

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему „ Обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом електродугового зварювання рами бункера коренезбирального комбайна ” складається з вступу та 4 розділів пояснювальної записки, яку виконано на 84 сторінках, має 26 рисунків і 11 таблиць.

Мета дипломного проекту є підвищення показників якості зварювання рами бункера коренезбирального комбайна шляхом обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом електродугового зварювання в середовищі захисних газів.

Запропоновано: технологію зварювання рами бункера комбайна 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. Загальна характеристика електродугового зварювання	7
1.2. Види та способи електродугового зварювання	16
1.3. Аналіз зварювання різних металів електродуговим способом ..	19
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	24
2.1. Характеристика об'єкту або предмету дослідження	24
2.2. Автоматичне регулювання довжини дуги	32
2.3. Дослідження теплових характеристик процесу зварювання	39
3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	47
3.1. Загальна характеристика виробу	47
3.2. Технологічний процес виготовлення конструкції механізованим зварюванням	52
3.3. Вибір обладнання і пристосування	55
3.4. Розрахунок параметрів режиму зварювання	59
3.5. Вибір і обґрунтування зварювального устаткування та пристосувань	63
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
4.1. Характеристика і аналіз потенційних небезпек в цеху	68
4.2. Заходи пожежної безпеки при експлуатації обладнання	71
4.3. Стійкість роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях	73
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТКИ	80

ВСТУП

При дугових способах зварювання, особливо, в положеннях, відмінних від нижнього, можливе порушення стабільності горіння зварювальної дуги, витікання рідкого металу зі зварювальної ванни, провисання зварювальної ванни, погіршення формування зварного шва, тому для отримання якісного зварного з'єднання необхідно вирішити питання утримання рідкого металу зварювальної ванни і формування зварного шва з заданої геометрією.

Так як дугова зварка залишається найпоширенішою через простоту здійснення процесу, то вирішення цих питань і в даний час вельми актуально.

Для отримання нероз'ємного з'єднання при зварюванні плавленням кромки металу зварюються (основний метал) і додатковий метал (зварювальний дріт і ін.) У місці з'єднання розплавляються, мимовільно зливаються в загальну, так звану зварювальну ванну, в якій відбуваються багато фізико-хімічні процеси і встановлюються металеві зв'язки.

Зварювання – один з найбільш широко поширених технологічних процесів. За допомогою зварювання з'єднуються між собою різні метали, пластмаси, скла і різнорідні матеріали. Основне застосування знаходить зварювання металів і сплавів при спорудженні нових конструкцій, ремонті різних виробів, машин і механізмів, створення двошарових матеріалів. Міцність зварного з'єднання, в більшості випадках, не поступається міцності цілого металу.

Мета роботи. Метою роботи є підвищення технологічної ефективності зварювання рами бункера комбайна шляхом застосування способу електродугового зварювання в середовищі захисних газів.

Об'єкт дослідження – технологічний процес електродугового зварювання рами бункера комбайна в середовищі захисних газів.

Предмет дослідження – параметри та режими електродугового зварювання рами бункера комбайна.

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 рами бункера комбайна в середовищі захисних газів.

Обґрунтовано основні параметри автоматичного керування процесом зварювання.

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

Апробація роботи. Основні положення і результати досліджень доповідалися та отримали позитивну оцінку на IX 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 75 сторінках, містить 26 рисунків та 13 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 84 сторінки.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Загальна характеристика електродугового зварювання

Зварюванням називається процес отримання нероз'ємних з'єднань за допомогою встановлення міжатомних зв'язків між сполученими частинами при їх нагріванні і пластичної деформації. Зварювання є одним з основних технологічних процесів в машинобудуванні і будівництві. Основним видом зварювання є дугове зварювання.

Основоположниками дугового зварювання є вчені та інженери - В.В. Петров (1761-1834), М.М. Бенардос (1842-1905) і Н.Г. Славянов (1854-1897). Видатний в скарб в розробку теоретичних основ зварювання внесли вчені: В.П. Вологдин, В.П. Нікітін, К.К. Хренов, Е.О. Патон, Г.А. Миколаїв, Н.О. Окерблом, М.М. Риколін, К.В. Любавський, Б.Є. Патон.

Автоматизація виявляється обов'язковою умовою успішного виконання зварювальних процесів. Перші автоматичні регулятори дуги були запропоновані винахідниками дугового зварювання Бенардосом Н.Н. і Славяновим Н.М. [1]. Славянов Н.М. описував в своїх роботах, якщо електрод плавкий, тоді неможливо підтримувати безперервну постійну дугу без автоматичного регулювання. Як висновок, тільки наявність регуляторів дуги може забезпечити реальну можливість промислового застосування дугового зварювання електродом, який плавиться.

Електродугове зварювання – вид зварювання, який широко застосовується у зварювальній технології. При зварці кромки деталей, що з'єднуються розплавляються електричним дуговим розрядом, рис. 1.1.

Для зварювання необхідно потужнострумове джерело живлення низької напруги, до одного затискача якого приєднується зварювана деталь, а до іншого – зварювальний електрод. Електрична дуга 2 (рис.1.1) являє собою стійкий тривалий електричний розряд між двома електродами в іонізованій газовій середовищі.

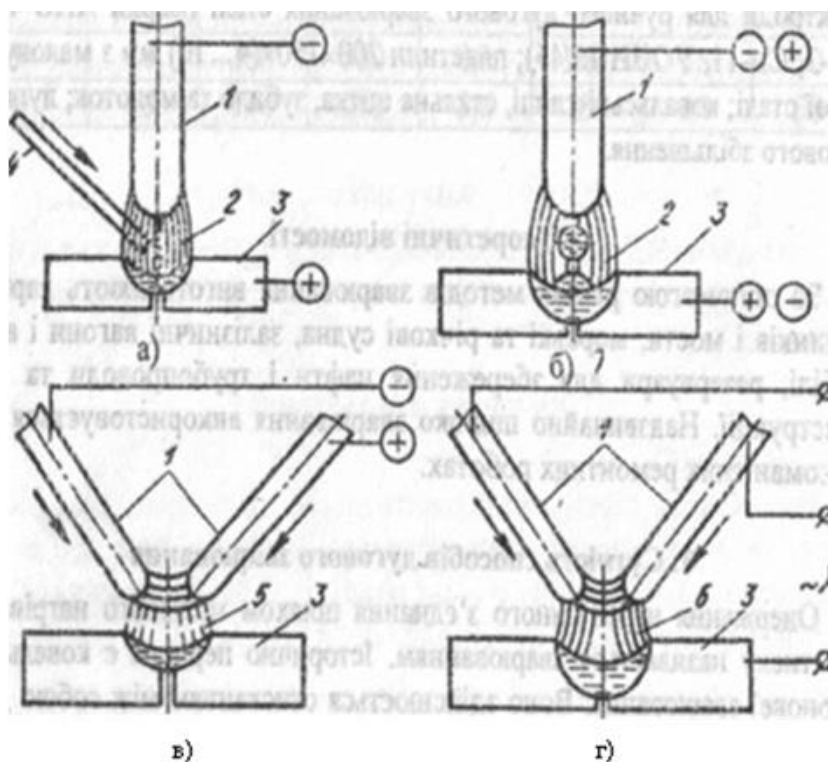


Рисунок 1.1 – Схеми електродугового зварювання:

1 – електрод; 2 – електрична дуга; 3 – деталь

Для утримання електрода під час ручного електродугового зварювання застосовують електродні тримачі, рис.1.2.

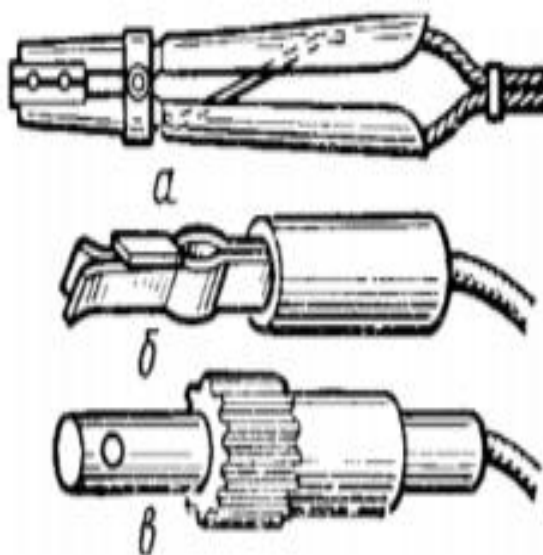


Рисунок 1.2 – Електротримачі для ручного дугового зварювання:

а – пружний; б – пластинчастий; в – гвинтовий

Дуга складається з анодної області, катодного області і стовпа. Головна роль дугового розряду – перетворення електричної енергії в теплоту. Температура дуги на осі газового стовпа досягає 6000... 7500° С, що дозволяє розплавити практично всі метали і сплави. На поверхнях анода і катода температура дуги знижується до 3500-4000⁰ С. Стовп дуги оточений полум'ям (ореолом). Через велику концентрації тепла і високих температур при зварюванні тонкого або легкоплавкого металу, а також чутливих до перегріву високовуглецевих, нержавіючих і легованих сталей електричну дугу живлять струмом зворотної полярності. Тобто мінус джерела струму підключають до виробу.

В результаті дуже високих температур дуги виникають небезпечні чинники: інтенсивне випромінювання зварювальної дуги в оптичному діапазоні (ультрафіолетове, видиме, інфрачервоне) і інтенсивне теплове (інфрачервоне) випромінювання виробів, що зварюються і зварювальної ванни.

Інтенсивність випромінювання і його спектральний склад залежать від потужності дуги, застосовуваних зварювальних матеріалів, захисних та плазмоутворюючих газів тощо. При відсутності захисту можливе ураження органів зору (електроофтальмія, катаракта тощо) і шкірних покривів (еритеми, опіки тощо). А інтенсивність інфрачервоного (теплого) випромінювання залежить від температури попереднього підігріву виробів, їх габаритів і конструкцій, а також від температури і розмірів зварювальної ванни. При відсутності засобів індивідуального захисту вплив теплового випромінювання може призводити до порушень терморегуляції аж до теплового удару. Контакт з нагрітим металом може викликати опіки.

Електрична дуга виникає в результаті сильного нагріву торця електрода (катода), який під дією електричного поля починає випускати вільні електрони (електронна емісія). У дуговому проміжку утворюються позитивно і негативно заряджені частинки – іони. Позитивні іони – це атоми, що втратили електрони; негативні іони – це частинки, що приєднали електрони. В освітлені дуги головну роль відіграють позитивні іони.

Процес утворення іонів називають іонізацією. Газ в дуговому проміжку, що містить іони, стає іонізованим, а дугового проміжок – електропровідним.

Схема процесу електродугового зварювання (способи запалення зварювальної дуги, положення електроду під час зварювання та закінчення зварювання) наведено на рис. 1.3, рис. 1.4, рис. 1.5.

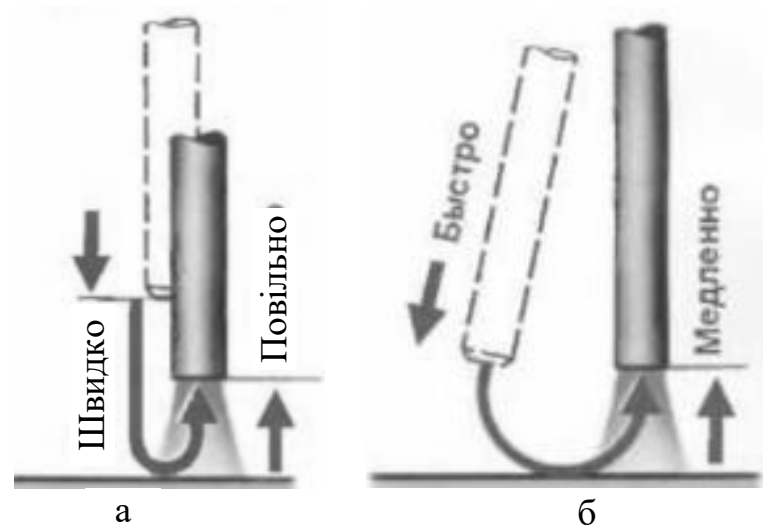


Рисунок 1.3 – Способи запалювання дуги: а – дотиком; б – чирканням

Дугу запалюють коротким дотиком електрода до виробу (впритиск) або чирканням кінця електрода по поверхні металу («сірником»). Спосіб «сірником» має певні переваги, але він незручний у вузьких важкодоступних місцях зварювання.

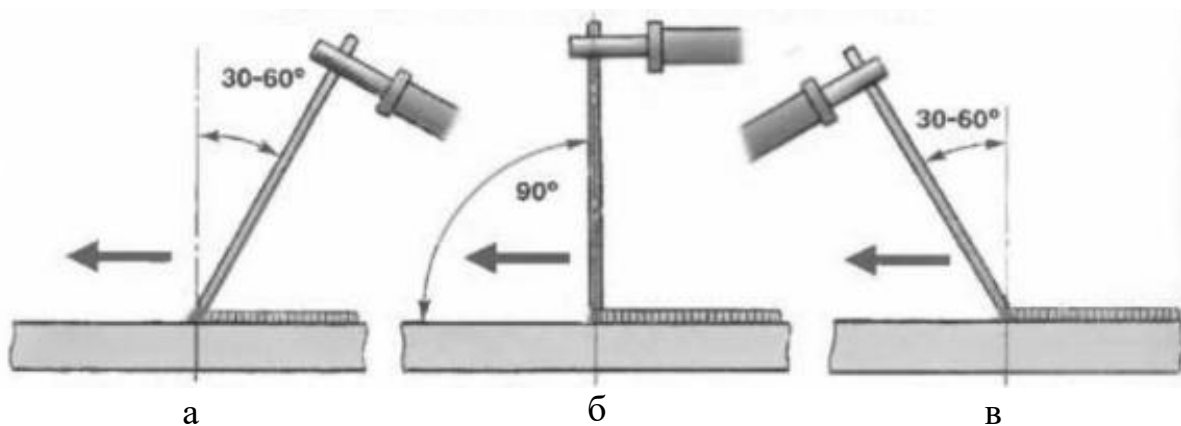


Рисунок 1.4 – Способи положення електрода під час зварювання: а – кутом вперед; б – під прямим кутом; в – кутом назад

Положенням електрода «кутом вперед» виконують горизонтальні, вертикальні та поточні шви та зварювання неповоротних стикових труб. Зварювання в важкодоступних місцях проводять положенням електрода «під прямими кутами». Положенням електрода «кутом назад» виконують кутові та стикові зварювальні з'єднання.



Рисунок 1.5 – Способи закінчення зварювання, або переривання дуги:

а – переривання дуги; б – заварювання кратера

У кінці шва не можна обривати дугу зразу. Електрод переміщують на верхній край зварної ванни (1-2), (рис. 1.5а), а потім швидко відводять (3) від кратера. Заварювання кратера виконують двома способами: у першому випадку дугу обривають в кінці зварного шва (1) (рис. 1.5б), а потім повторно запалюють (2) для формування необхідної висоти шва; у другому випадку із положення (1) (рис. 1.5в), не обриваючи дуги, зміщують електрод на 10...15 см в положення (2), а потім в положення (3), після чого дугу обривають.

Довжина дуги. При горінні дуги на поверхні зварюваного виробу утворюється ванна розплавленого металу (зварювальний ванна) з поглибленням – кратером. Відстань від кінця електрода до поверхні зварювальної ванни називається довжиною дуги.

Довжина дуги при ручного дугового зварювання металевим електродом становить від 2 до 6 мм. Практично можна вважати нормальною дугу, довжина якої приблизно дорівнює діаметру електродного стрижня. Довгою називається дуга, довжина якої понад 1...1,5 діаметра електрода.

Зварювання зазвичай виконують короткою дугою. При зварюванні довгою дугою відбувається сильне розбризкування, окислення крапель розплавленого металу, що веде до пористості шва і поганого сплаву наплавленого і основного металів.

Так само іскри, бризки і викиди розплавленого металу і шлаку можуть стати причиною опіків.

При зварюванні вугільним електродом довжина дуги може досягати 15...20 мм. Напруга дугового розряду пов'язано прямою залежністю з довжиною дуги: чим довше дуга, тим вище напруга розряду. Точна форма цієї залежності визначається умовами розряду – наявністю або відсутністю захисної газової атмосфери, властивості покритого електрода, наявністю і властивостями флюсу тощо.

Температура дуги залежить від сили струму, що припадає на одиницю площі поперечного перерізу електрода та щільності струму. Чим вона більше, тим вище температура дуги.

При ручного дугового зварювання електродом, що плавиться щільність струму від 10 до 20 А/мм² і напруга 18...20 В. Цим способом можна зварювати і наплавляти вуглецеві і леговані сталі всіх марок товщиною від 1 мм і вище, чавун і кольорові метали, а також наплавляти тверді сплави.

У ремонтній практиці для зварювальних робіт використовують змінний і постійний струм. Зварювальний дуга на змінному струмі малої щільності горить нестійкий.

Щоб підвищити стабільність дуги, збільшують щільність струму. З цієї причини при зварюванні дрібних деталей зростає небезпека їх пропалювання, однак через простоту джерел живлення зварювання на змінному струмі застосовують досить широко.

При зварюванні на постійному струмі дуга горить стабільно. Це дозволяє використовувати малі струми і зварювати тонкі деталі, крім того, можна змінювати поля.

Способи зварювання деталей різними видами швів наведено на рис. 1.6.

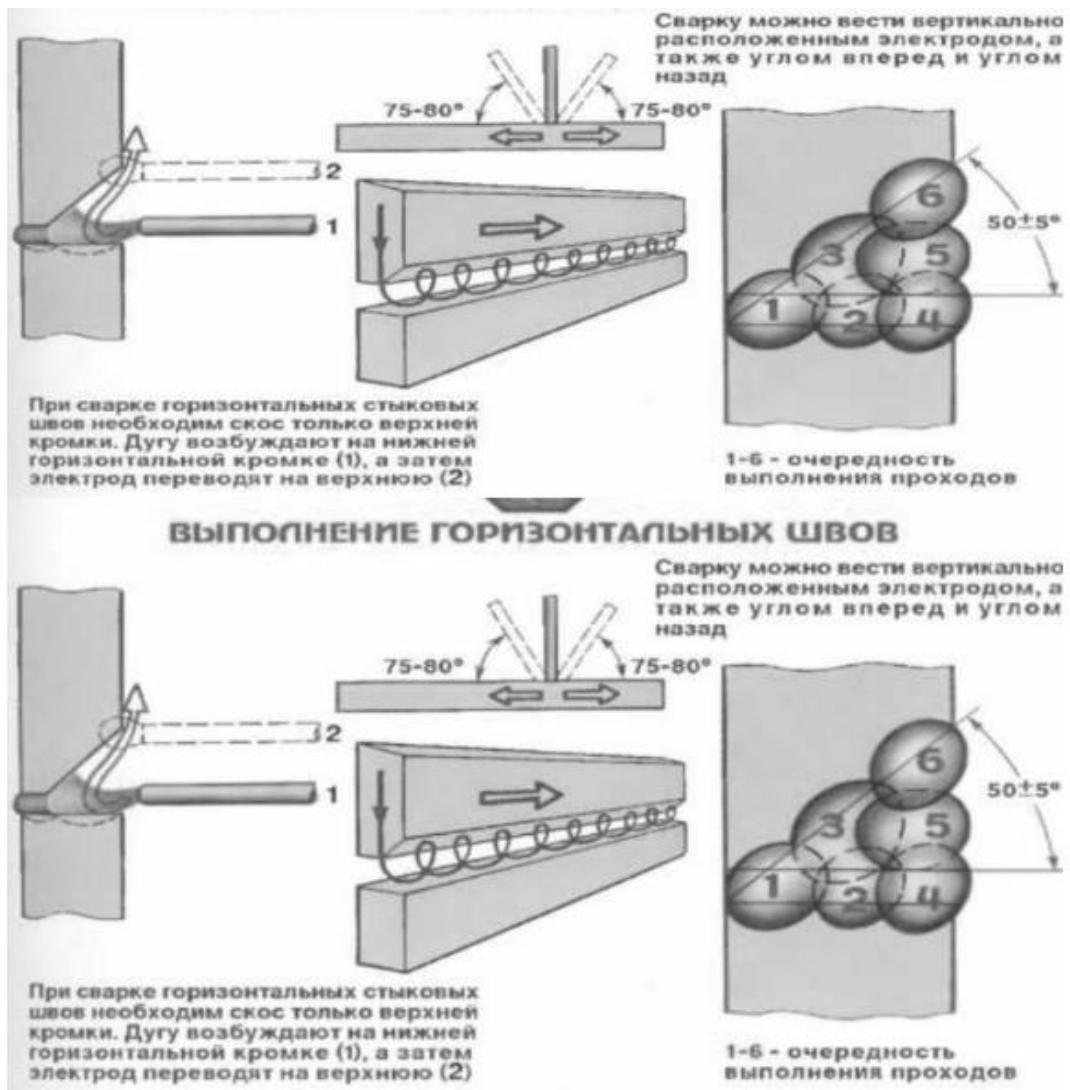


Рисунок 1.6 – Схема виконання горизонтальних швів

Випускаються джерела живлення (рис. 1.7) електричної зварювальної дуги поділяють за такими ознаками:

- 1) у зв'язку зі струмом: на джерела постійного струму (перетворювачі, агрегати й випрямлячі) і змінного струму (зварювальні трансформатори);
- 2) за кількістю зварювальних постів, які підключаються одночасно: на однопостові і багатопостові;
- 3) за призначенням: на джерела для ручного зварювання покритими електродами; для автоматичного і напівавтоматичного зварювання під флюсом; для зварювання в захисних газах; для електрошлакового зварювання; для плазмового різання і джерела струму спеціального призначення (зварювання трифазної дугою, багатодугового зварювання та ін.);

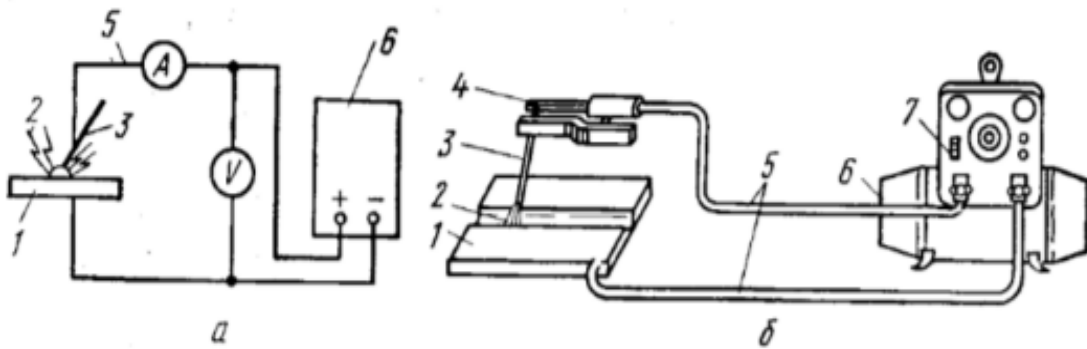


Рисунок 1.7 – Схема живлення дуги при ручному дуговому зварюванні з постійним струмом: а – електрична схема; б – загальна схема компоновання зварювального поста: 1 – деталь; 2 – дуга; 3 – електрод; 4 – тримач електрода; 5 – струмопровідні проводи; 6 – джерело струму; 7 – пристрій управління зварюванням

4) за принципом дії і конструктивним виконанням:

- на зварювальні трансформатори: з нормальним магнітним розсіюванням і окремим дроселем (реактивної котушкою) на окремому або загальному сердечнику;
- з штучно збільшений магнітним розсіюванням: з рухомим магнітним шунтом і рухливими обмотками;
- перетворювачі: з незалежною обмоткою, яка намагнічується та послідовної обмотки, яка розмагнічується;
- з намагнічуючою паралельною та розмагнічуючою послідовною обмотками;
- з розщепленими полюсами;
- з жорсткою характеристикою; універсальні;
- агрегати – генератори з двигунами внутрішнього згорання;
- зварювальні випрямлячі: з селеновими і кремнієвими вентилями;
- багатопостові; однопостові;
- з падаючими характеристиками;
- з жорсткими характеристиками;
- універсальні;

5) за характером приводу: на джерела з електричним і незалежним приводом (від двигуна внутрішнього згоряння);

б) за способом установки і монтажу - на стаціонарний і пересувні.

При використанні електроприладів і різних джерел живлення завжди є ймовірність ураження електричним струмом. Небезпека ураження виникає при зіткненні з струмоведучими частинами електричних установок і при зіткненні з металевими частинами, випадково опинилися під напругою.

У цьому випадку через тіло людини проходить струм, сила якого залежить від величини напруги і електричного опору організму, яке змінюється в залежності від того, в якому стані людина перебуває (стомленість, розслабленість і ін.). Величина напруги, під яким може виявитися людина, залежить від величини напруги холостого ходу джерела живлення зварювальної дуги.

Електродугове зварювання є найбільш поширеним способом з'єднання різних видів металів. Цей процес має універсальністю, його застосовують повсюдно в виробництві і в побутових умовах. У нього є безліч позитивних якостей – просте виконання, не вимагає використання дорогого устаткування, зварювання можуть проводити навіть новачки в цій справі. Але все ж перед тим як приступати до роботи рекомендується вивчити її основні принципи і особливості. В технології зварювання є кілька принципів – коротке замикання і пробою. Саме на останній показник варто звернути підвищену увагу. В даному випадку за основу береться пробою діелектрика, який виникає при наповненні міжкатодного простору частинками з електричним зарядом.

Іони створюють позитивні заряди, а електрони – негативні. У деяких ситуаціях пробою можливий для будь-яких діелектриків. Але ось що стосується зварювання металів, то під час неї застосовується пробою повітряного простору між електродом і масою.

Під час зварювання на електроді створюється заряд струму з низьким показником напруги, але з високою силою – приблизно 80-200 А. Також спостерігається величезна щільність – кілька тисяч А / м².

У момент торкання електрода маси, а саме іншого матеріалу з високими показниками електропровідності при зварюванні металевих конструкцій, то може виникнути коротке замикання, яке створює електричне поле з високою потужністю. