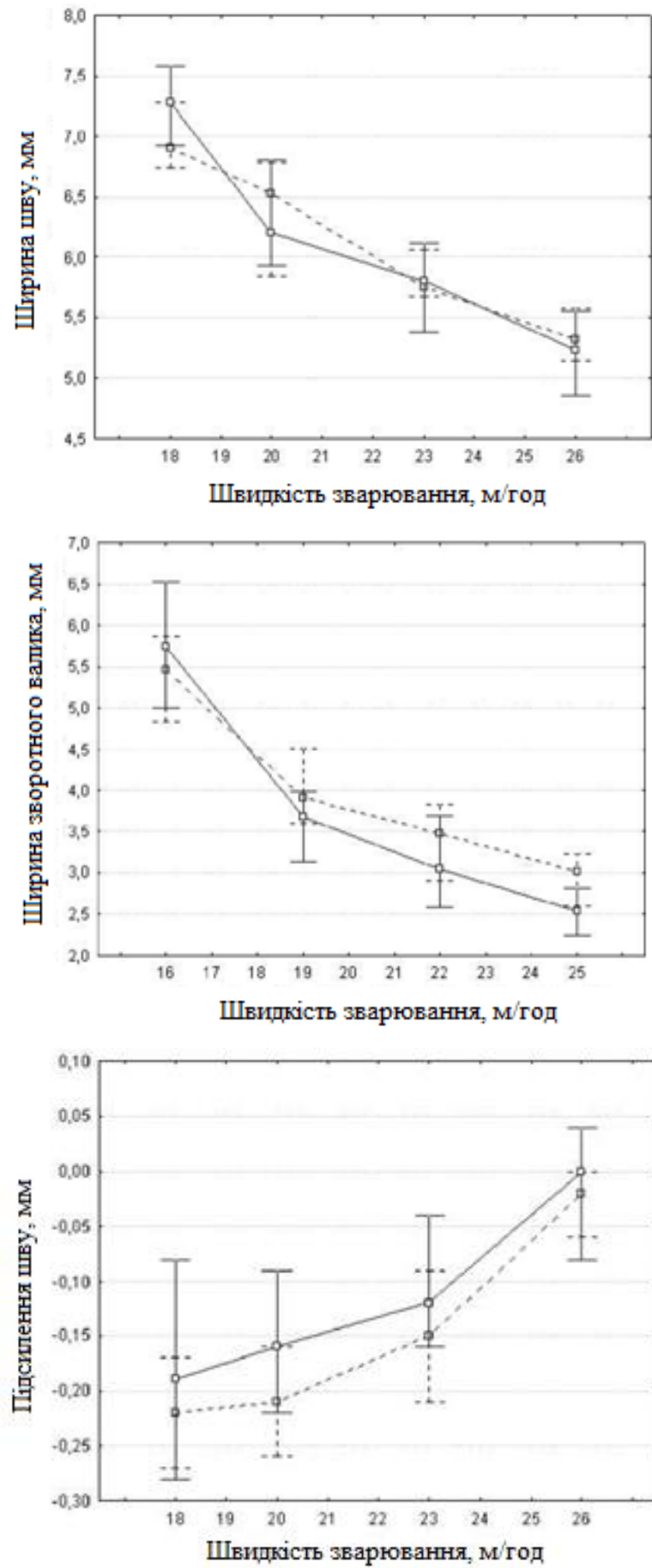


Рисунок 4.14 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 2,0 мм та сили струму 160А

