

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня «магістр» на тему „Обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом зварювання неплавким електродом труби малого діаметра” складається з вступу та 4 розділів пояснювальної записки, яку виконано на 69 сторінках, має 37 рисунків і 4 таблиці.

Мета дипломного проекту є підвищення показників якості зварювання труби малого діаметра шляхом обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом електродугового зварювання в середовищі захисних газів.

Запропоновано: технологію зварювання труби малого діаметра на основі обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом електродугового зварювання; розраховано параметри режиму зварювання; запропоновано раціональне обладнання і пристосування; розроблено заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: електродугове зварювання, захисний газ напівавтомат, устаткування, складально-зварювальне пристосування, виріб.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1. Аналіз способів і методів електродугового зварювання	7
1.2. Методи вирішення завдання зварювання труб малого діаметра	13
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	21
2.1. Загальна характеристика процесу автоматичного керування процесом зварювання труб малого діаметра	21
2.2. Обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом електродугового зварювання труби малого діаметра	29
3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	39
3.1. Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва	39
3.2. Розроблення технологічного процесу виготовлення виробу ...	46
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
4.1. Загальні вимоги охорони праці під час проведення зварювальних робіт	57
4.2. Характеристика і аналіз потенційних небезпек в цеху	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТКИ	68

ВСТУП

При розгляді зварювальних операцій розрізняють механізацію та автоматизацію основних і допоміжних робіт. Механізація основних робіт, наприклад стосовно дугового зварювання, включає подачу присадних, захисних і допоміжних матеріалів в зону плавлення і переміщення зварювального інструменту (або групи інструментів) уздовж лінії з'єднання під час зварювання.

При автоматизації основних робіт (тієї ж дугового зварювання) автоматичне керування виконує наступні функції: збудження дугового процесу зі зміною параметрів режиму від нульових до заданих значень на початку зварювання; стабілізацію параметрів режиму протягом зварювання або заданий їх зміна.

Зварювання в захисних газах - один з найпоширеніших способів зварювання плавленням. У порівнянні з іншими способами він має ряд переваг, у тому числі головні: можливість візуального, в тому числі і дистанційного, спостереження за процесом зварювання; широкий діапазон робочих параметрів режиму зварювання в будь-яких просторових положеннях; можливість механізації і автоматизації процесу, в тому числі із застосуванням робототехніки; високоефективний захист розплавленого металу.

Мета роботи. Метою роботи є підвищення технологічної ефективності зварювання труби малого діаметра шляхом застосування способу електродугового зварювання в середовищі захисних газів.

Об'єкт дослідження – технологічний процес електродугового зварювання труби малого діаметра в середовищі захисних газів.

Предмет дослідження – параметри та режими електродугового зварювання труби малого діаметра.

Методи дослідження. Робота виконана з використанням основних положень теорії автоматичного керування процесами електродугового зварювання в середовищі захисних газів, а також статистичного та графічного методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано технологічний процес і основні параметри та режими електродугового зварювання труби малого діаметра в середовищі захисних газів.

Обґрунтовано основні параметри автоматичного керування процесом електродугового зварювання.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано та обґрунтовано удосконалений спосіб зварювання труби малого діаметра з використанням електродугового зварювання в середовищі захисних газів і автоматичного керування процесом зварювання. Запропоновано рекомендації до застосування способу зварювання труби малого діаметра та вибору раціональних параметрів і режимів зварювання.

Апробація роботи. Основні положення і результати досліджень доповідалися та отримали позитивну оцінку на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2020 р.)

Публікації. Часткові результати досліджень за темою магістерської роботи опубліковано в 1 тезах конференції.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури. Основна частина виконана на 65 сторінках, містить 37 рисунків та 4 таблиці. Загальний обсяг роботи складає 68 сторінок.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз способів і методів електродугового зварювання

Зварювання металів - це технологічний процес, в результаті якого отримують нероз'ємне з'єднання за рахунок встановлення атомних зв'язків між зварюються частинами. Процес проводиться при місцевому або загальному нагріванні, пластичній деформації або при одночасній дії цих факторів. В результаті взаємодії деталі і електроду між ними утворюється електрична дуга. За рахунок цього відбувається плавлення крайок заготовок.

Зварювання неплавким електродом (також зварювання в захисних газах неплавким електродом) - це різновид зварювання, в якій джерелом теплоти виступає дугового розряд, що виникає між вольфрамовим або графітовим електродом і виробом. Цей тип є різновидом методів дугового зварювання плавленням. Дана технологія використовується в основному для обробки алюмінію, магнію і їх сплавів, а також інших неферромагнітних металів (наприклад, нержавіючої сталі, бронзи, міді, цирконію, нікелю).



Рисунок 1.1 – Схема електродугового зварювання у середовищі захисних газів

Графітові (вугільні) електроди в теперішній час знаходять обмежене застосування. Використовуються зазвичай при виготовленні виробів, що мають

невідповідальних призначення. Найбільш часто в якості плавилься використовують стрижні з вольфраму.

Оскільки вольфрам при високих температурах має досить високу хімічну активність до кисню, то процес проводять в середовищі захисних газів: аргон, гелій і азот.

Ці гази є по відношенню до вольфраму і вольфрамовим сплавів інертними.

Виділяють 4 види зварювання неплавким електродом.

Поділ відбувається в залежності від складності роботи і рівня механізації зварювального процесу:

- ручна
- механізована;
- автоматизована;
- роботизована.

Під час ручного виду робочий хід пальника і зміщення заготовки відбувається ручним способом. При механізованому вигляді переміщення пальника відбувається вручну, а подача присадочного матеріалу - механічно.

При автоматизованому варіанті і переміщенні зварювального пальника, і подача присадочного матеріалу (дріт) повністю механізовані. Технологічний процес контролює оператор.

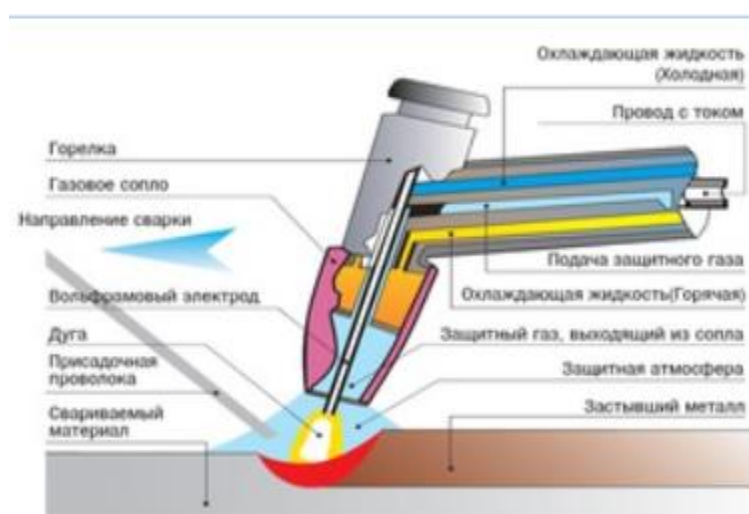


Рисунок 1.2 – Ручне електродугове зварювання

В процесі роботизованого виду всі технологічні процеси автономні.

Робочі процеси відбуваються без втручання оператора, самостійно.

Як уже згадувалося, використовують не плавляться електроди двох видів: вугільні (або графітові) і вольфрамові. Перші використовуються тепер рідко і для невідповідальних конструкцій.

Вольфрамові використовуються набагато ширше і частіше. Їх товщина від 0,5 мм до 10 мм. Сам стрижень може бути як з чистого вольфраму, так і мати в складі різні домішки: лантан, торій, ітрій.

Сплави в порівнянні з чистим матеріалом мають кращі показники ерозійно стійкості, а також краще тримають струмовий навантаження.

Діаметр стрижня підбирають в залежності від сили використовуваного струму і товщини заготовок, які зварюють.

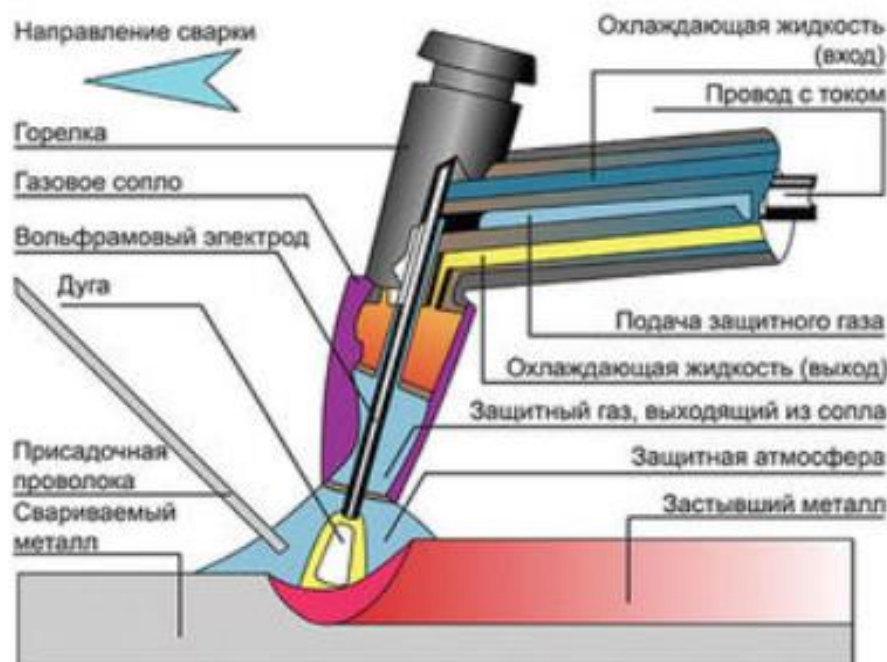


Рисунок 1.3 – Механізований спосіб електродугового зварювання

Найбільш часто при зварюванні неплавким електродом використовують постійний струм прямої полярності, так як в цьому режимі відбувається максимальна проплавка металу деталей, які підлягають з'єднанню.

Це досягається за рахунок ефективного використання енергії: до 85% теплової енергії йде на проплавку деталей, до 7% - на нагрівання електрода, решта - променеві втрати.

При роботі з алюмінієвими заготовками користуються постійним струмом зворотної полярності.

У цьому випадку втрати тепла можуть скласти до 50% і при зварюванні стали такий режим недоцільний.

При використанні змінного струму обладнання додатково укомплектовується стабілізатором (необхідний для стабілізації електричної дуги) і компенсатором струму.

Для ручного виду зварювальне обладнання включає в себе такі компоненти:

2. Генератор постійного / змінного струму;
3. Набір пальників для різних струмів;
4. Прилад первинного збудження дуги (і її стабілізації);
5. Газове обладнання;
6. Засоби управління зварюванням і газової блокадою.

Автоматичне обладнання також включає до свого складу генератор струму і зварювальний агрегат, який характеризується такими основними параметрами:

- значення зварного струму;
- значення напруги;
- швидкість зварювання;
- діаметр електродного дроту;
- діаметр присадочного дроту;
- швидкість подачі присадки;
- витрата захисного газу.

Даний технологічний процес набув найбільшого поширення при роботі з кольоровими металами і легованими сталями.

Він має низку як переваг, так і недоліків.

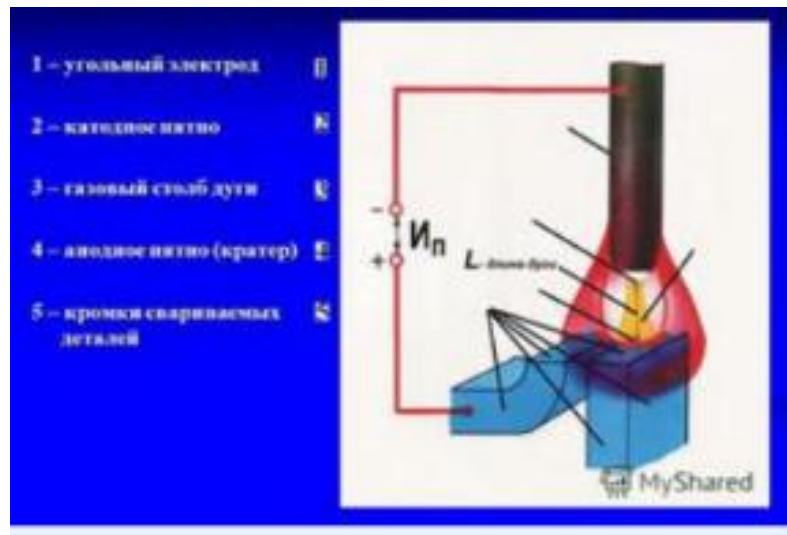


Рисунок 1.4 – Зварювання вугільним неплавким електродом

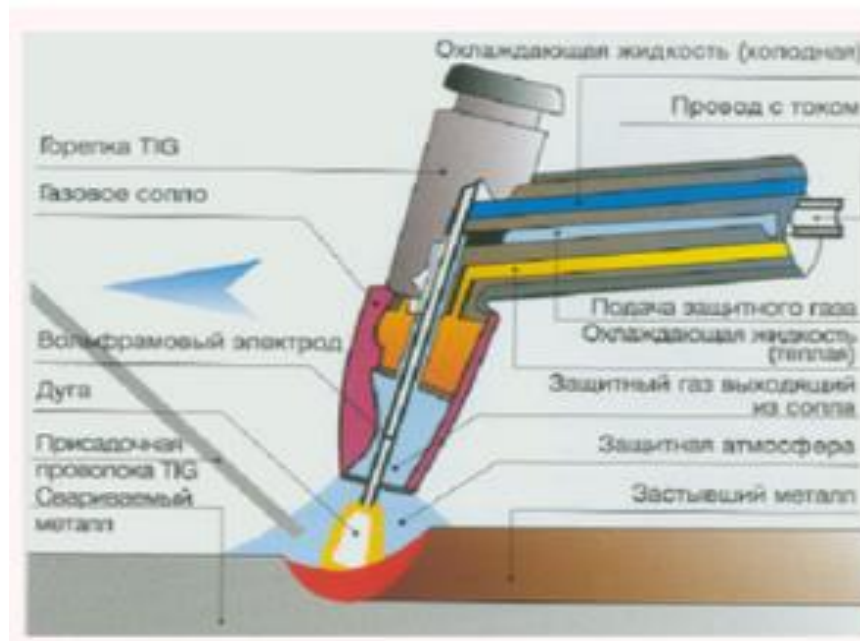


Рисунок 1.5 – Автоматизованний спосіб електродугового зварювання

До основних переваг слід віднести:

- можливості мінімального деформування в зварюються металах через маленьку зони прогріву;
- висока якість з'єднання за рахунок використання захисних газів, які витісняють кисень;
- щодо велика швидкість виконання робіт;

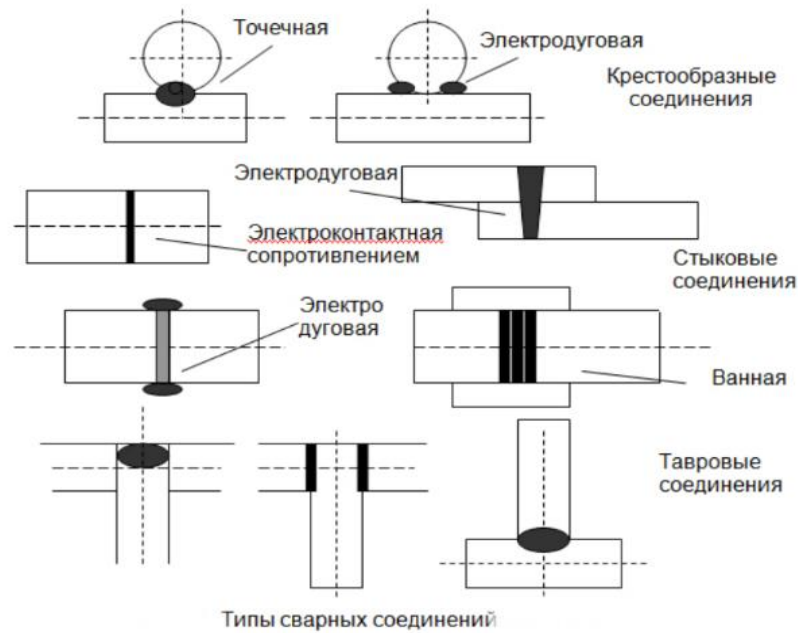


Рисунок 1.6 - Технології зварювання сталевих труб

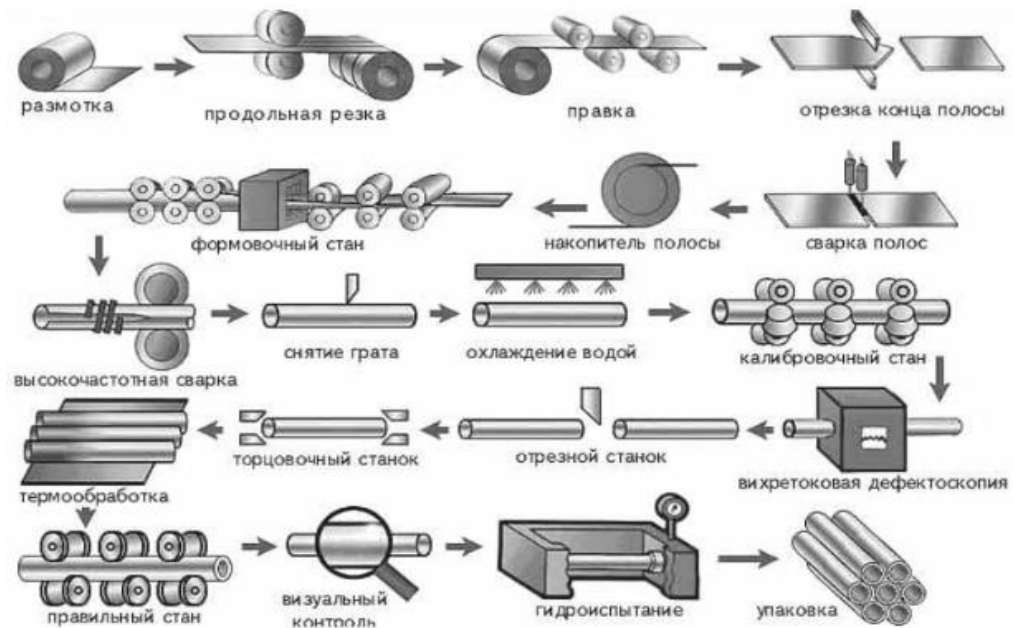


Рисунок 1.7 – Технології виготовлення сталевих труб

- мінімальні трудовитрати на подальшу обробку шва;
- щодо широкий спектр зварювальних матеріалів.

Основні недоліки такі:

- при роботі на вулиці створюється можливість виведення захисного газу із зони зварювання.

Для боротьби з цим явищем використовують загородження або збільшують подачу газу, що призводить до збільшення його витрати;

- відносна якісна підготовка металів перед зварюванням;
- незручність при роботі під гострим кутом через особливості конструкції пальника;
- необхідність зачистки місця розпалювання поза зоною зварювання.

На рис. 1.6, рис. 1.7 представлено відомі технології зварювання та виготовлення сталевих труб.

1.2. Методи вирішення завдання зварювання труб малого діаметра

Завданням, яке ставиться перед науковцями та інженерами, є підвищення якості зварних швів при поліпшенні механічних характеристик зварних з'єднань. Розглянемо один із способів автоматичного зварювання неплавким електродом.

Технічний результат, якого, спрямований на забезпечення рівнозначності зварних з'єднань без концентраторів напружень і зменшення робочого перетину зварного шва за рахунок реалізації способу зварювання неплавким електродом за один прохід з проплавленням і формуванням кореня шва із застосуванням присадного дроту.

Пропонується в способі автоматичного зварювання неплавким електродом, що включає підготовку зварювальних кромок, установку деталей під зварювання на мідній підкладці без зазору між торцями деталей, притиск деталей зварювальними затискачами, зварювання, відповідно до винаходу, при підготовці зварюються кромки хімічно протруюють, механічно зачищають, знежирюють, зневоднюють. Визначають швидкість подачі присадного дроту за формулою:

$$V_{п.пр} = kV_{св}, \quad (1.1)$$

де $V_{св}$ – швидкість зварки

k – коефіцієнт, який характеризує об'єм наплавленого металу присадочного дроту.

Зварювання виконують неплавким електродом, за один прохід і одночасно застосовують присадний дріт. За допомогою системи відеоспостереження контролюють в процесі зварювання переміщення зварювального пальника по всій довжині шва без зміщення, щодо стику і рівномірну подачу присадочного дроту в зону горіння дуги.

При цьому підтримують значення основних параметрів зварювання в автоматичному режимі. Формують нероз'ємне з'єднання з наскрізним проплавленням деталей.

Термічно обробляють деталі, що зварюються.

У процесі зварювання, можливо, підтримують значення струму зварювання, напруги на дузі, швидкості зварювання і швидкості подачі присадочного дроту в автоматичному режимі.

Можливо, термічно обробляють деталі, що зварюються в вигляді відпалу. Можливо, захисний газ аргон подають в пальник, в формуючу підкладку і в насадок.

Сукупність суттєвих ознак забезпечує отримання технічного результату - забезпечення міцності зварних з'єднань без концентраторів напружень і зменшення робочого перетину зварного шва, що дозволяє вирішити задачу підвищення якості зварних швів при поліпшенні механічних характеристик зварних з'єднань.

Для отримання якісного зварного з'єднання необхідне очищення поверхонь, що зварюються.

Повний цикл підготовки поверхонь, що зварюються в вигляді травлення, механічної зачистки знежирення і зневоднення виключає негативний вплив забруднень і адсорбованої вологи на якість шва. Це покращує якість шва і механічні характеристики зварного з'єднання.

При зварюванні за один прохід із застосуванням присадного дроту формують нероз'ємне з'єднання з наскрізним проваром і забезпечують необхідну конфігурацію зварного шва (формування шва з посиленням) за рахунок оптимізації технологічних режимів зварювання і підтримки основних параметрів процесу в автоматичному режимі.

Тобто, додавання присадного дроту дозволяє збільшити площу поперечного перерізу шва, покращуючи механічні характеристики зварного з'єднання.

Крім того, з'являється можливість легування металу шва за рахунок застосування присадного дроту з необхідним хімічним складом і зниження ризику утворення дефектів.

Якщо виконувати зварювання за один прохід без застосування присадного дроту, то можливе зменшення робочого перетину зварного шва за рахунок утворення поглиблень по краях шва або потопання зварного шва.

Така конфігурація зварного шва може негативно позначатися на механічних характеристиках зварного з'єднання.

При зварюванні за один прохід чутливих до перегріву деталей не потрібно додаткового часу на охолодження конструкції.

Під час зварювання не відбувається перегріву металу в зоні термічного впливу, відсутня освіта тендітних фаз, знижують міцність зварного шва, які можливі при зварюванні в безперервному режимі за два проходи.

Запобігання зміщення неплавких електродів щодо стику в сторону деталей, що зварюються дозволяє формувати якісне зварне з'єднання, з відсутністю нерівностей і спотворень форми шва.

Виконання термічної обробки у вигляді відпалу сприяє зниженню рівня внутрішніх зварювальних напружень, що викликають деформацію конструкції і освіту холодних тріщин.

Це підвищує точність виготовлення, якість звареної конструкції зберігаючи при цьому високі механічні властивості.

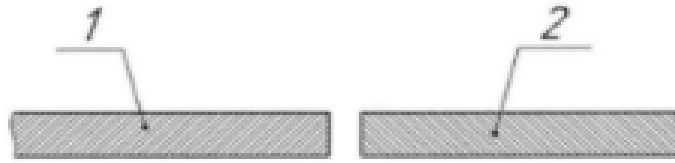


Рисунок 1.8 - Конструкція зварного з'єднання без оброблення крайок

Описаним способом можна зварювати і плоскі, і циліндричні деталі. Зокрема, відповідно до нашого завдання необхідно зварити трубу малого діаметру.

Як показано на рис. 1.8, в зварюванні беруть участь деталь 1 і деталь 2 без оброблення крайок, що зварюються. Аргонодугове зварювання деталей неплавким електродом, здійснюють наступним чином.

Для стабільного формування зварного шва очищають зварюються поверхні від забруднень. Тому перед зварюванням деталі 1 і 2 піддають хімічному травленню.

Після цього кромки деталей 1, 2 і особливо їх торцеві поверхні піддають механічному очищенню шабером, з подальшою протиранням бязевих серветкою, змоченою спиртом.

Цим доводять зварюються поверхні до необхідної чистоти і, таким чином, виключають вплив забруднень на якість шва.

Далі деталі 1 і 2 встановлюють на мідну підкладку 3 (рис. 2). Два паралельних мідних притиску 4 за допомогою пневматичної системи щільно притискають підлягають зварюванню зварюються деталі 1 і 2 один до одного і до масивної мідної підкладці 3.

Підкладка 3 виконує додаткову функцію тепловідведення і зменшує час витримки зони термічного впливу при підвищених температурах.

Обов'язковою умовою отримання якісного з'єднання при зварюванні титанового сплаву є надійний захист від газів атмосфери в процесі зварювання. В якості захисного газу використовують інертний газ, який

подають в пальник 6 - для захисту розплавленого металу зварювальної ванни; в формуючу підкладку 3 - для захисту шва зсередини і в насадок 5 - для захисту остигаючого шва і зон основного металу.

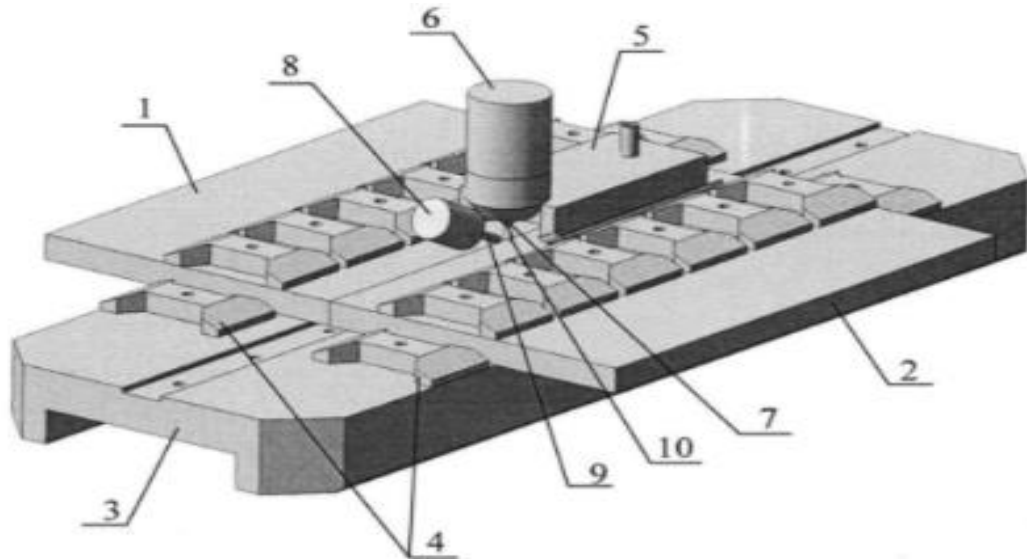


Рисунок 1.9 - Схематичне зображення (3D схема) процесу аргонодугового зварювання за один прохід з присадочною дротом

Автоматичне зварювання неплавким електродом 7 виконують за один прохід з проплавленням і формуванням кореня шва із застосуванням присадного дроту 9.

Визначають швидкість подачі присадного дроту 9 і тим самим забезпечують необхідний обсяг розплавленого металу присадочного дроту 9 за формулою $1.1 V_{п.пр} = 490 \text{ мм/хв}$.

При меншій величині швидкості подачі присадного дроту 9, обсягу розплавленого металу дроту 9 може бути недостатньо для формування зварного шва необхідного розміру і можливе утворення підрізів і поглиблень по краях шва у вигляді концентраторів напружень. Це погіршує якість шва.

При більшій величині швидкості подачі присадного дроту 9, можливе утворення зайвого обсягу розплавленого металу дроту 9.

Це може привести до формування зварного шва з шириною і опуклістю зовні, що перевищує необхідні значення.

Розрахункова визначення швидкості подачі присадного дроту 9 забезпечує отримання зварного шва необхідної конфігурації без дефектів.

При такому варіанті зварений шов 11 (рис. 1.10) формують з необхідними параметрами по ширині і опуклості шва зовні, без концентраторів напружень і поглиблень по краях шва, скорочують час процесу зварювання і забезпечують мінімальну деформацію при нагріванні.

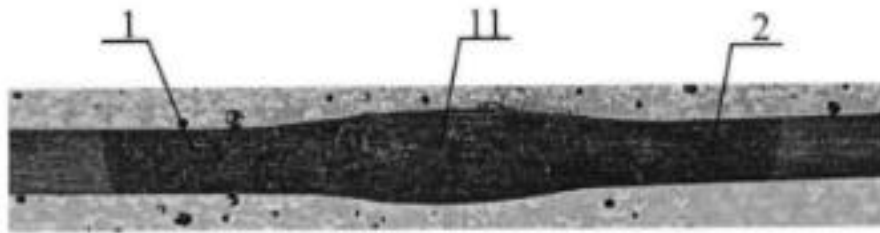


Рисунок 1.10 - поперечний переріз зварного шва деталей товщиною 1,5 мм.

Якщо виконувати зварювання без присадного дроту 9 деталей 1 і 2 із сплавів, що містять в своєму складі легкоплавкі легуючі елементи, то можливо несприятливе формування зварного з'єднання у вигляді нерівностей і виливання розплавленого металу.

Це пов'язано з виділенням (випаровуванням) з розплаву зварювальної ванни легкоплавких елементів, що мають високу пружність парів. Застосування присадного дроту 9 забезпечує згладжування поверхні шва, що сприятливо впливає на механічні характеристики шва.

При використанні присадного дроту 9 відбувається взаємне перемішування компонентів основного металу і присадочного матеріалу в загальній зварювальної ванні.

Компоненти присадного дроту 9 утворюють з'єднання з шкідливими домішками і усувають легкоплавкі евтектичних включення, тим самим забезпечують зниження схильності до утворення тріщин.

Комплексне легування присадного дроту 9 таких сплавів призводить до поліпшення їх зварюваності, підвищуючи при цьому якість зварного шва і міцність зварного з'єднання.

Зварювання ведуть по стику деталей 1 і 2, при цьому забезпечують по направляючій 8 рівномірну подачу присадочного дроту 9 в зону горіння зварювальної дуги 10.

При зварюванні за один прохід із застосуванням присадного дроту 9 формують нероз'ємне з'єднання з наскрізним проплавленням крайок. При цьому орієнтовні значення зварювального струму в залежності від товщини зварювальних деталей 1 і 2 вибирають з експериментального графіка (рис. 4) за умови наскрізного проплавлення.

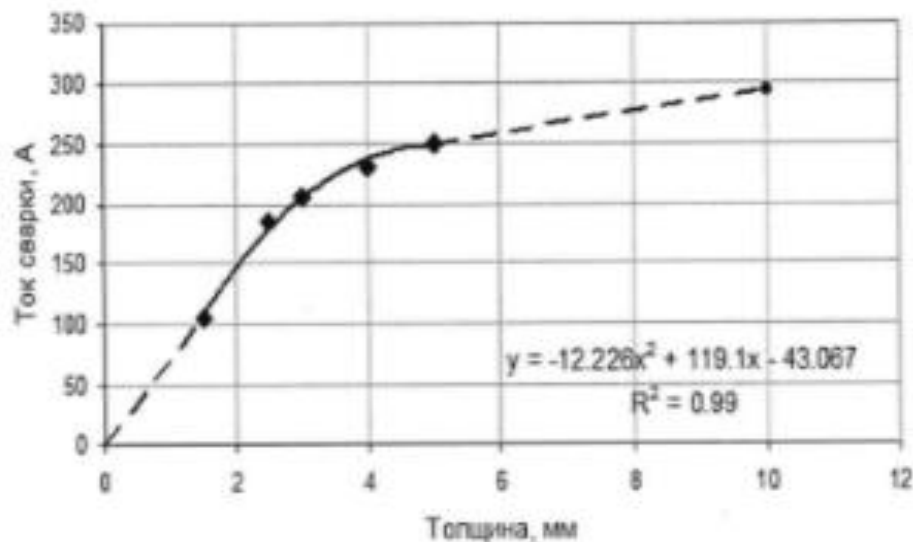


Рисунок 1.11 - Експериментальний графік залежності зварювального струму від товщини зварювальних деталей для наскрізного проплавлення крайок

Аналізуючи графічну залежність, можна відзначити, що зі збільшенням товщини зварювальних деталей 1 і 2 зростає значення струму зварювання, необхідного для наскрізного проплавлення їх крайок.

Після зварювання виконують відпал деталей 1 і 2 для зниження рівня залишкових напружень і тим самим запобігають утворенню холодних тріщин, зберігаючи при цьому високі механічні властивості.

В результаті проведених експериментів було підтверджено, що при автоматичному аргонодуговому зварюванні неплавкими електродами деталей 1 і 2 за один прохід із застосуванням присадного дроту 9 зварений шов 11 не має зовнішніх і внутрішніх дефектів.

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Загальна характеристика процесу автоматичного керування процесом зварювання труб малого діаметра

Завданнями автоматичного керування процесом зварювання труб малого діаметра, як правило, є:

- виконання процесу стабілізації керованою величиною, або процес регулювання керованою величиною в часі на заданій точності з постійним рівнем підтримання встановленого параметру зварювання;
- розробка програмного забезпечення, або математичної моделі автоматичного керування величиною, тобто розробка закону керування та точності протікання процесу, або зміни керуючої величини;
- виконання процесу контролювання, або стеження за зміною керуючих величин згідно з заданим алгоритмом (законом) автоматичного керування величиною та тією точністю зміни величини, яку задано алгоритмом процесу керування.

В системах автоматичного регулювання всіх установок, які застосовуються для дугового зварювання здійснюється управління таких параметрів:

- стабілізація швидкості переміщення електродного, або присадкового дроту;
- контролювання лінійної швидкості зварювання, або швидкості виконання процесу електродугового зварювання труби малого діаметра;
- спостереження за характером лінії зварювання, або напрямку ведення зварного шва;
- програмування зварювального циклу, або процесу електродугового зварювання труби малого діаметра на всіх етапах зварювання – в початковій стадії зварювання та в кінцевій стадії зварювання.

При цьому мета такого програмування – це відокремлення процесу

утворення ванни та заварювання кратера.

Схематичний опис системи автоматичного керування процесом електродугового зварювання труби малого діаметра наведено на рис. 2.1.

На рис. 2.2. наведено функціональну схему системи управління процесом автоматичного керування електродуговим зварювання труби малого діаметра.

Варіант математичного опису системи автоматичного керування процесом електродугового зварювання (розроблення математичної моделі управління процесом електродугового зварювання труби) наведено на рис. 2.3.

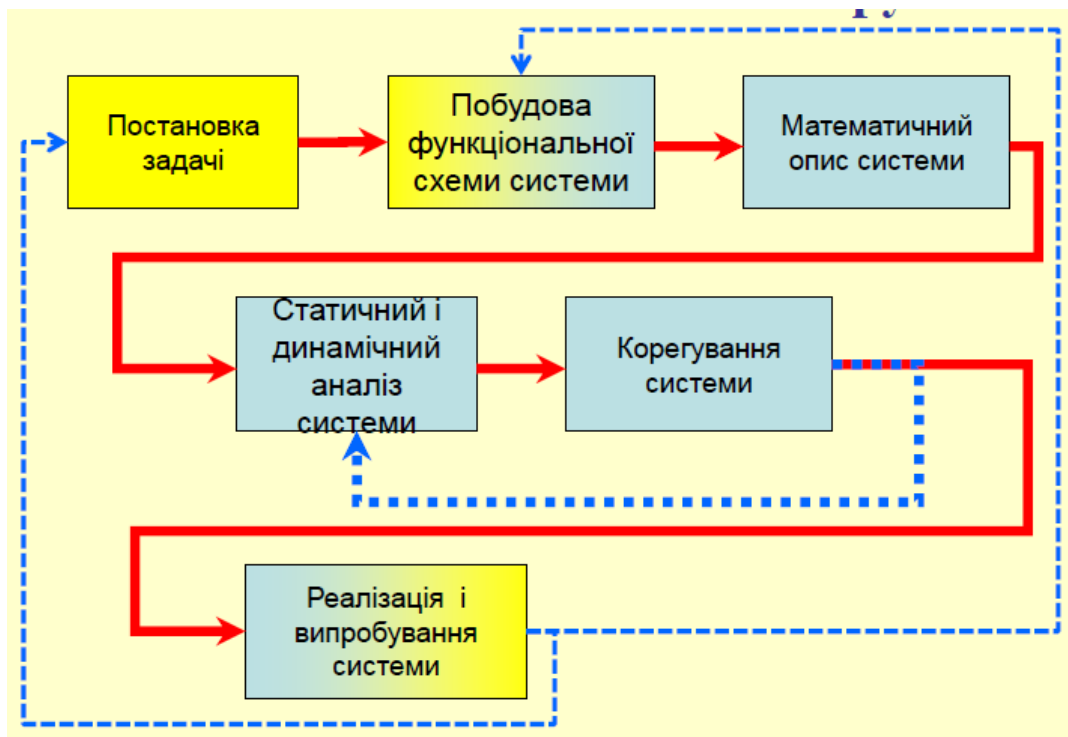


Рисунок 2.1. Схематичний опис системи автоматичного керування процесом електродугового зварювання

Відомі два основні способи за яких показники якості процесу зварювання, а разом з тим, і показники якості процесів автоматичного керування, або автоматичного регулювання зварювання труби малого діаметра будуть задовольняти встановлені вихідні вимоги до такого процесу:

- регулювання процесом зміни основних параметрів зварювання труби малого діаметра;
- сталих коефіцієнтів постійних часу зварювання;

- встановлених коефіцієнтів підсилення, при відхиленні керованої величини від заданого значення;
- корегування основної структури, або математичної моделі системи управління за рахунок розробки та введення додаткової керуючої ланки в пристрій корегування процесом.

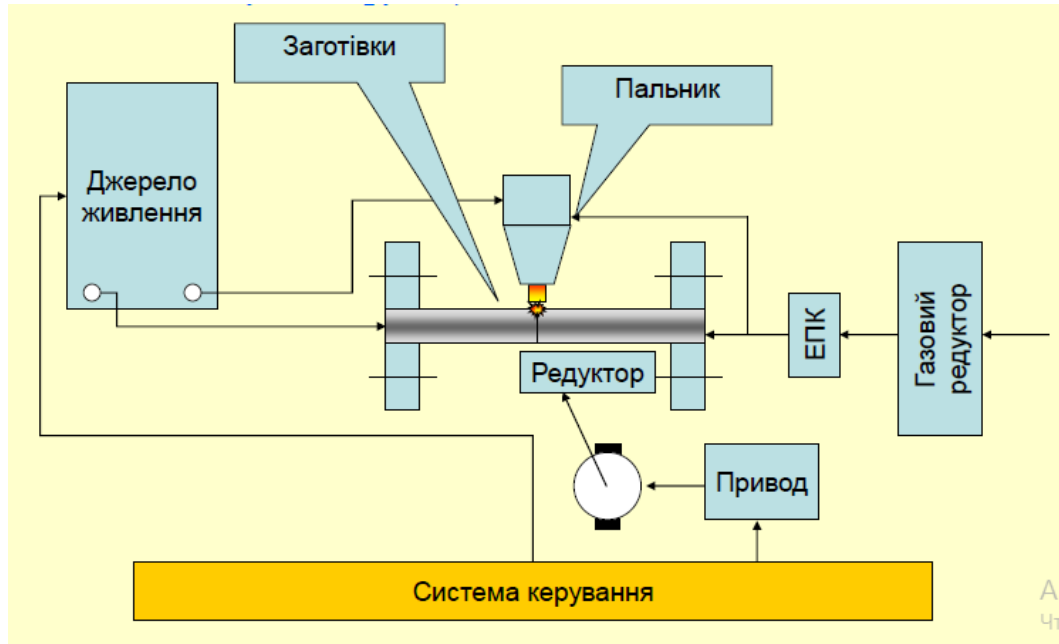


Рис. 2.2. Функціональна схема процесу автоматичного регулювання зварювання електродуговим способом

Під час виконання процесу електродугового зварювання виникають різні види збурення, які призводять до відхилення керованої величини, або заданої величини параметра електродугового зварювання труби малого діаметра. При цьому всі наявні збурення, які виникають у процесі зварювання викликають різноманітності появи дефектів зварювання труби малого діаметра.

Ці збурення за об'єктивними та суб'єктивними причинами виникнення, як правило, можна поділити на дві основні типи або на дві групи:

- збурення, які виникають внаслідок суб'єктивних причин і які усуваються за рахунок корегування методів організації процесу зварювання, або розробки та уточнення заходів, які підвищують точність збирання виробу, вибір зварювальних матеріалів підвищеної якості, тощо;

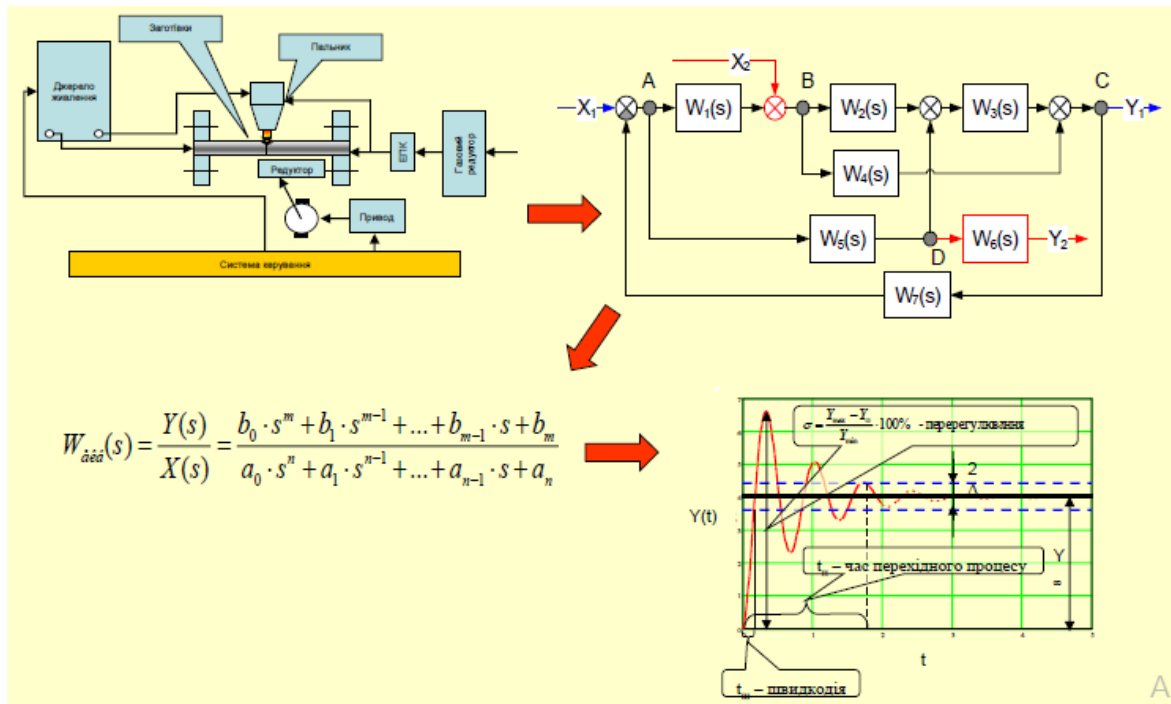


Рисунок 2.3 – Опис системи автоматичного керування процесом електродугового зварювання труби малого діаметра

- збурення, які виникають внаслідок об'єктивних причин і які усуваються за рахунок корегування технологічних заходів, які призводять до підвищення якості зварних конструкцій, або якості зварного з'єднання труб малого діаметра.

До таких заходів відносять, наприклад, попереднє підігрівання зварювальних деталей, застосування систем тепловідведення, додаткового складально-зварювального обладнання, наприклад, кантувачів, притискачів, роликівих стендів тощо;

- збурення, які можна ефективно корегувати процесом зменшення їх впливу на якість зварного шва, або повністю усунути їх вплив на нього за рахунок підвищення рівня технічних засобів, що корегують стабілізацію або процес програмного керування зміни основних параметрів керованих величин процесу зварювання, введення в процес зварювання різних видів і методів системи стеження за процесами та параметрами електродугового зварювання

труби малого діаметра.

Відхилення керованої величини від заданого значення під час електродугового зварювання труби малого діаметра, або пошук тих збурень, які викликають ці значні відхилення керованої величини проводять методами експертних оцінок за такими способами, або критеріями:

- встановлення значимості дефектів, які утворюються шляхом виникнення збурень, при цьому значимість дефектів визначають за десятибальною шкалою від 1 до 10 балів і присвоюють їм кодоване позначення X;

- визначення кількості випадків появи дефектів за встановлений проміжок часу, або так званої частоти появи дефектів, або, відповідно, появи збурень, при цьому значимість дефектів визначають за десятибальною шкалою від 1 до 10 балів і присвоюють їм кодоване позначення Y;

- встановлення складності виявлених дефектів, які утворені під час появи збурень, при цьому значимість дефектів визначають за десятибальною шкалою від 1 до 10 балів і присвоюють їм кодоване позначення Z.

Вагомість небезпечності виникаючих збурень під час електродугового зварювання труби малого діаметра проводять методом оцінювання шляхом встановлення пріоритетного числа ризику $ПЧР=X+Y+Z$.

Якщо пріоритетне число $ПЧР = 125$, тоді вплив такого збурення на показники якості зварного виробу вважають впливовим і у подальшому вносять корегування у систему автоматичного керування процесом зварювання труби малого діаметра.

При цьому можуть вноситися зміни у математичний опис системи (математичну модель), принципи автоматичного регулювання процесів відхилення керованою величиною, підбиранням більш точних технічних засобів процесу автоматичного управління тощо.

Схема процесу автоматизації енергетичних параметрів дуги під час зварювання труб малого діаметра наведена на рис. 2.4. На рис. 2.5 наведено узагальнену блок-схему процесом автоматизованого зварювання труби малого

діаметра електродуговим способом у середовищі захисних газів.

Узагальнену циклограму процесу електродугового зварювання труби малого діаметра наведено на рис. 2.6.

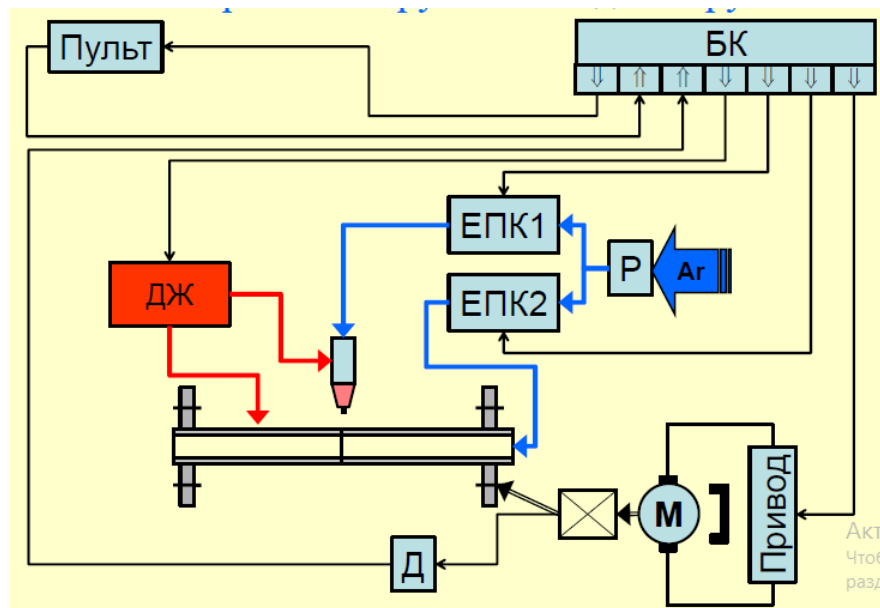
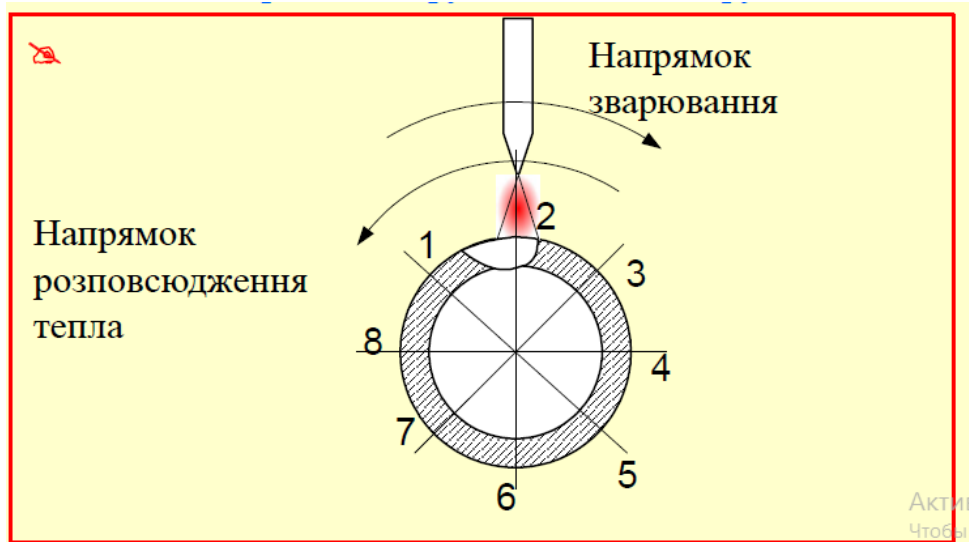


Рис. 2.4 – Схема процесу автоматизації енергетичних параметрів дуги

Рисунок 2.5 – Узагальнена блок схема процесом автоматизованого зварювання труби малого діаметра електродуговим способом у середовищі захисних газів

Для стабілізації довжини дуги електродугового зварювання труби малого діаметра (рис. 2.4) застосовуємо схему системи автоматичного керування (регулювання) за відхиленням напруги живлення зі зворотнім зв'язком, або

систему автоматичного керування параметрів дуги АРДС, рис. 2.7

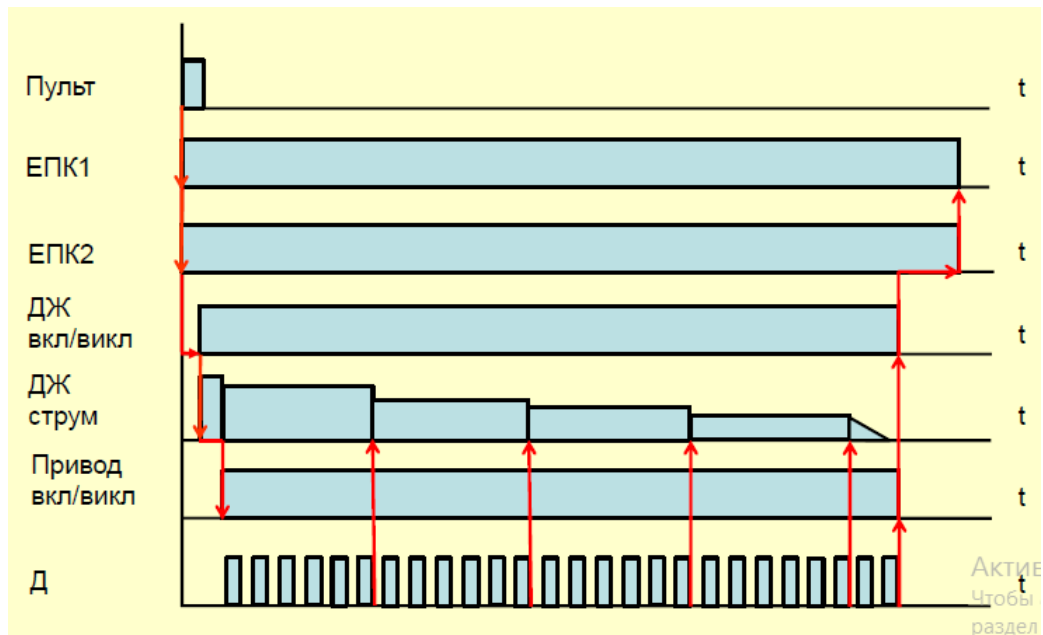


Рисунок 2.6 – Узагальнена циклограма процесу електродугового зварювання у середовищі захисних газів

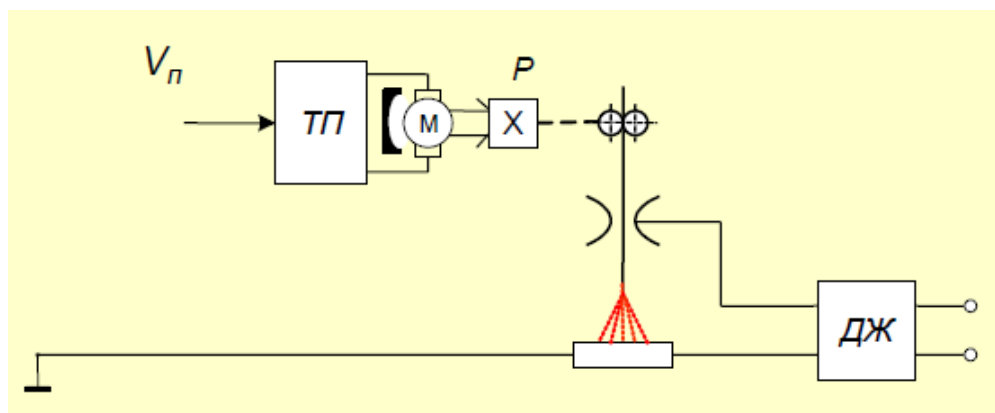


Рисунок 2.7 – Блок-схема системи автоматичного керування параметрами дуги АРДС

Керуюча система управління параметрами дуги АРДС призначена для автоматичного регулювання дуги зварювання способом саморегулювання.

Основна мета автоматичного керування системи АРДС полягає у забезпеченні постійної швидкості подавання електродного дроту, або реалізації процесу встановлення під час зварювання незалежної швидкості переміщення електродного дроту залежно від стуму та напруги зварювання, що наведено на

рис. 2.8.

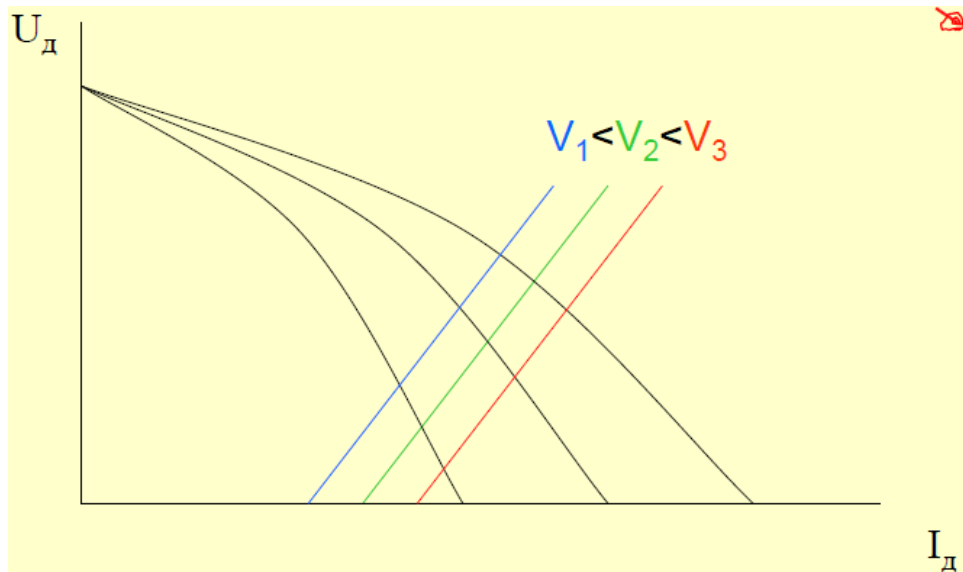


Рисунок 2.8 – Залежність швидкості подавання електродного дроту від напруги та струму зварювання

Загальний математичний опис системи автоматичного керування параметрами енергетичної стабілізації дуги такий.

$$dL_{\partial} = \frac{\partial L_{\partial}}{\partial U_{\partial}} dU_{\partial} + \frac{\partial L_{\partial}}{\partial I_{\partial}} dI_{\partial}$$

$$\frac{dL_{\partial}}{dt} = \frac{\partial L_{\partial}}{\partial U_{\partial}} \cdot \frac{dU_{\partial}}{dt} + \frac{\partial L_{\partial}}{\partial I_{\partial}} \cdot \frac{dI_{\partial}}{dt}$$

$$v_e = \frac{\partial L_{\partial}}{\partial U_{\partial}} \cdot \frac{dU_{\partial}}{dt} + \frac{\partial L_{\partial}}{\partial I_{\partial}} \cdot \frac{dI_{\partial}}{dt}$$

$$v_e = \frac{\partial L_{\partial}}{\partial U_{\partial}} \cdot dU_{\partial} + \frac{\partial L_{\partial}}{\partial I_{\partial}} \cdot dI_{\partial}$$

$$v_e = -k_{ch} \cdot dU_{\partial} + k_{cc} \cdot dI_{\partial}$$

$$k_{ch} = -\frac{\partial L_{\partial}}{\partial U_{\partial}} \cdot \frac{dU_{\partial}}{dt}$$

$$k_{cc} = \frac{\partial L_{\partial}}{\partial I_{\partial}} \cdot \frac{dI_{\partial}}{dt}$$

В системі АРДС величина зварювального струму встановлюється залежно від швидкості переміщення електродного дроту (рис. 2.8), а напруга дуги електродугового зварювання труби малого діаметра встановлюється шляхом вибору вольт-амперної характеристики джерела живлення, або блоку живлення дуги зварювання.

При цьому система автоматичного регулювання дуги саморегулювання є дуже малочутливою до виникаючих видів збурення, які викликані зміною напруги живлення дуги зварювання у стаціонарній мережі струму.

2.2. Обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом електродугового зварювання труби малого діаметра

Високоєфективним методом отримання якісних зварних з'єднань є автоматичне орбітальне зварювання трубопроводів. Тільки її застосування здатне забезпечити надзвичайно високі вимоги щодо якості зварних з'єднань і його стабільності в умовах серійного виробництва.

Під терміном автоматичне орбітальне зварювання розуміється автоматична дугова зварка кільцевих швів за допомогою спеціальних зварювальних головок або самохідних механізмів, рис. 2.9.

Автоматичне орбітальне зварювання являє складне технічне завдання в частині забезпечення стабільності формування шва.

Автоматичне орбітальне зварювання являє складне технічне завдання в частині забезпечення стабільності формування шва в різних просторових положеннях.

Співвідношення діючих на ванну сил, обумовлює нерівномірність формування шва по периметру стику і можливість утворення дефектів шва, таких як увігнутість з внутрішньої сторони, підрізи, нерівномірність посилення шва і ряд інших, що призводить до різкого зниження механічних властивостей зварного з'єднання.

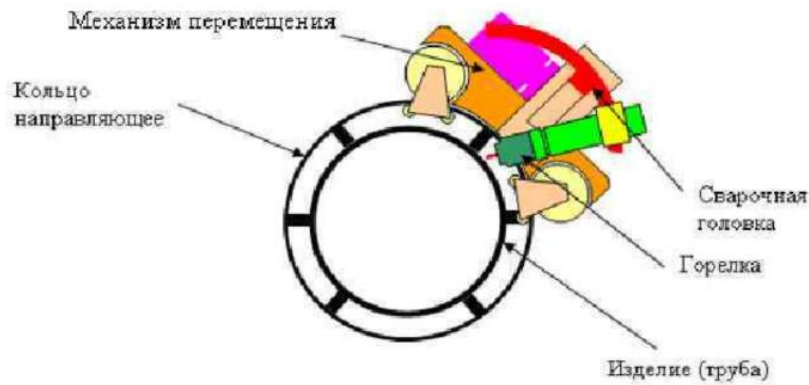


Рисунок 2.9 – Схема орбітального зварювання

Зазначений на рис. 2.10 комплект обладнання повинен забезпечувати виконання в автоматичному режимі наступних операцій при реалізації зварювального циклу:

- попередню продувку газових магістралей захисним газом;
- збудження дуги безконтактним способом;
- регульований в часі прогрів ділянки початку зварювання;
- рівномірний або перемикається зварювального пальника з дугою навколо стику без подачі і з подачею присадного дроту;
- імпульсний (тривалість імпульсу $\approx 0,3$ с; тривалість паузи $\approx 0,2$ с) і безперервний режим зварювання та подачу електродного дроту;
- поперечні коливання електрода і електродного дроту;
- автоматичне регулювання довжини дуги зварювання;
- відтягнення електродного дроту;
- заварку кратера зварювання шляхом плавного зниження струму в межах від 0,5 до 10 с. ;
- обдув кратера зварювання захисним газом після гасіння дуги.

Зовнішній вигляд головок для орбітального зварювання трубопроводів і зварних виробів циліндричної форми, або головка закритого типу для зварювання малих діаметрів труб (до 40 мм), камерні головки закритого типу, головка відкритого типу (для труб діаметром від 42 мм і вище) представлено на рис. 2.11.

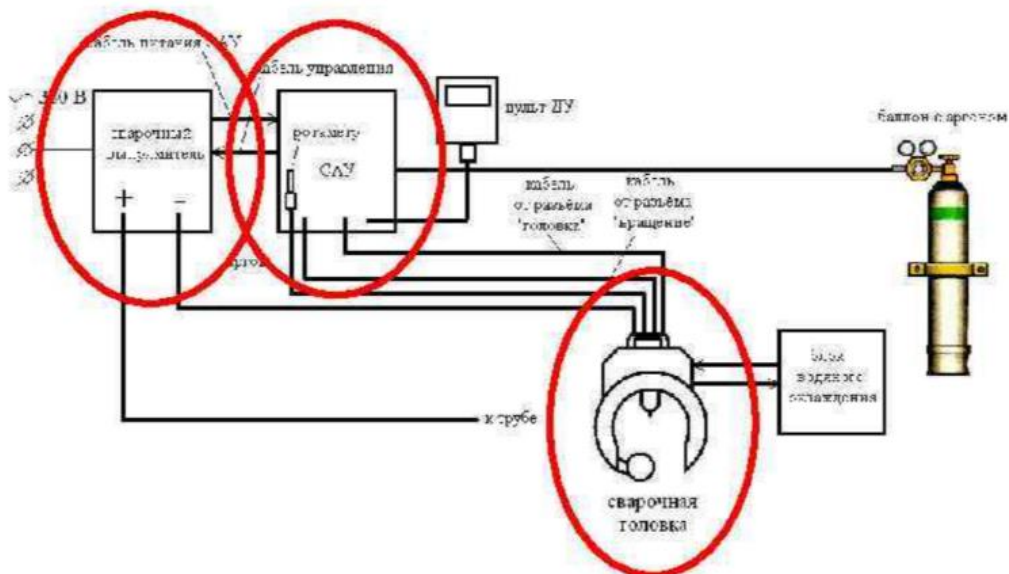


Рисунок 2.10 - Схема поста автоматичної аргонодугового зварювання неповоротних стиків труб



Рисунок 2.11 - Зовнішній вигляд головок для орбітального зварювання

Результат автоматичного орбітального аргонодугового зварювання в кореневій частині шва має структуру, зображену на рис.2.7, а саме:

- зовнішній шар зварного шва;
- заповнюючий шар зварного шва;
- корінь зварного шва.

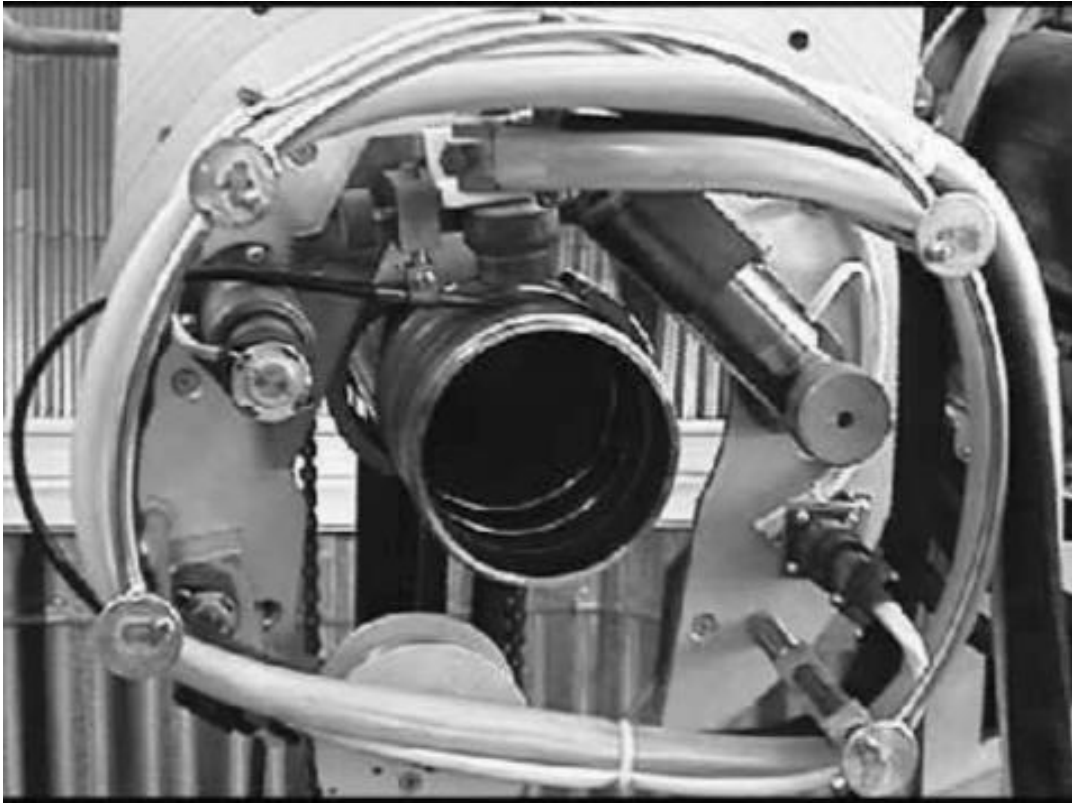


Рисунок 2.12 - Зовнішній вигляд автоматичної головки для аргоннодугового зварювання неповоротних стиків труб



Рисунок 2.13 - Пальник для автоматичного регулювання дуги саморегулювання, що входить до складу зварювальної головки

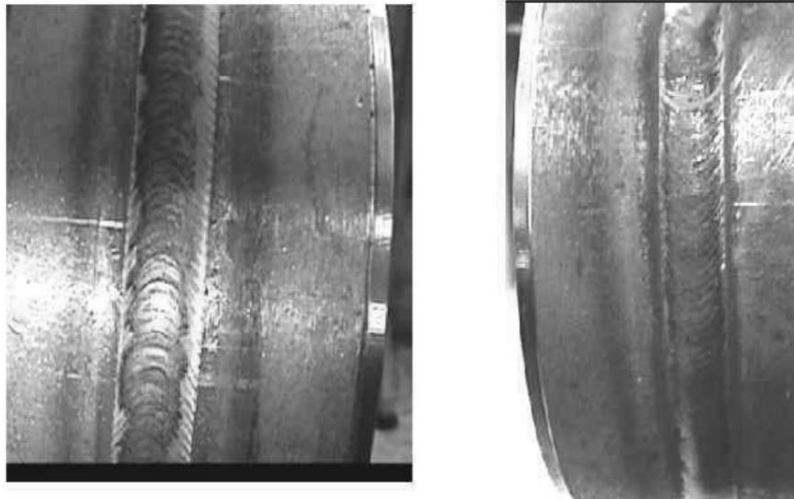


Рисунок 2.14 - Зовнішній вигляд облицювального шару зварювального шва виконаного автоматичним регулюванням дуги саморегулювання

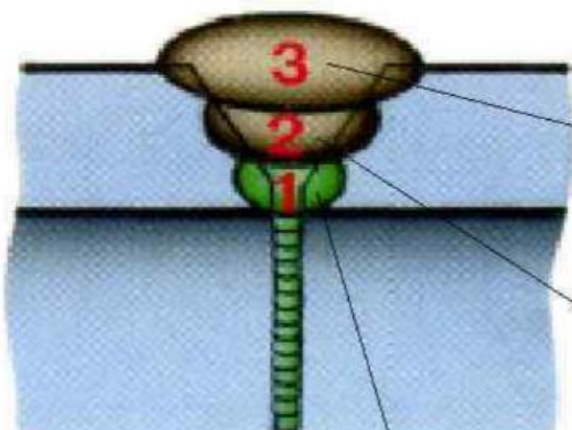


Рисунок 2.15 – Структура швів зварювання: 1 – облицювальний шар зварного шва; 2 – заповнюючий шар зварного шва; 3 – корінь зварного шва

Підготовку стику під зварювання слід здійснювати в складальному пристосуванні з допомогою прихваток, виконуваних ручної аргонодугового зварюванням, або без прихваток.

Після установки прихваток пристосування видаляється. Допускається проводити прихватки за допомогою автомата, яким буде проводитися зварювання.

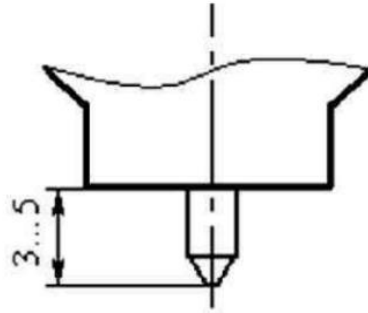


Рисунок 2.16 - Виліт вольфрамового електрода з сопла пальника

Виліт вольфрамового електрода з сопла пальника встановлюють в межах 3... 5 мм, рис. 2.16.

За допомогою пульта управління або вручну за допомогою маховика виставляють зазор між кінцем електрода і трубою в межах 1, 5 - 2 мм (рис.2.17).

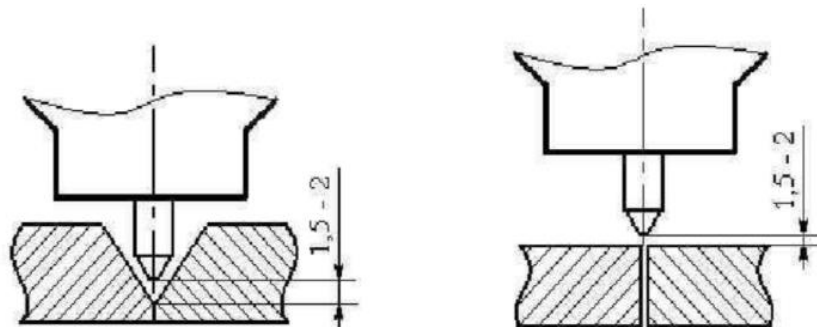


Рисунок 2.17 – Схема встановлення зазору

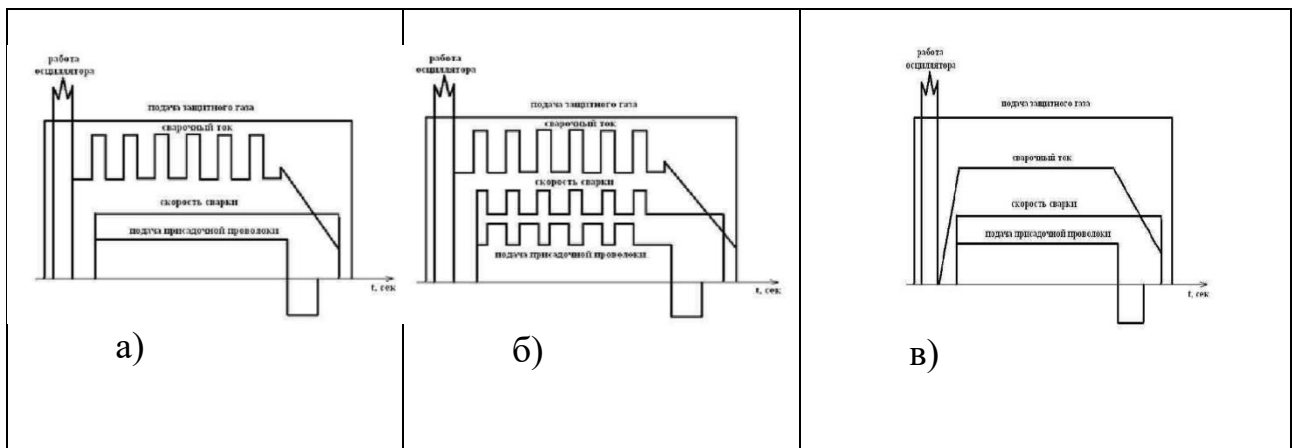


Рисунок 2.18 - Режимы работы оборудования

Розрізняють три режими роботи обладнання для орбітального аргонодугового зварювання:

- імпульсний, рис. 2.10 а;
- кроково-імпульсний, рис. 2.10 б;
- безперервний, рис. 2.10 в.

Зварювання кореневої частини шва рекомендується виконувати в імпульсному режимі з безперервним або кроковим переміщенням електрода. Допускається зварювання стаціонарною дугою.

При зварюванні другого проходу (після зварювання кореневій частині шва) параметри режиму слід вибирати такими, щоб виключити наскрізне проплавлення кореневого шару. Товщина наплавленого шару при другому проході повинна становити 1,5 - 2,0 мм, наступних шарів - 3-4 мм.

Зварювання заповнюючого і облицювального шарів шва рекомендується виконувати в безперервному режимі.

Заповнення оброблення рекомендується виконувати за два проходи «на підйом». Допускається зварювання «за повний оборот» при товщині наплавленого шару не більше 2 мм. Для заповнення оброблення застосовується присадний дріт діаметром 1,2-2 мм.

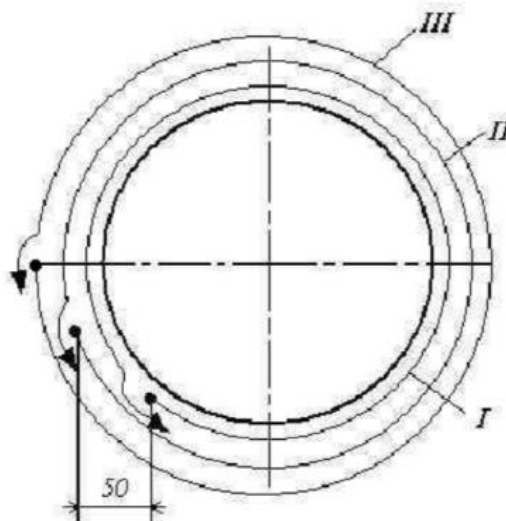


Рисунок 2.19 - Схема зварювання різних шарів шва орбітальним аргонодуговим зварюванням

При виконанні облицювального валика зварювальний струм повинен бути зменшений в порівнянні з струмом, при якому заповнювався шов, на 15-20%. Зварювання заповнюючих шарів виконати поперечними коливаннями. Амплітуду коливань необхідно підібрати виходячи з ширини оброблення в кожному конкретному випадку.

Програмне управління періодами зварювання труби малого діаметра неплавким електродом наведено на рис. 2.18.

На циклограмі функціонування механізму автоматичного керування реалізуючих засобів зварювання неплавким електродом товстостінних труб, наведено регулювання принципу зміни режиму зварювання у процесі формування зварного шва залежно від просторового положення зварювальної головки та послідовного номера проходу.

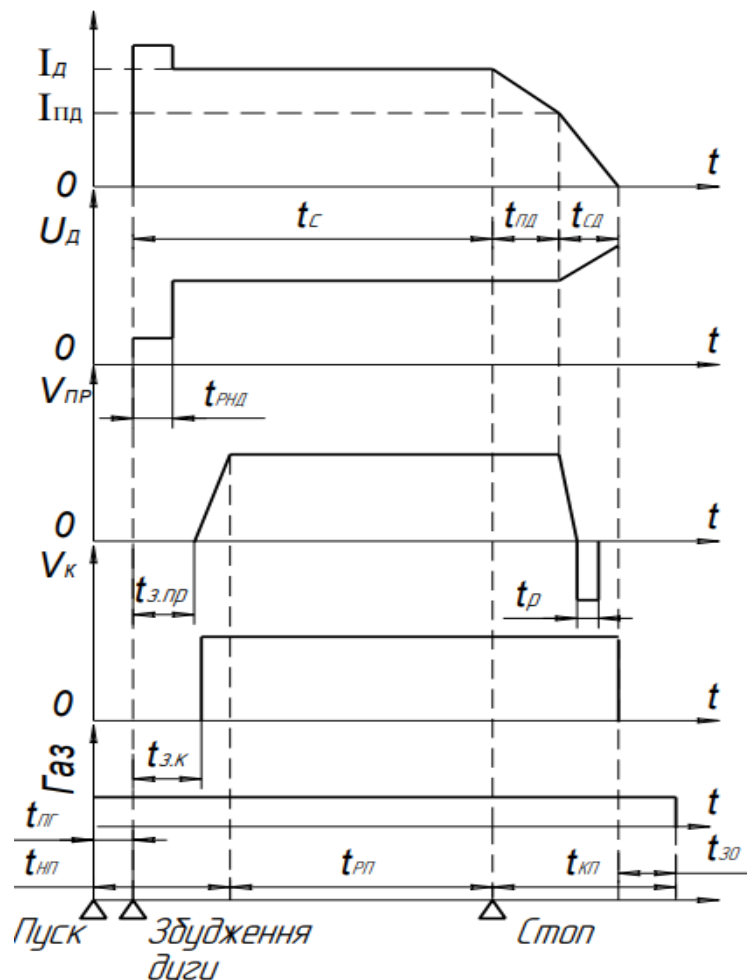


Рисунок 2.18 – Циклограма функціонування механізму автоматичного керування

Натисканням на кнопку «Пуск» включають реле часу, яке формує, або встановлює час попередньої продувки газу $t_{п.г}$ (рис. 2.17).

Після цього автоматично вмикається осцилятор і відбувається попереднє збудження дуги зварювання.

Після запуску дуги зварювання включається реле відліку часу, при цьому:

- $t_{р.н.д}$ – час затримки вмикання регулятора напруги дуги (РНД);
- $t_{з.п.р}$ – час затримки запуску програми, яка регулює подачу присадкового електродного дроту;
- $t_{з.к}$ – час затримки пуску приводу каретки.

Після виконання процедури часу тимчасової затримки $t_{р.н.д}$, автоматично вмикається система РНД, при цьому відбувається автоматичне регулювання (встановлення) необхідної напругу дуги зварювання.

Крім того система РНД може періодично змінювати напругу дуги зварювання згідно прийнятого закону керування та математичної моделі автоматичного управління процесом.

Також реле часу одночасно вмикає привод подавання присадкового електродного дроту та привод переміщення каретки. Після моменту часу $t_{н.п}$ за який відбувається встановлення (регулювання) сталого значення швидкості подачі V_{np} електродного дроту відбувається проходження робочого циклу програми згідно часу $t_{р.п}$.

За цей час основні параметри режимів зварювання, або струм зварювання I_d , напруга дуги зварювання U_d , швидкість подачі електродного дроту V_{np} , і норми витрати захисного газу не змінюються.

Завершення циклу зварювання, яке відбувається протягом часу t_c реалізовується командою «Стоп зварювання», яка розміщена на пульті керування процесом зварювання, або натисканням кнопки кінцевого вимикача.

У цей час розпочинається реалізація прикінцевого періоду роботи програми протягом часу зварювання $t_{к.п}$. У цей період роботи вмикається перший програматор, який регулює значення струму дуги зварювання. Регулювання струму відбувається за час $t_{п.д}$, при цьому значення струму дуги

зменшується до необхідного значення за час регулювання тп.д. У подальшому вмикаються другий програматор регулювання значення струму дуги, а також програматор зменшення швидкості подачі присадкового електродного дроту.

Програматор регулювання значення струму дуги характеризує вплив на РНД шляхом розтягування дуги зварювання до природного обриву. Крім того, програматор приводу швидкості переміщення електродного дроту на першому етапі зменшує швидкість подачі електродного дроту до нуля. Після цього замикається система РНД, яка за час t_p призводить до реверсу механізму подачі електродного дроту. При цьому дріт відводиться від зварного виробу.

Обдування зварного шва захисним газом реалізується на протязі часу $t_{z.o}$, після чого настає завершення циклу зварювання труби малого діаметра відбувається після повної зупинки каретки.

3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва

Технологічний процес підготовки труб під зварювання включає: різання труб і обробку крайок під зварювання згідно з кресленнями, очищення поверхні крайок, що зварюються, центрування стику. Оброблення кінців труб і деталей трубопроводів з вуглецевої сталі з умовним проходом до 100 кгс / см² і складання стиків з зазорами під зварювання слід робити відповідно до вимог.

Кут скосу кромки труб перевіряють шаблоном в декількох точках по колу. Допустиме відхилення від заданого кута не повинно перевищувати значень. Торці труб повинні бути перпендикулярні до її поздовжньої осі. Перевіряють перпендикулярність косинцем і лінійкою. Відхилення заміряють по двох взаємно перпендикулярним діаметрам. Відхилення від перпендикулярності для труб з умовним проходом до 250 мм допускається не більше 1 мм, а з умовним проходом понад 250 мм - 2 мм. Не можна зварювати труби, кромки яких покриті іржею, маслом, фарбою або брудом, так як погіршується стійкість горіння дуги, з'являється пористість і знижується міцність зварного з'єднання.

Очищають кромки і кінці труб від іржі, окислів і інших забруднень із зовнішнього і внутрішнього боків на ширину 15-20 мм від зварного стику; при цьому користуються сталевими щітками, шарошками, шліфувальними машинками і пристосуваннями.

Особлива увага приділяється центрі стику труб. При збірці необхідно забезпечити необхідну точність збігу кромки зварювальних елементів і їх фіксацію при прихватки. Прихватку є короткий зварений шов, який накладається при збиранні зварних конструкцій. До якості прихватки пред'являють ті ж вимоги, що і до основного шву.

При складанні відповідальних трубопроводів прихватку повинен виконувати той же зварювальник, який буде зварювати весь стик.

Технологічні варіанти зварений шов повністю виконується ручний аргонодугового зварюванням неплавким електродом (рекомендується при товщині стінки до 3 мм), зварений шов виконується комбінованим способом: кореневої шов - ручної аргонодугового зварювання неплавким електродом, а наступні шари - ручного дугового зварювання покритим електродом (доцільний при товщині стінки труби 4 мм і більше).

Орієнтовне розташування шарів і валиків (1 - 8) в стиках, зварених за різними технологічними варіантами. Ручне аргоннодугове зварювання неплавким W-електродом застосовується для неповоротних стиків труб з низьковуглецевих, низьколегованих і легованих (корозійностійких) сталей. Діаметр труб, що зварюються - менше 100 мм, товщина стінки - до 10 мм.

Вибір параметрів режиму.

Зварювальний струм вибирають: при однопрохідної зварюванні - в залежності від товщини стінки труби, а при багатопрохідної - виходячи з висоти валика, яка повинна складати 2 - 2,5 мм. Зварювальний струм призначають з розрахунку 30 - 35 А на 1 мм діаметра електрода. Напруга на дузі має бути мінімальним, що відповідає зварюванні короткою дугою. Швидкість зварювання регулюють так, щоб гарантувалися проплавлення крайок і формування необхідних розмірів шва.

Витрата захисного газу залежить від марки зварюваної сталі і токового режиму (від 8 до 14 л / хв). Присадний дріт діаметром 1,6-2 мм вибирається але марці зварюваної сталі.

Режими зварювання, які вибираємо:

- діаметр W-електрода, мм;
- діаметр присадка, мм;
- зварювальний струм, А;
- напруга дуги зварювання, В;
- швидкість споживання газу, л / х;

- мінімальні режими по струму в залежності від марки W-електрода;
- діаметр W-електрода, мм;
- постійний струм (А) полярність змінного струму, А.

Зварювання починають відразу ж після установки прихваток, які при виконанні першого шару потрібно переплавити. У важкодоступних місцях перший кореневої шов можна виконувати без присадного дроту, якщо зазор і змішання кромки не перевищують 0,5 мм, а притуплення кромки не більше 1 мм. Виняток становлять стики труб із сталей 10 і 20, які завжди потрібно зварювати з присадкою.

Черговість накладання шарів при зварюванні одним зварником неповоротного стику Запалювати і гасити дугу слід на кромці труби або на вже накладене шві на відстані 20-25 мм від кінця шва.

Подачу аргону припиняють через 5-8 с після обриву дуги. Зварювання трубопроводів з високолегованих, особливо корозійностійких, сталей виконують із захистом кореня шва або подачею аргону всередину труби, або застосовуючи флюс-пасту ФП8-2.

При зварюванні високолегованих сталей потрібно дотримуватися ряду умов: мінімальні струмові режими, коротка зварювальний дуга, максимальна швидкість зварювання без перерв і повторного нагріву одного і того ж ділянки металу, уникати поперечних коливань пальника, присадні дрот слід подавати рівномірно, щоб не створювати бризок розплавленого металу, які, потрапивши на основний метал, можуть викликати згодом осередки корозії на товстостінних (більше 10 мм) трубопроводах діаметром понад 100 мм з низьковуглецевих і низьколегованих сталей кореневої шов зварюють аргонодуговим способом без залишаються підкладних кілець.

Зварювання слід вести зворотно ступінчатим способом ділянками довжиною не більше 200 мм. Висота кореневого шва повинна бути не менше 3 мм. При цьому необхідно забезпечити плавні переходи до поверхні труби.

Напрямок та черговість укладання кореневого шару.

Аргонодугове зварювання використовують також, коли приварюють підкладне кільце в трубах з вуглецевих і низьколегованих сталей. Кільце щільно, але без натягу, встановлюють в трубу, залишаючи зазор між кільцем і внутрішньою поверхнею труби не більше 1 мм.

Кільце прихоплюють зовні кутовим швом довжиною 15-20 мм з катетом 2.5-3 мм для труб діаметром до 200 мм в двох місцях, а більшого діаметра в трьох-чотирьох місцях. Прихватку, незалежно від марки стали труби і підкладного кільця, виконують з присадочним дротом Св-08Г2С діаметром 1,6-2 мм. Підкладне кільце приварюють одношаровим кутовим швом з катетом 3-4 мм з тим же присадки.

Прихватку і приварення підкладного кільця роблять без попереднього підігріву незалежно від марки стали і товщини стінки труби. Виняток становлять труби зі сталі 15Х1М1Ф з товщиною стінки більше 10 мм - кінець такої труби підігрівають до 250 - 300° С.

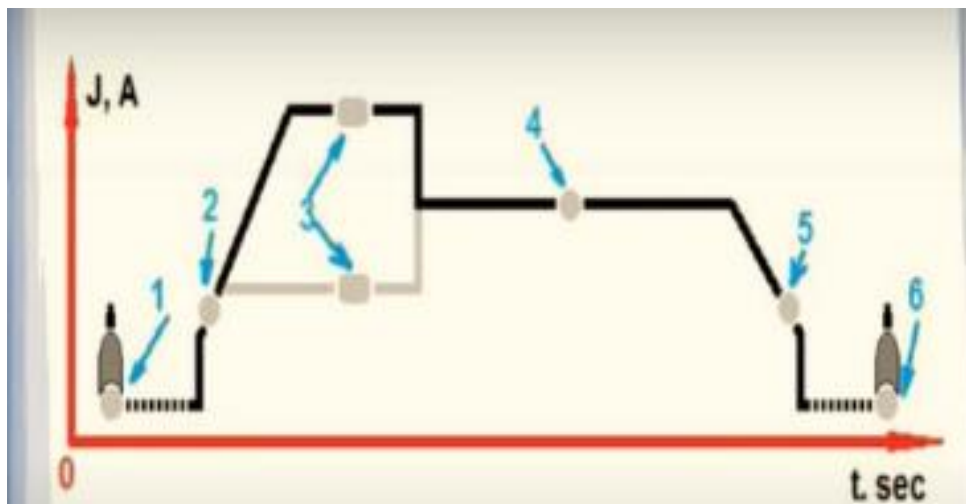


Рисунок 3.1 – Схема зварювання труб малого діаметру:

- 1-ділянка подачі газу до початку зварювання
- 2- ділянка наростання струму
- 3- ділянка підвищеного пониження значення струму
- 4- струм зварювання
- 5- ділянка зниження струму
- 6- ділянка виходу газу

Аргонодугове і комбіноване зварювання труб малих діаметрів має свою специфіку виконання. Вимоги поширюються на складання та зварювання неповоротних стиків труб зовнішнім діаметром 100 мм і менше, при цьому передбачається два технологічних варіанту зварювання: зварний шов виконується комбінованим способом: кореневий шар – ручним аргонодуговим зварюванням неплавким електродом, наступні шари – ручним дуговим зварюванням покритими електродами, зварний шов повністю виконується ручний аргонодугового зварюванням неплавким електродом.

Для стиків труб при товщині стінки 4 мм і більше перевагу слід віддавати комбінованому способу, при меншій товщині потрібно зварювати стик повністю ручної аргонодугового зварюванням.

Для ручного аргонодугового зварювання неплавким електродом рекомендується використовувати однопостове джерело постійного струму, оснащене пристроєм безконтактного або контактного збудження дуги на малих струмах і плавного зниження зварювального струму при заварці кратера шва, або багатопостове джерело з баластними реостатом для регулювання зварювального струму і забезпечення стабільного горіння зварювальної дуги.

Аргон з балона повинен надходити в пальник через редуктор з дозуючим пристроєм, можуть бути також застосовані редуктори-витратоміри АР-10, АР-40 або будь-кисневий редуктор з ротаметром типу РМ. Для ручного зварювання неплавким електродом в середовищі аргону стиків труб в монтажних і ремонтних умовах рекомендується застосовувати малогабаритні пальники МАГ-3, АГМ-2.

Конструкція зварних з'єднань повинна відповідати існуючим вимогам, Зібрані стики прихоплюють в одному або двох місцях ручного аргонодугового зварюванням із застосуванням присадного дроту або без нього.

Виняток становлять стики труб з вуглецевої сталі, які завжди треба прихвачувати із застосуванням присадного дроту, а також стики труб зі сталі інших марок при зазорі між трубами більше 0,5 мм. Використовується присадний дріт тієї ж марки, яка буде застосовуватися для зварювання даного стику.



Дисплей сварочного полуавтомата с цифровой индикацией рабочего тока и напряжения

Рисунок 3.2 – Дисплей зварювального напіавтомату з цифровою індикацією робочого струму и напруги зварювання

Ручне аргонодугове зварювання здійснюють відразу після виконання прихватки. При комбінованого зварювання стики, в яких заварений кореневий шар, повинні бути повністю зварені під час тієї ж робочої зміни.

Прихоплений стик по можливості слід повністю зварювати в пристосованні. Кореневий шар (перший прохід) виконується ручним аргонодуговим зварюванням з використанням присадного дроту або без нього.

Кореневі шари стиків труб з вуглецевої сталі, а також стики труб зі сталі інших марок при зазорі більше 0,5 мм повинні зварюються з присадкою. Наступні шари шва виконуються із застосуванням присадного дроту діаметром 1,6-3 мм.



Рисунок 3.3 –Виконання технологічного процесу зварювання

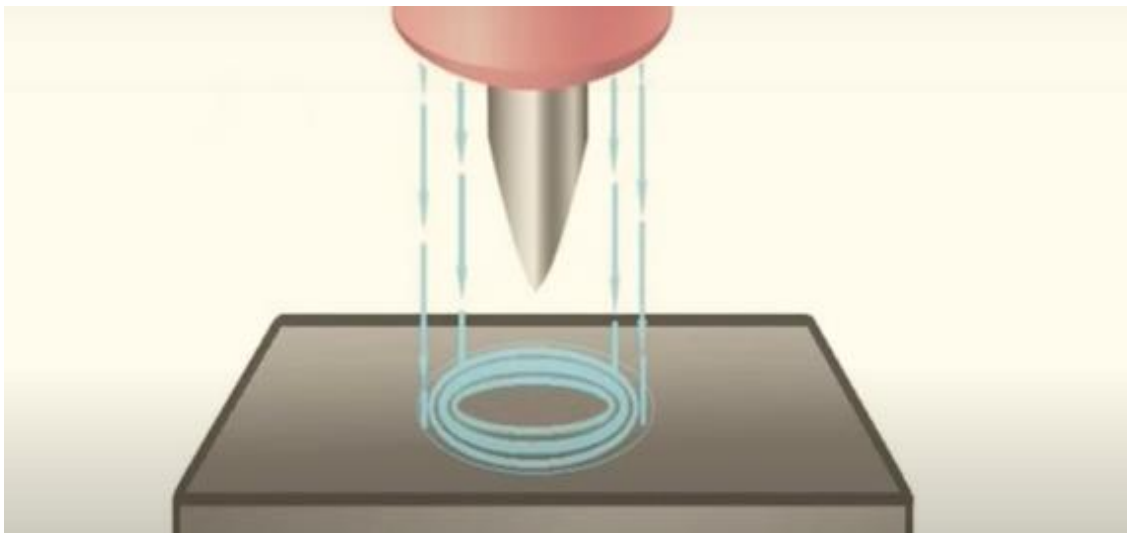


Рисунок 3.4 – Результат виконання технологічного процесу зварювання
неплавким електродом

Ручне аргонодугове зварювання потрібно виконувати можливо короткою дугою на постійному струмі (70-100 А) прямої полярності вольфрамовим електродом діаметром 2-4 мм. Значення струму зварювання уточнюють при виконанні пробних стиків.

Запалювання та гасіння дуги слід проводити в обробленні труби або на вже накладене шві на відстані 20-25 мм від його кінця.

Подачу аргону необхідно припинити через 5-8 с після обриву дуги і протягом цього часу подавати аргон на кратер для захисту металу шва від впливу повітря. Висота шару (валика), виконаного ручної аргонодугового зварюванням, повинна бути 2-4 мм.

3.2. Розроблення технологічного процесу виготовлення виробу

Суть зварювання в середовищі захисних газів неплавким електродом: дуга збуджується і горить між електродним дротом і виробом і все місце зварювання знаходиться під дією захисного газу. Напівавтоматичний або автоматичний варіант. Механізована подача електродного дроту.

Переваги даного способу зварювання:

- висока продуктивність;
- відсутність на поверхні зварювальної ванни шлаку;
- можливість зварювання у всіх просторових положеннях (вертикальний, зверху вниз, без використання спеціальних зварювальних матеріалів);
- легка автоматизація, механізація процесу;
- більш кращі умови праці для робітника;
- легка техніка зварювання;
- значний спектр зварювальних матеріалів;
- відсутність операцій з видалення шлаку, по засипці флюсу.

Недоліки цього способу:

- на деяких режимах можливе підвищене розбризкування;
- необхідність використання додаткового газового обладнання;
- значний вплив протягу і вітру на зварювання;
- більш складне зварювальне обладнання;
- при зварюванні в активних газах необхідність застосування дроту з підвищеним вмістом елементів розкислювачів.

Характеристика матеріалу.

Сталь 15 - сталь конструкційна вуглецева якісна. Дана сталь

поставляється по ГОСТ 1050-74. Аналогічними є сталь 10 і сталь 20. Застосування: болти, гвинти, гаки та інші деталі, до яких пред'являються вимоги високої пластичності працюють при температурах від -40 до 450 °С; після ХТО - важелі, кулачки, гайки і інші деталі, до яких пред'являються вимоги високої поверхневої твердості.

Таблиця 3.1. Хімічний склад у % сталі 15

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,12- 0,19	0,17- 0,37	0,35- 0,65	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

Проведемо вибір зварювальних матеріалів для зварювання в середовищі захисних газів неплавким електродом.

При зварюванні низьколегованих низьковуглецевих сталей в середовищі захисних газів використовують вуглекислий газ, а також суміші вуглекислого газу з аргоном і киснем, в якості зварювальних дротів в цьому випадку застосовують дроту марок Св-08ГС, Св-08Г2С та ін.

Інертні гази і суміші інертних газів, як правило, не застосовують у зв'язку з підвищеною схильністю швів на цих сталях до утворення порів..

Для зварювання даних сталей виберемо суміш CO₂ + (2-5)% O₂.

Вуглекислий газ може знаходитися в газовій суміші з аргоном, киснем. Але частіше знаходить промислове застосування при зварюванні низьковуглецевих і низьколегованих конструкційних сталей газова суміш вуглекислого газу з киснем. Суміш CO₂ + O₂ надає більш інтенсивне окисляє дію на рідкий метал, ніж чистий вуглекислий газ.

Завдяки цьому підвищується рідинотекучість металу, що покращує формування шва. Крім того, кисень дешевше вуглекислого газу, що робить суміш економічно вигідною. Суміш CO₂ + O₂ в порівнянні з CO₂ при зварюванні плавиться забезпечує більш високу стійкість зварних швів проти утворення водневих пір і та кристалізаційних тріщин.

Крім того, в зв'язку з підвищеним окислювальним потенціалом захисного газу краплі електродного металу, що вилітають в вигляді капель із зони горіння дуги, як правило, не приварюються до основного металу, оскільки вони виявляються покритими плівкою оксидів [11].

Основною особливістю зварювання в вуглекислому газі є використання електродних дротів з підвищеним вмістом елементів розкислювачів, що компенсують їх вигорання в зоні зварювання.

Для зварювання нашого з'єднання вибираємо сталевий зварний дріт марки Св-08ГС ГОСТ 2246-70.

Хімічний склад дроту представлено в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 -.Хімічний склад зварювального дроту Св-08ГС,%

C	Cr	Si	Mn	S	P	Ni
≤0,10	≤0,20	0,6 -0,85	1,4-1,7	0,025	0,030	≤0,25

Проведемо розрахунок режимів для зварювання в середовищі захисних газів, неплавким електродом.

Зварювання встик деталей неоднаковою товщини в разі різниці по товщині, що не перевищує значення 2 мм для нашого випадку, повинна проводитися так само, як деталей однакової товщини; конструктивні елементи підготовлених крайок і розміри зварного шва слід вибирати по більшій товщині [7].

Для здійснення плавного переходу від однієї деталі до іншої допускається похиле розташування поверхні шва (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 - Похиле розташування поверхні шва

Вибираємо діаметр електродного дроту рівним 1,2 мм.

Приймаємо величину вильоту електрода дорівнює 10 мм.

Число проходів рівне 2 .

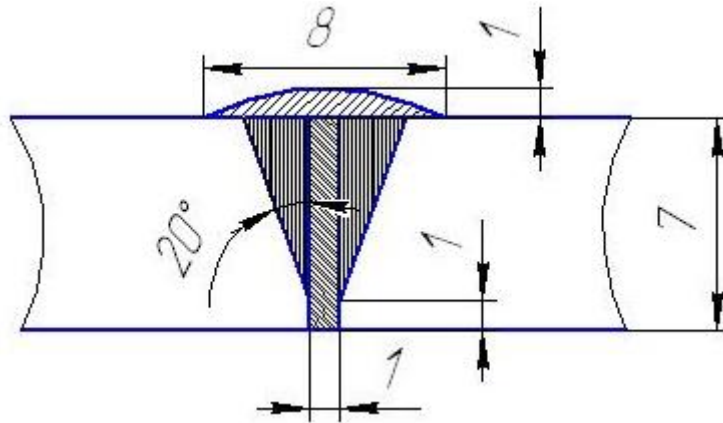


Рисунок 3.6 - Геометричні елементи площі поперечного перерізу стикового шва при зварюванні в CO₂ неплавким електродом

1.) Визначимо площу наплавленого металу:

$$F_H = (S - c)^2 \cdot \operatorname{tg}\alpha + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e, \quad (3.1)$$

$$F_H = (7 - 1)^2 \cdot \operatorname{tg}20 + 1 \cdot 7 + 0,75 \cdot 1 \cdot 8 = 13 + 7 + 6 = 26 \text{ мм}^2.$$

Прийmemo площі поперечного перерізу наплавленого металу для першого і другого проходів $F_1 = 9 \text{ мм}^2$, $F_2 = 17 \text{ мм}^2$.

Розрахуємо параметри зварювання для першого і другого проходів.

2.) Визначимо величину сили струму:

$$I_{\text{CB}} = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot j_3, \quad (3.2)$$

де j_3 – допустима сила струму, А/мм².

Приймаємо для першого проходу $j_3 = 110 \text{ А/мм}^2$, для другого - $j_3 = 140 \text{ А/мм}^2$.

Тоді:

- для першого проходу $I_{\text{CB1}} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 110 = 124,3 \text{ А}$. Приймаємо

$$I_{св1} = 125 \text{ A};$$

- для другого проходу $I_{св1} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 140 = 158,3 \text{ A}$. Приймаємо $I_{св2} = 160 \text{ A}$.

3.) Визначимо напругу дуги:

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_s}} \cdot I_{св} \pm 1; \quad (3.3)$$

- для першого проходу $U_{д1} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 120 \pm 1 = 25,4 - 1 = 24,4 \text{ В}$.

Приймаємо $U_{д1} = 25 \text{ В}$;

- для другого проходу $U_{д2} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 160 \pm 1 = 27,3 - 1 = 26,3 \text{ В}$.

Приймаємо $U_{д2} = 27 \text{ В}$.

4.) Визначаємо швидкість зварювання:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (3.4)$$

де α_n - коефіцієнт наплавлення, г/А·ч;

γ - густина наплавленого металу, 7,85 г/см³.

При зварюванні в середовищі вуглекислого газу величина коефіцієнта наплавлення може істотно відрізнитися від величини коефіцієнта розплавлення дроту в зв'язку з втратами електродного металу.

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi_n), \quad (3.5)$$

де ψ_n - коефіцієнт втрат.

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2. \quad (3.6)$$

Це рівняння дозволяє розрахувати очікувану величину коефіцієнта втрат в діапазоні щільності струму $j = 60 \dots 320 \text{ А/мм}^2$.

Тоді:

- для першого проходу

$$\begin{aligned} \psi_{n1} &= -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 110 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 110^2 = -4,72 + 19,36 - 5,4 \\ &= 9,24\%, \end{aligned}$$

- для другого проходу

$$\Psi_{н2} = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 140 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 140^2 = -4,72 + 24,64 - 8,8 = 11,12\%.$$

5.) Визначимо величину коефіцієнта розплавлення:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l}{d_3^2}, \quad (3.7)$$

де $l = 10$ мм.

Тоді:

- для першого проходу

$$\alpha_{p1} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{120} \cdot \frac{1,0}{0,12^2} = 9,05 + 2,36 = 11,41 \text{ г/А} \cdot \text{год},$$

- для другого проходу

$$\alpha_{p2} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{160} \cdot \frac{1,0}{0,12^2} = 9,05 + 2,7 = 11,75 \text{ г/А} \cdot \text{год}.$$

6.) Визначимо коефіцієнт наплавлення:

- для першого проходу

$$\alpha_{н1} = 11,41 \cdot (1 - 0,092) = 10,36 \text{ г/А} \cdot \text{год},$$

- для другого проходу

$$\alpha_{н2} = 11,75 \cdot (1 - 0,11) = 10,46 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

7.) Тоді швидкість зварювання:

- для першого проходу рівна:

$$V_{св1} = \frac{10,36 \cdot 120}{3600 \cdot 7,85 \cdot 0,09} = 0,5 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 18 \frac{\text{м}}{\text{год}},$$

- для другого проходу равна:

$$V_{св2} = \frac{10,46 \cdot 160}{3600 \cdot 7,85 \cdot 0,17} = 0,35 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 12,6 \frac{\text{м}}{\text{год}}.$$

8.) Визначимо швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{пэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}}, \quad (3.8)$$

де $F_{эл}$ – площа поперечного січення електроду, см^2 ;

γ – густина електродного металу, г/см^3 .

$$F_{\text{ел}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{эл}}^2}{4}, \quad (3.9)$$

$$F_{\text{ел}} = \frac{3,14 \cdot 0,12^2}{4} = 0,011 \text{ см}^2.$$

Для першого проходу швидкість подачі електродного дроту рівна:

$$V_{\text{пэл1}} = \frac{11,41 \cdot 120}{3600 \cdot 7,85 \cdot 0,011} = 4,4 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 158,4 \frac{\text{м}}{\text{год}},$$

Для другого проходу рівна:

$$V_{\text{пэл2}} = \frac{11,75 \cdot 160}{3600 \cdot 7,85 \cdot 0,011} = 6,1 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 220 \frac{\text{м}}{\text{год}}.$$

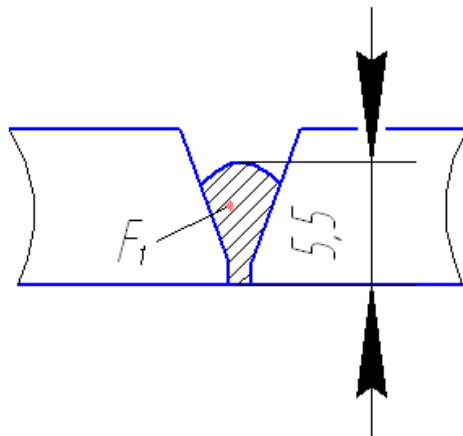


Рисунок 3.7 - Визначення висоти шва після першого проходу

Так як ми не знаємо глибину проплавлення при першому проході і маємо площа $F_1 = 9 \text{ мм}^2$, то можна з креслення (рис.3.7) визначити висоту шва.

З креслення отримали, що $C = 5,5 \text{ мм}$.

9.) Визначимо глибину проварювання для першого проходу:

$$H = C - q, \quad (3.10)$$

$$H = 5,5 - 1 = 4,5 \text{ мм}.$$

Вважаючи, що при зварюванні на прийнятому режимі з обробленням кромки загальна висота шва C залишається незмінною, можна визначити глибину проварювання притуплення H'_0 .

10.) Визначимо глибину проварювання притуплення:

$$H'_0 = C - q'_0, \quad (3.11)$$

де q'_0 - висота заповнення оброблення одним проходом.

$$q'_0 = \sqrt{\frac{F_H - C \cdot b}{\operatorname{tg} \alpha/2}}, \quad (3.11)$$

де F_H - площа поперечного перерізу металу, наплавленого за даний прохід;

b - зазор в стику;

C - загальна висота шва;

α - угол оброблення.

$$q'_0 = \sqrt{\frac{9 - 5,5 \cdot 1}{\operatorname{tg} 20/2}} = \sqrt{\frac{3,5}{0,176}} = 4,5 \text{ мм.}$$

Тоді глибина проварювання притуплення рівна:

$$H'_0 = 5,5 - 4,5 = 1 \text{ мм.}$$

Дана глибина проварювання притуплення відповідає існуючим вимогам.

Проведемо визначення хімічного складу металу шва при зварюванні в середовищі захисних газів, неплавким електродом.

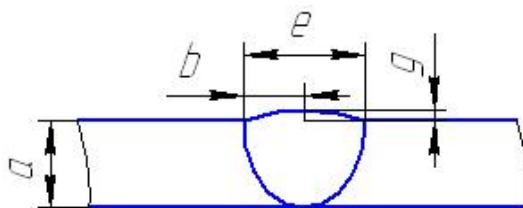


Рисунок 3.8- Форма проварювання при зварюванні в середовищі захисних газів

Площа поперечного сечення наплавленого металу $F_H = 0,26 \text{ см}^2$.

Напівосі $a = S = 7 \text{ мм}$ и $b = e/2 = 8/2 = 4 \text{ мм}$.

Визначимо площу напівеліпса :

$$F_{\text{пз}} = \frac{\pi \cdot a \cdot b}{2} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 4}{2} = 44 \text{ мм}^2.$$

Визначимо площу поперечного перерізу посилення валика:

$$F_{\text{yc}} = 0,75 \cdot e \cdot g = 0,75 \cdot 8 \cdot 1 = 6 \text{ мм}^2.$$

Площа поперечного перерізу шва

$$F_{\text{шв}} = F_{\text{пз}} + F_{\text{yc}} = 44 + 6 = 50 \text{ мм}^2 = 0,5 \text{ см}^2.$$

Площа поперечного перерізу проплавлення металу:

$$F_{\text{пр}} = F_{\text{шв}} - F_{\text{н}} = 0,5 - 0,26 = 0,24 \text{ см}^2.$$

Визначимо частку участі основного металу у формуванні шва:

$$(\gamma_1 + \gamma_2) = \frac{F_{\text{пр}}}{(F_{\text{пр}} + F_{\text{н}})} = \frac{0,24}{(0,24 + 0,26)} = 0,48.$$

Так стали відносяться практично до одного класу, то частка участі основного металу у формуванні шва буде приблизно однаковою. Тоді приймаємо, що $\gamma_1 = 0,24$ і $\gamma_2 = 0,24$.

Тепер визначимо хімічний склад шва при зварюванні в середовищі захисних газів, неплавким електродом, %:

$$[\text{C}] R_{\text{ш}} = 0,24 \cdot 0,15 + 0,24 \cdot 0,17 + (1 - 0,48) \cdot 0,1 = 0,13\%;$$

$$[\text{Si}] R_{\text{ш}} = 0,24 \cdot 0,27 + 0,24 \cdot 0,5 + (1 - 0,48) \cdot 0,7 = 0,55\%;$$

$$[\text{Mn}] R_{\text{ш}} = 0,24 \cdot 0,5 + 0,24 \cdot 1 + (1 - 0,48) \cdot 1,4 = 1,1\%;$$

$$[\text{Cr}] R_{\text{ш}} = 0,24 \cdot 0,2 + 0,24 \cdot 0,25 + (1 - 0,48) \cdot 0,2 = 0,212\%;$$

$$[\text{Ni}] R_{\text{ш}} = 0,24 \cdot 0,25 + 0,24 \cdot 0,25 + (1 - 0,48) \cdot 0,25 = 0,25\%;$$

$$[\text{Cu}] R_{\text{ш}} = 0,24 \cdot 0,25 + 0,24 \cdot 0,25 + (1 - 0,49) \cdot 0 = 0,123\%;$$

$$[\text{S}] R_{\text{ш}} = 0,24 \cdot 0,035 + 0,24 \cdot 0,035 + (1 - 0,48) \cdot 0,025 = 0,03\%;$$

$$[\text{P}] R_{\text{ш}} = 0,24 \cdot 0,03 + 0,24 \cdot 0,03 + (1 - 0,48) \cdot 0,03 = 0,03\%.$$

Представимо очікувані механічні характеристики металу шва при зварювання в середовищі захисних газів, неплавким електродом.

Визначимо межу міцності металу шва:

$$\sigma_{\text{в.ш.}} = 48 + 500C + 252Mn + 175Si + 239Cr + 77Ni + 80W + 700Ti + 176Cu + 290Al + 168Mo; \quad (3.12)$$

$$\sigma_{\text{в.ш.}} = 48 + 500 \cdot 0,13 + 252 \cdot 1,1 + 175 \cdot 0,55 + 239 \cdot 0,212 + 77 \cdot 0,25 + 176 \cdot 0,123 = 48 + 65 + 277,2 + 96,3 + 51 + 19,3 + 21,7 \approx 580 \text{ МПа.}$$

Визначимо межу текучості металу шва:

$$\sigma_{\text{т.ш.}} = 0,73 \cdot \sigma_{\text{в.ш.}}; \quad (3.13)$$

$$\sigma_{\text{т.ш.}} = 0,73 \cdot 580 = 423 \text{ МПа.}$$

Визначимо відносне подовження при розриві:

$$\delta_{\text{ш}} = 50,4 - [21,8C + 15Mn + 4,9Si + 2,4Ni + 5,8Cr + 6,2Cu + 2,2W + 6,6Ti] + 17,1Al + 2,7Mo; \quad (3.14)$$

$$\delta_{\text{ш}} = 50,4 - [21,8 \cdot 0,13 + 15 \cdot 1,1 + 4,9 \cdot 0,55 + 2,4 \cdot 0,25 + 5,8 \cdot 0,212 + 6,2 \cdot 0,123] = 50,4 - [2,8 + 16,5 + 2,7 + 0,6 + 1,2 + 0,8] \approx 26\%.$$

Визначимо відносне поперечне звуження:

$$\psi_{\text{ш}} = 2,32 \cdot \delta_{\text{ш}}. \quad (3.15)$$

$$\psi_{\text{ш}} = 2,32 \cdot 26 = 60,3 \%.$$

Визначимо значення ударної в'язкості при розриві:

$$KCV_{\text{н.ш}} = [23,3 - (25,7C + 6,4Mn + 8,4Si + 2,4Cr + 1,6Ni + 4Cu + 0,5W + 1,4Mo + 15,4Ti) + 18Al] \cdot 10; \quad (3.14)$$

$$\begin{aligned} KCV_{\text{н.ш}} &= [23,3 - (25,7 \cdot 0,13 + 6,4 \cdot 1,1 + 8,4 \cdot 0,55 + 2,4 \cdot 0,212 + 1,6 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,123)] \cdot 10 = [23,3 - (3,3 + 7 + 4,6 + 0,5 + 0,4 + 0,5)] \cdot 10 \\ &= 70 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2}. \end{aligned}$$

При зварюванні виникають різного роду напруги та деформації. Методи усунення напруг і деформацій дуже різноманітні, хоча в основі їх лежать одні й ті ж принципи. Існує три принципово можливих шляхи зменшення зварювальних деформацій і напружень, якщо виходити з механізму процесу, що лежить в основі того чи іншого методу.

1. Зменшення пластичної деформації при нагріванні і зменшення обсягу металу, що у пластичної деформації в процесі нагрівання, може бути досягнуто

регулюванням термічного впливу, наприклад попереднім підігрівом, погонної енергії зварювання, шляхом штучного охолодження.

Аналогічні результати можна отримати механічним шляхом, наприклад додатком розтягуючих зусиль в процесі зварювання.

2. Якщо в стадії нагріву виникли пластичні деформації укорочення певної величини, то в стадії охолодження або при подальшій правки слід прагнути збільшити пластичні деформації подовження проковуванням, прокаткою, розтягуванням, вигином, жорстким закріпленням в пристроях, високим відпусткою. У всіх випадках або в процесі зварювання, або після зварювання створюється пластична деформація, яка зменшує залишкові деформації укорочення.

3. Компенсація виникають деформацій можна досягти шляхом створення попередніх зворотних деформацій, симетричного розташування швів, раціональної послідовності складання і зварювання.

Поділ методів боротьби зі зварювальними напруженнями і деформаціями можна розділити на дві групи: заходи, що запобігають виникненню деформацій і напружень або їх зменшення в процесі зварювання і заходи, що дозволяють виправити виниклі деформації і зняти виникли залишкові напруги.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Загальні вимоги охорони праці під час проведення зварювальних робіт

Техніка безпеки - це система організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають вплив на працюючих небезпечних виробничих факторів та Охорона праці - це система законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних і гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці

Розглянуті методи зварювання вимагають дотримання певного комплексу правил техніки безпеки і охорони праці, які повинні знаходити відображення в технологічних картах і строго дотримуватися при виконанні зварювальних робіт. Для всіх зазначених методів зварювання плавленням в тій чи іншій мірі існує можливість небезпечних впливів на зварювальника в зв'язку з наступними факторами:

- 1). Ураження електричним струмом при дотику людини до струмоведучих частин електричного кола;
- 2). Ураження променями електричної дуги очей і відкритої поверхні шкіри;
- 3). Опіки від крапель металу і шлаку при зварюванні;
- 4). Отруєння шкідливими газами, що виділяються при зварюванні і при забрудненні приміщень пилом і випарами різних речовин;
- 5). Вибухи через неправильне поводження з балонами стисненого газу або через виробництва зварювання в ємностях з-під горючих речовин, або виконання зварювання поблизу легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин;
- 6). Пожежі від розплавленого металу і шлаку в процесі зварювання;
- 7). Травми різного роду механічного характеру при підготовці важких виробів до зварювання і в процесі зварювання.

Як показують статистичні дані, 80% травм зварників пов'язано з

транспортними операціями важких металевих виробів.

Запобігання небезпеки ураження електричним струмом. При зварюванні плавленням використовують джерела струму з напругою холостого ходу $U_{KH} = 45 - 80$ В при постійному струмі $U_{xx} = 55 - 75$ В при змінному струмі, $U_{xx} = 180 - 200$ В при плазмовому різанні. Тому джерела живлення повинні мати автоматичні пристрої, що відключають їх протягом не більше 0,5 с при обриві дуги.

З огляду на мінливу величину електричного опору людського тіла (так, при сухій шкірі, наприклад, опір становить 8000-20 000 Ом, а при вологих руках, пошкодженнях шкіри опір знижується до 400-1000 Ом), безпечним вважають напруга не вище 12 В (переносне освітлення). Якщо зварювальник працює в тісному приміщенні, може мати велику площу контакту з металевою поверхнею, з метою зменшення небезпеки ураження електричним струмом, слід дотримуватись таких заходів:

Надійна ізоляція всіх, проводів, пов'язаних з харчуванням джерела струму і зварювальної дуги, пристрій геометрично закритих включають пристроїв, заземлення корпусів зварювальних апаратів. Заземлення підлягають: корпуси джерел живлення, апаратного ящика, допоміжне електричне обладнання. Перетин заземлюючих проводів повинна бути не менше 25 мм². Підключенням, відключенням і ремонтом зварювального обладнання займається тільки черговий електромонтер. Зварникам забороняється проводити ці роботи.

Застосування в джерелах живлення автоматичних вимикачів високої напруги, які в момент холостого ходу розривають зварювальний ланцюг і подають на утримувач напруга 12 В.

Надійне пристрій електроди - держателя з гарною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродів - власника зі зварюваних виробом або руками зварника (ГОСТ 14651-69). Електроди - держатель повинен мати високу механічну міцність і витримувати не менше 8000 затискачів електродів.

Робота в справній сухій спецодязі і рукавицях. При роботі в тісних відсіках і замкнутих просторах обов'язково використання гумових калош і килимків, джерел освітлення з напругою не більше 6-12 В.

При роботі на електронно-променевих установках запобігання небезпеки поразки променями жорсткого рентгенівського (майже повне) поглинання шкідливих випромінюванні, пов'язаних з горінням дуги. Особливу небезпеку в сенсі ураження очей представляє світловий промінь квантових генераторів (лазерів) так як навіть відбиті промені лазера можуть викликати важке пошкодження очей та шкіри. Тому лазери мають автоматичні пристрої, що запобігають такі поразки, але за умови суворого дотримання виробничої інструкції операторами-зварниками, які працюють на цих установках.

4.2. Характеристика і аналіз потенційних небезпек в цеху

Процес зварювання вимагає дотримання певного комплексу правил техніки безпеки і охорони праці, які повинні відобразитись у технологічних картах і суворо дотримуватись при виконанні зварювальних робіт.

При експлуатації виробничого обладнання в результаті дії шкідливих факторів створюється можливість травматизму. Простір, в якому постійно або періодично діють ці фактори, називається небезпечною зоною.

При зварюванні та різанні металів повітряне середовище виробничих приміщень може забруднюватися зварювальним аерозолем, що містить пил, шкідливі гази та випаровування, наприклад, газоподібні фтористі сполуки, оксид вуглецю, оксиди азоту та інші. [26, с.213].

Потужне ультрафіолетове чи світлове випромінювання зварювальної дуги при дії на очі працюючого може викликати електроофтальмію, а при тривалій дії інфрачервоного випромінювання може розвинутих помутніння кришталика - катаракта.

При проектуванні та експлуатації підприємств із зварювальним Виробництвом мають бути проведені заходи профілактики Виробничого

травматизму та професійних захворювань, в першу чергу по зниженню шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

Для захисту від дії небезпечних факторів застосовують елективні та індивідуальні засоби захисту.

Можна виділити чотири групи засобів захисту: огорожуючі, запобігаючі, сигналізаційні засоби і дистанційне управління.

Огорожуючі засоби діляться на стаціонарні, з'ємні переносні. Стаціонарні огороження постійно закривають доступ до небезпечної зони і знімаються лише під час огляду, змащення і ремонту робочих органів. Такими огороженнями являються корпуси обладнання, суцільні кожухи, бар'єри.

З'ємні огороження встановлюються в місцях, які вимагають періодичного допуску до небезпечної зони для допоміжних операцій. З'ємні огороження слід блокувати з робочими органами, що забезпечує неможливість експлуатації обладнання при відкритих огороженнях.

Переносні огороження небезпечних зон встановлюються під час ремонтно-будівельних робіт.

Запобігаючі засоби встановлюються для попередження аварій і поломок окремих частин обладнання і зв'язаною з цим небезпекою травматизму. При порушенні встановлених параметрів запобігаючі засоби спрацьовують автоматично, відключаючи відповідне обладнання чи його вузол.

Встановлення віброуючих агрегатів на самостійні віброгасячі основи (фундаменти). При роботі ручними механізованими електричними чи пневматичними інструментами слід застосовувати індивідуальні засоби захисту у вигляді віброізолюючих рукавиць, віброзахисних рукояток інструментів або прокладок. Для працюючих з віброуючим обладнанням рекомендується організувати 10-15 хвилинні перерви після кожної години роботи.

В небезпечних місцях вивішують запобігаючі написи і плакати.

Електричне обладнання, що встановлене на виробничих підприємствах, є потенційно небезпечним для працюючих, оскільки органи відчуття людини не можуть на віддалі виявити електричну напругу.

Електрична енергія використовується в устаткуванні для приводу, що виконує силові функції, як джерело тепла для освітлення робочих місць, а також використовується в органах керування. Електрифікація полегшує працю працівників, сприяє підвищенню продуктивності праці, однак вимагає розроблення та впровадження захисних засобів для запобігання ураження працівників, що обслуговують устаткування.

Для індивідуального захисту людей, обслуговуючих електроустановки, від ураження електричним струмом використовуються ізолюючі штани та кліщі, ізольований електроінструмент, діелектричні рукавиці та діелектричні боти та калоші, діелектричні коврики, мати та підставки. Всі перераховані вище засоби індивідуального захисту періодично випробовуються на пробій і маркуються у відповідності з діючими правилами. [26, с.215].

Аналіз причин нещасних випадків у промисловості, які супроводжуються тимчасовою втратою працездатності, показує, що кількість травм, спричинених електричним струмом, становить всього 0,5...1 % загальної їх чисельності. Але якщо розглядати тільки ті нещасні випадки, які призводять до інвалідності або смерті потерпілих, то виявляється, що до 40 % їх є наслідками враження електричним струмом, тобто більше, ніж з будь-якої іншої причини. При цьому до 80 % таких нещасних випадків припадає на електричні мережі напругою до 1000 В.

Істотну роль у збереженні працездатності і підвищенні продуктивності праці зварника відіграють такі пристрої для удержування та переміщення зварюваних виробів, як кондуктори, кантувачі, маніпулятори, струбцини, затискачі. До заходів, спрямованих на поліпшення умов праці зварників належать: автоматизація, механізація і раціоналізація виробничого процесу; захист очей від променистої енергії; видалення пилу і газів з робочих приміщень за допомогою вентиляції; заходи безпеки від ураження електричним струмом. Освітленість виробничих приміщень-важливий захід гігієни та охорони праці і підвищення її продуктивності [27, с. 87]. У виробничих приміщеннях застосовують два види освітлення: природне і штучне.

Застосування механізованого транспорту для перевезення важких деталей і надання їм зручного для зварювання положення не тільки полегшує працю зварника, а й зменшує виробничий травматизм, підвищує продуктивність праці.

Електрична дуга випромінює велику кількість невидимих ультрафіолетових і інфрачервоних променів, які шкідливо впливають на зір і шкіру людини. Опіки променями електричної дуги можуть відбуватися тільки при зварюванні відкритою дугою (наприклад ручне дугове зварювання, зварювання в CO_2 і т.д.). Шкіра зварювальника захищається робочим одягом, а зір - захисними щитками або масками із спеціальним темно-синім склофільтром.

Щоб запобігти механічному пошкодженню очей при прибиранні флюсу і відбиванні шлаку зварювальник повинен користуватися захисними окулярами з простим склом. При опіках очей необхідно вбити холодні примочки, промивати очі слабким содовим розчином або закапати очі очними цинковими каплями. При сильних опіках необхідно звернутися до лікаря [27, с. 185]. В результаті високої температури зварювальної дуги відбувається випаровування металів. Пари металів з'єднуються з киснем повітря, утворюючи дрібний порошок в вигляді окислів. Особливо шкідливі пари окислів цинку, свинцю, кадмію, міді та інші, які утворюються при зварюванні міді, латуні і бронзи. В результаті плавлення деяких флюсів утворюються пари окислів марганцю, а також хлористий і фтористий водень.

При зварюванні в вуглекислому газі виділяється шкідливий для організму окис вуглеводу (чадний газ). Оскільки вуглекислий газ в 11,5 рази важчий за повітря, то він може накопичуватися в тісних приміщеннях і закритих посудинах, що приводить до браку кисню для дихання. Для відведення шкідливих газів та пилу, а також для подачі свіжого повітря застосовують загальну або місцеву вентиляцію. Загальна вентиляція повинна бути приточно-втяжною з підігрівом повітря в зимову пору. Її застосовують для обміну повітря в закритих приміщеннях (цехах, майстернях і т. д.). Місцеву вентиляцію застосовують для відсмоктування шкідливих газів безпосередньо з

місць їх утворення. При роботі в закритих приміщеннях застосовують ізолюючі апарати (ШР-1, ША-40, ДПА-4) або маски із шлангами для подачі свіжого повітря. При отруєннях, потерпілого необхідно винести на свіже повітря, звільнити від тісного одягу і дати спокій до приходу лікаря. При зупинці дихання слід застосувати штучне дихання.[27, с.186]

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Підвищення показників якості зварювання труб малого діаметра досягається за рахунок розробки удосконаленого способу електродугового зварювання в середовищі захисних газів з застосуванням автоматичного керування процесами зварювання системою АРНД та розрахованих параметрів і режимів зварювання.

2. Розроблені математичні моделі процесу автоматичного керування зварювання труби малого діаметра дозволяють підтримувати режими і параметри електродугового зварювання в заданому діапазоні та контролювати основні етапи реалізації процесу на заданому рівні та встановлених часових циклів згідно з розробленою осцилограмою.

3. Наведено рекомендовані заходи для зменшення впливу шкідливих факторів, які діють у спроектованій ділянці на здоров'я працюючих, що дає змогу підвищити безпеку праці, попередити виробничий травматизм та професійні захворювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов.- М.: Машиностроение, 2003.-560с.
2. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки: Учебник для проф. учеб. заведений.-4-е изд.- М.: Высшая школа; Изд.Центр «Академия», 2001.-319с.
3. Кононенко В.Я. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом: Справочник для студентов.- К.: Изд.Центр «Ника-Принт», 2007.-266с.
4. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Расчет режимов дуговой сварки». Составитель Е. А. Трущенко. Изд-во Томского политехнического университета, 2008-41с.
5. Юхин Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов: Пособие для студентов.- М.: Изд.Центр «СОУЭЛО», 2008.-74с.
6. 1 Овчинников В.В. Технология электросварочных и газосварочных работ: учебник для начального профессионального образования / В.В. Овчинников. - М.: Академия, 2010
7. Фоминых В.П., Яковлев А.П. Ручная дуговая сварка: пособие для техн. училищ. - М.: Высшая школа, 2007
8. Шебеко Л.П. Производственное обучение электрогазосварщиков. Москва: Высшая школа, 2009
9. Герасименко А.И Электрогазосварщик: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009
10. Чебан В.А. Сварочные работы. Ростов-на-Дону: Феникс, 2010
11. Анкутдинов В. Б. Частотно-регулируемые асинхронные приводы исполнительных устройств роботов и манипуляторов // системы управления электромеханическими исполнительными устройствами роботов и манипуляторов. – Л., 1980.-С 34 – 37.

12. Вайнер Ш. А., Вайнер С. А. Фотоэлектронные системы управления.- М.: Машиностроение, 1980.-205.
13. Патон Б. Е., Лебедев В. К. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки. – М.: Машиностроение, 1966. – 359с
14. . Львов Н. С., Гладков Э. А. Автоматизация и автоматика сварочных процессов. –М.: Машиностроение , 1982, – 302с.
15. Лебедев А. В. Супрун С. А. Выбор привода подачи электродной проволоки полуавтомата дуговой сварки // Автомат. сварка. – 1977. – № 3. – С. 4 – 8.
16. Система автоматического регулирования вылета электрода трактора АДПГ – 500 / Ю. Н. Кутепов, Д. С. Кассов, Ю. И. Рейдерман, А. И. Михеев // Сварочное пр-во. – 1968 № 12 С. 39
17. Сергацкий Г. И., Дубовецкий С. В., Касаткин О.Г. Модели для разомкнутого управления формированием шва при сварке в СО₂ // Автомат. Сварка. – 1983. – № 2. – С. 22 – 26.
18. Дубовецкий С. В., Сергацкий Г. И., Касаткин О.Г. Оптимизация режима сварки угловых швов и СО₂ в различных пространственных положениях // Автомат. сварка. – 1982. – № 5. – С. 34 – 38.
19. Львов С.И. Автоматизация контроля и регулирования сварочных процессов. – М.: Машиностроение, 1973. – 128 с.
20. Применение телевизионных установок ПТУ-37 в станах для сварки внутренних швов на трубах / В. А. Тимченко, Н. И. Усик, В. К. Долиненко и др. // Автомат. сварка. – 1977. – № 4. – С. 62 – 64.
21. Воронин Ф. Б., Шарин В. И. Электромагнитная совместимость сварочного и телевизионного оборудования . Электротех. Пром-сеть. Сер. Электросварка. – 1974. – № 1 (22) – С. 19 – 21.

22. Лебедев А. В. Структурная схема процесса саморегулирования дуги при пренесенные металла с короткими замыканиями // Автомат. сварка. – 1978. – № 5. – С. 7 – 12.
23. Гагев Ю. Г., Татан В. Д. Сварка магнитоуправляемой дугой. – М.: Машиностроение, 1970. – 160 с.
24. Сварка с электромагнитным перемещением / Под ред. В. П. Черныша. – К.: Техніка, 1983. – 128 с. 15.

ДОДАТКИ