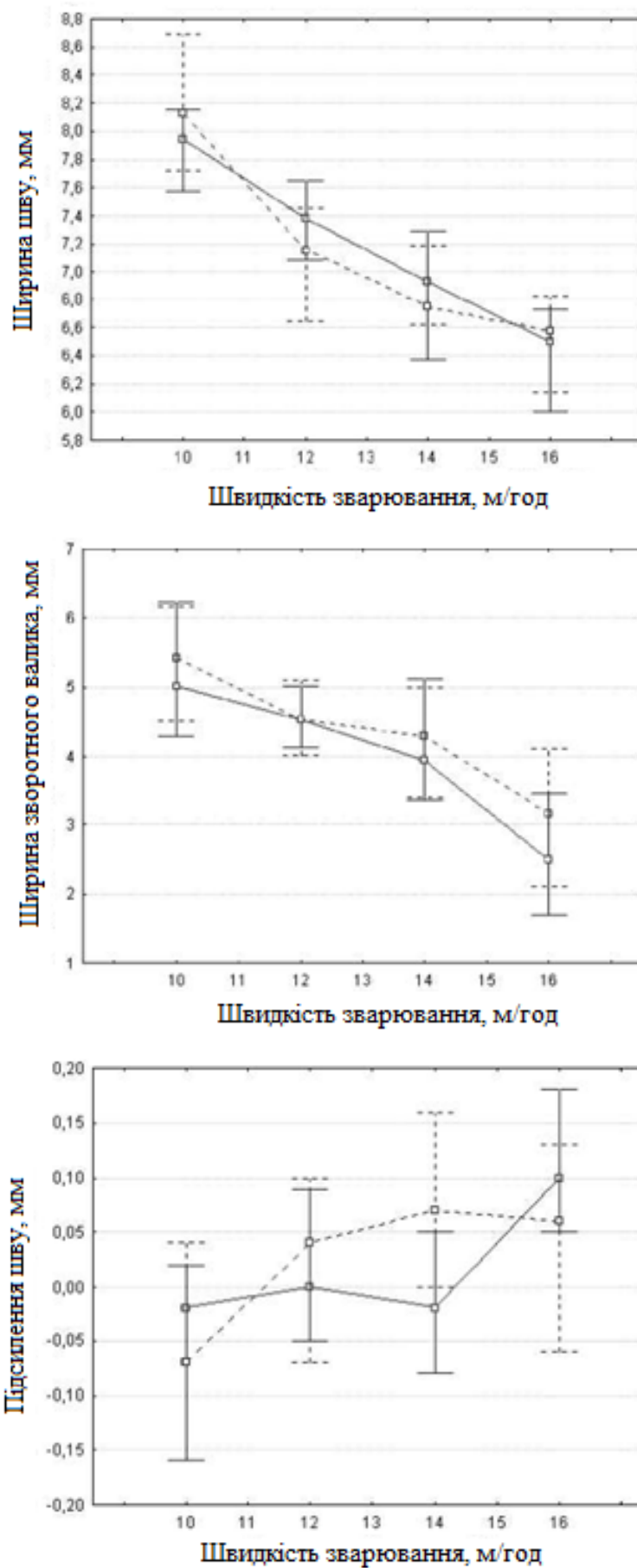


Рисунок 4.15 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 3,0 мм і сили струму 170А

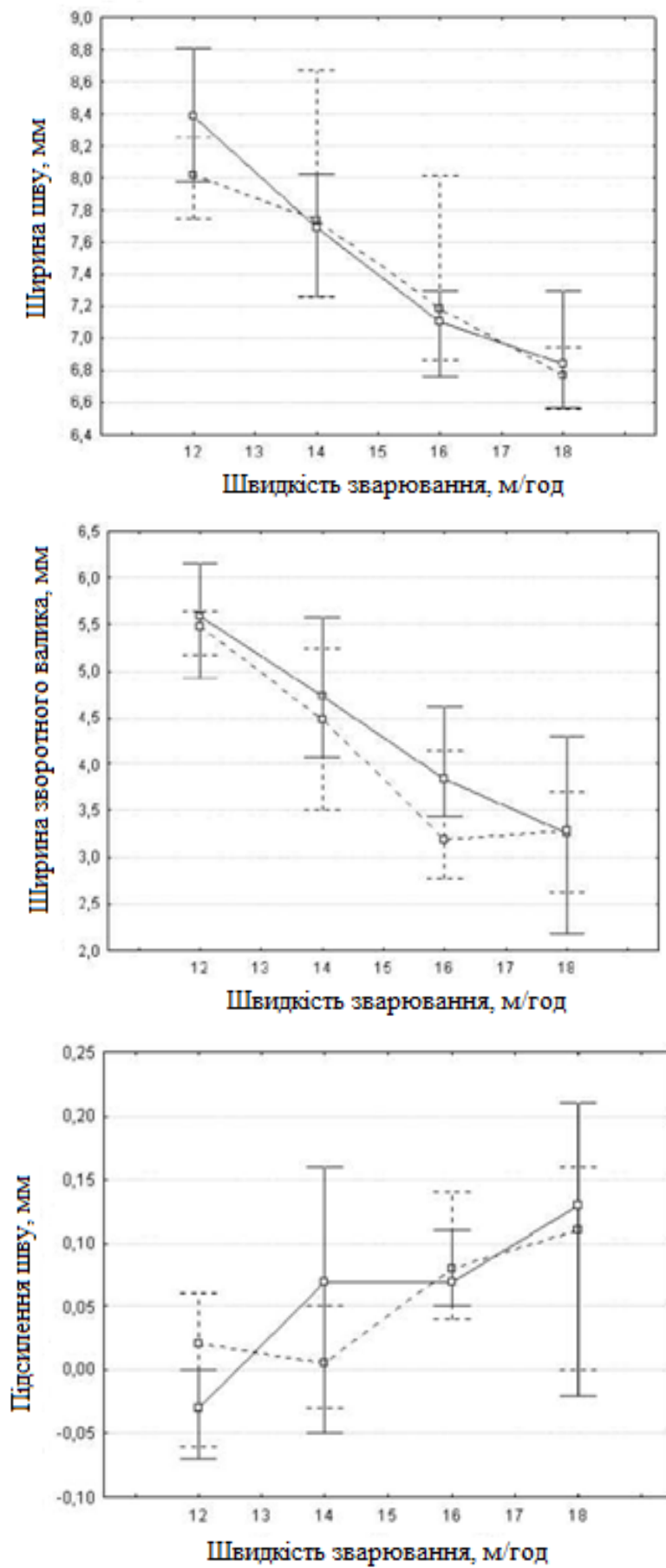


Рисунок 4.16 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 3,0 мм і сили струму 190А

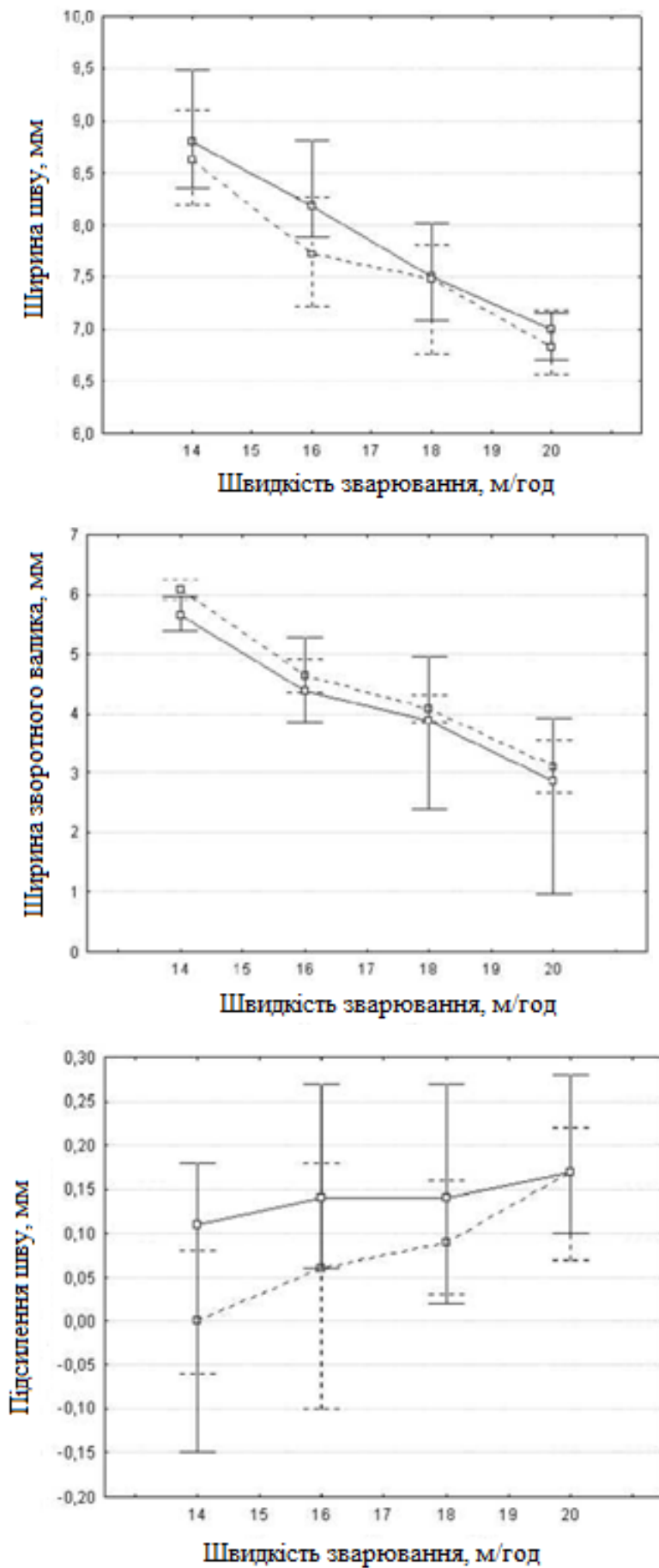


Рисунок 4.17 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 3,0 мм та сили струму 210А (а, в, д) та 225А (б, г, е)

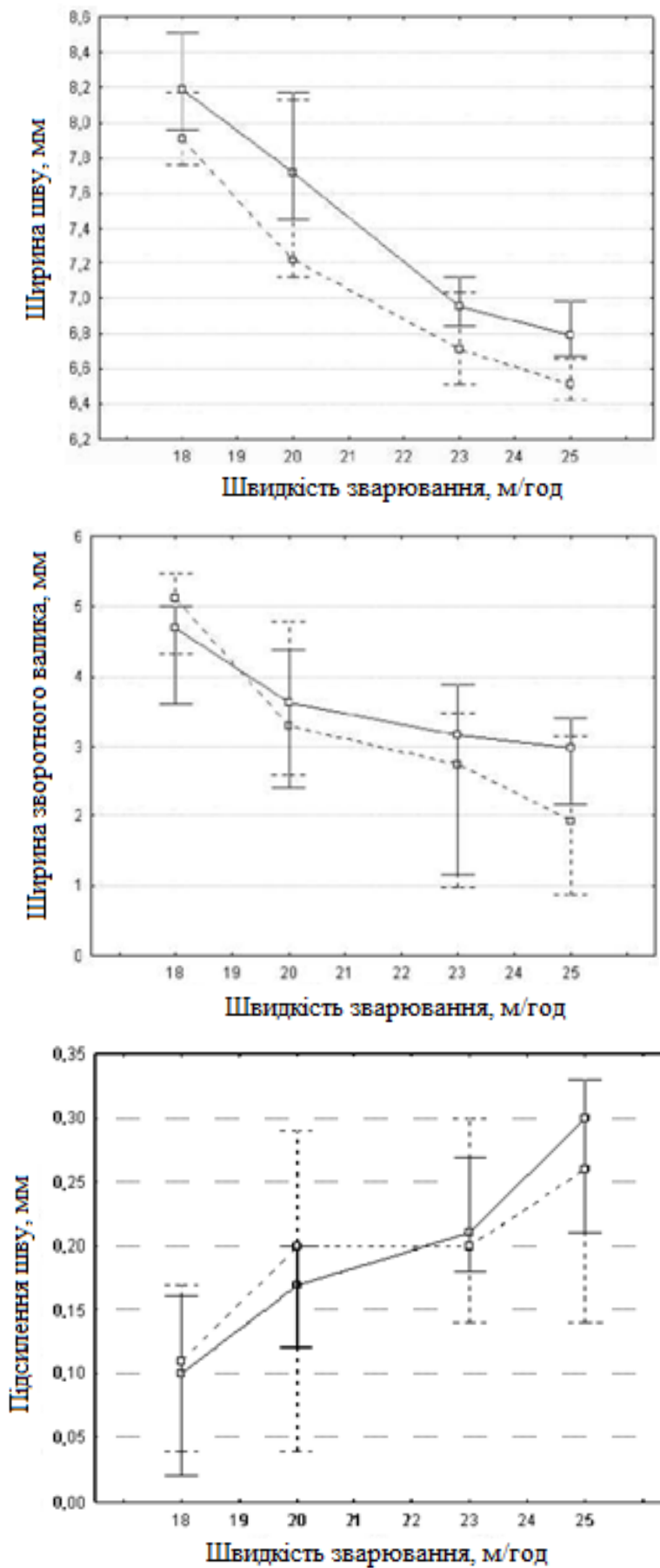


Рисунок 4.18 - Залежність параметрів зварного шва від швидкості зварювання для товщини металу 3,0 мм та сили струму 225А

4.3 Обробка експериментальних даних

В результаті проведених експериментів було виявлено, що залежність ширини валика зворотного шва від погонної енергії зварювання має приблизно лінійний характер. Використовуючи лінійну апроксимацію в середовищі пакета MathCad методом найменших квадратів, отримали графіки, що ілюструють цю залежність (див. рисунок 4.19).

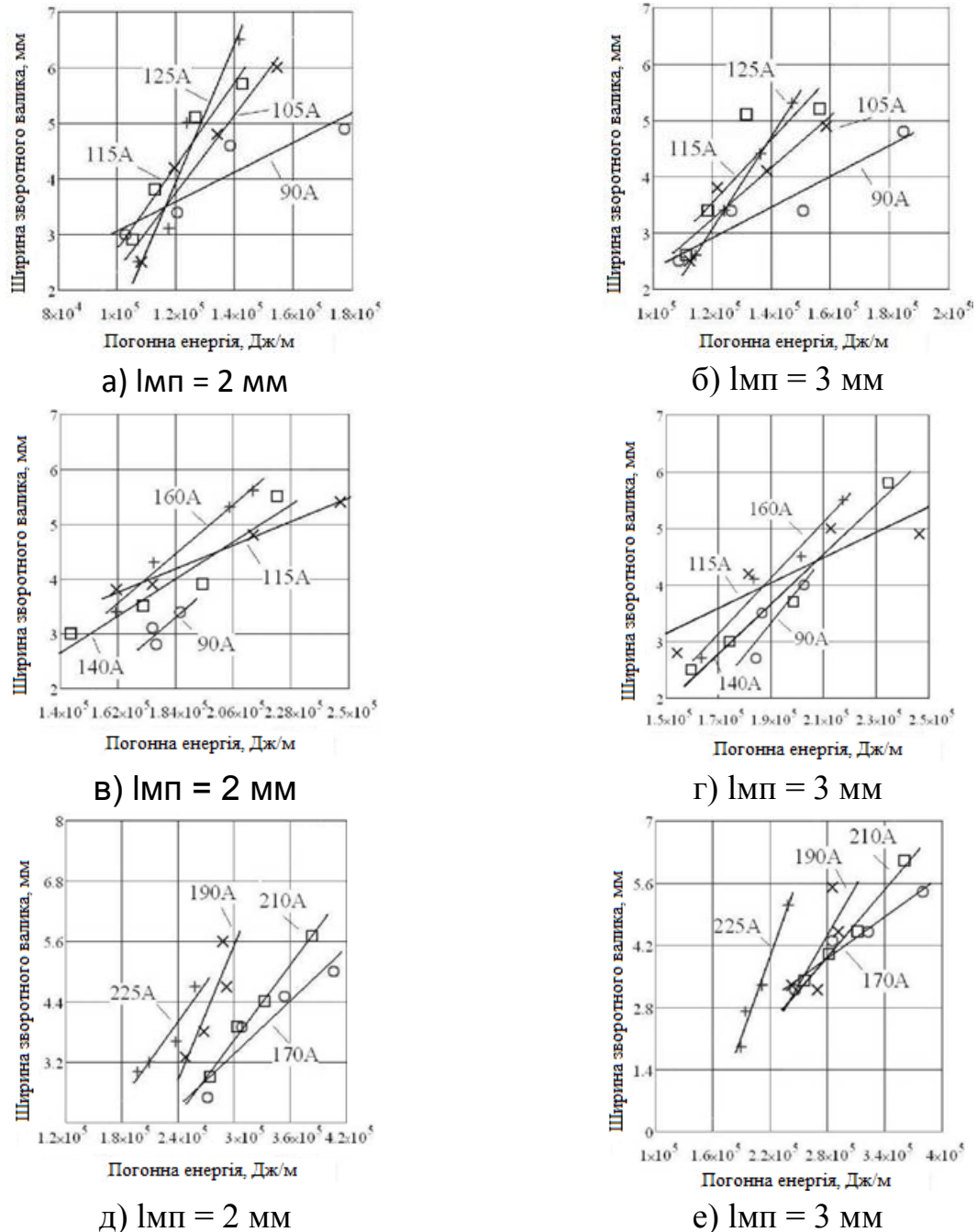


Рисунок 4.19. Залежність ширини зворотного валика від погонної енергії при зварюванні для товщини металу 1,5 мм (а, б); 2,0 мм (в, г) та 3,0 мм (д, е)

Результати формули для обчислення ширини зворотного валика шва в залежності від введеної погонної енергії представлені в Таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 - Визначення ширини зворотного валика шва за допомогою математичної апроксимації результатів експериментів.

Товщина металу, мм	Сила струму $I_{зв}$, А	Діапазон швидкості зварювання $V_{зв}$, м/год	Ширина зворотного валика (q_n , Дж/м), e_{11} , мм	
			$l_{мп}=2$ мм	$l_{мп}=3$ мм
1,5	90	12-21	$e_{11}=0,397+2,656 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-0,398+2,752 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	105	15-24	$e_{11}=-4,674+7,013 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-2,272+4,594 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	115	18-27	$e_{11}=-4,765+7,5 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-3,22+5,633 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	125	21-30	$e_{11}=-10,781+1,228 \cdot 10^{-4} \cdot q_n$	$e_{11}=-6,826+8,248 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
2,0	90	10-12	$e_{11}=-4,354+4,162 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-7,559+5,735 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	115	10-18	$e_{11}=-0,57+1,96 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-0,241+2,248 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	140	16-25	$e_{11}=-1,646+3,069 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-4,651+4,381 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	160	18-26	$e_{11}=-3,015+4,061 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-5,237+4,930 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
3,0	170	10-16	$e_{11}=-0,396+1,54 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-1,915+1,76 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	190	12-18	$e_{11}=-5,894+3,684 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-7,822+4,451 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	210	14-20	$e_{11}=-3,177+2,538 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-3,829+2,491 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$
	225	18-25	$e_{11}=-9,343+6,044 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$	$e_{11}=-2,274+2,618 \cdot 10^{-5} \cdot q_n$

Величина e_{11} залежить від умов контакту сталевих зразків та ширини канавки у мідній підкладці.

Підсумовуючи результати досліджень:

1. Визначено діапазони режимів автоматичного АрДЗ стикових з'єднань з тонколистової корозійно-стійкої сталі на основі мідної підкладки, що

забезпечують формування зварного шва з розмірами, що відповідають ГОСТ 14771-76 «Дугове зварювання у захисних газах. З'єднання зварені. Основні типи, конструктивні елементи та розміри». Для товщини листів $\delta=1,5$ мм вони склали $I_{св}=90-125A$ при $V_{св}=12-30$ м/год; $\delta=2,0$ мм - $I_{св}=90-160A$ при $V_{св}=10-26$ м/год; $\delta=3,0$ мм - $I_{св}=170-225A$ при $V_{св}=10-25$ м/год.

2. Отримано кількісні взаємозв'язки параметрів режиму автоматичного АрДЗ з шириною зварного шва на лицьовій та зворотній стороні при зварюванні тонколистової корозійно-стійкої сталі аустенітного класу товщиною від 1,5 до 3,0 мм.

3. Експериментально підтверджено, що розташування притискачів зварювального оснащення на відстані 6 мм і більше від осі зварного шва до місця контакту притиску та зварної пластини практично не впливає на ширину зварного шва при автоматичному АрДЗ без присадочного дроту тонколистових корозійно-стійких сталей аустенітного класу.

4. Показано що із зростанням розмірів мікронерівностей шорсткості сталевого зразка з Ra 0,63 мкм до 1,25 мкм спостерігається збільшення ширини зворотного валика на 10,4 - 16,2 % для швидкостей зварювання 10 - 16 м/год відповідно, при цьому при подальшому збільшенні швидкості різниця між величинами ширини зворотного валика знижується а при швидкостях 26-30 м/год перевищує похибки експерименту.

5. Експериментально встановлено, що при автоматичному АрДЗ тонколистової корозійно-стійкої сталі аустенітного класу на мідній підкладці ширина зворотного валика при зварюванні на підкладці з канавкою шириною 6 мм менше в середньому на 5-8%, ніж при зварюванні на підкладці з канавкою шириною 8 мм.

РОЗДІЛ 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 розпатляною 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.

5.2 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 замкнутих 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 ефективне усунення забрудненого повітря. У випадках, коли густина газів менша за густину повітря, видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні.

5.3 Протипожежні заходи в спроектованій ділянці

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.

5.4 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.

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

В наведеній роботі наведено вдосконалення технології виготовлення металевих дверей з легованої корозійностійкої сталі.

Показано що введення в експлуатацію запропонованого роботизованого зварювального комплексу дозволяє підвищити якість виготовлення заданого виробу.

А також в десятки разів скоротити час на зварювальні роботи, що в свою чергу дозволяє планувати можливість вводу даного процесу для забезпечення і планування переходу на крупносерійне виробництво, за наявності кількох аналогічних роботизованих комплексів.

Проведеними дослідженнями зварних швів:

1. Визначено діапазони режимів автоматичного АрДЗ стикових з'єднань з тонколистової корозійно-стійкої сталі без плавкого дроту на мідній підкладці, що забезпечують формування зварного шва з розмірами, які відповідають ГОСТ 14771-76 «Дугове зварювання у захисних газах. З'єднання зварні. Основні типи, конструктивні елементи та розміри». Для товщини листів $\delta=1,5$ мм вони склали $I_{зв}=90-125A$ при $V_{зв}=12-30$ м/год; $\delta=2,0$ мм - $I_{зв}=90-160A$ при $V_{зв}=10-26$ м/год; $\delta=3,0$ мм - $I_{зв}=170-225A$ при $V_{зв}=10-25$ м/год.

2. Отримано кількісні взаємозв'язки параметрів режиму автоматичної АрДЗ стикових з'єднань на мідній підкладці з шириною зварного шва на лицьовій та зворотній стороні при зварюванні тонколистової корозійно-стійкої сталі аустенитного класу товщиною від 1,5 до 3,0 мм.

3. Експериментально підтверджено, що розташування притисків зварювального оснащення на відстані 6 мм і більше від осі зварного шва до місця контакту притискання та зварної пластини практично не впливає на ширину зварного шва при автоматичному АрДЗ, тонколистових корозійно-стійких сталей аустенітного класу.

4. Показано що із зростанням розмірів мікронерівностей шорсткості сталевого зразка з Ra 0,63 мкм до 1,25 мкм спостерігається збільшення ширини зворотного валика на 10,4 - 16,2 % для швидкостей зварювання 10 - 16 м/год

відповідно, при цьому при подальшому зростанні швидкості різниця між величинами ширини зворотного валика знижується і при швидкостях 26-30 м/год перевищує похибки експерименту.

5. Експериментально встановлено, що при автоматичному АрДЗ тонколистової корозійностійкої сталі аустенітного класу на мідній підкладці ширина зворотного валика при зварюванні на підкладці з канавкою шириною 6 мм менше в середньому на 5-8%, ніж при зварюванні на підкладці з канавкою шириною 8 мм.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Малиновський В.І., Пасічник А.Є. Процес електродугового зварювання рамних конструкцій: тези доп. XII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 7-8 грудня 2023 р. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. С. 115 – 116.
2. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій : підручник для студентів вищих навчальних закладів. К.: КВІЦ, 2012. 896 с.
3. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением : під ред. академіка Б. Є. Патона. К.: Машинобудування, 1974. 767 с.
4. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник. Миколаїв : НУК, 2004. 225 с.
5. ДСТУ 8713-79 Зварювання під флюсом. З'єднання зварні основні типи, конструктивні елементи і розміри.
6. ДСТУ 14771-76 Дугове зварювання в захисних газах. З'єднання зварні основні типи, конструктивні елементи і розміри.
7. Александров О.Г., Антонюк Д.А., Капустян О.Є. Джерела живлення для дугового зварювання та наплавлення : навч. посібник. Львів : Новий світ, 2013. 224 с.
8. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій : підручник. К.: Основа, 2021. 400 с.
9. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. К.: Основа, 2010. 240 с.
10. Барановський В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Складально-зварювальне оснащення». Вид. Тернопільського нац. технічного університету. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 254 с.
11. Барановський В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування технологічних процесів зварювального виробництва». Вид. Тернопільського національного технічного ун-ту. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 58 с.
12. Барановський В.М., Сенчишин В.С. Конспект лекцій з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій». Вид. Тернопільського національного

технічного університету. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 66 с.

13. Барановський В.М., Підгурський М.І., Сенчишин В.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування технологічних процесів зварювального виробництва» для студентів денної та заочної форми навчання для підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Спеціаліст» і «Магістр» зі спеціальності 7.05050401, 8.05050401 «Технологія та устаткування зварювання». Вид. Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 54 с.

14. Барановський В.М., Підгурський М.І., Мариненко С.Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Безпека життєдіяльності для студентів всіх спеціальностей і форм навчання. Вид. Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 141 с./67 с.

15. Барановський В.М., Пулька Ч.В., Сенчишин В.С. Конспект лекцій з дисципліни «Основи наукових досліджень» для студентів спеціальності 8.05050401 – «Технологія та устаткування зварювання». Вид. Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 86 с.

16. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г. Бедрія. Львів, 1997. 275с.

17. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці : підручник (видавн. 5-те, доповнене). Л.: Афіша, 2000. 350 с.

ДОДАТКИ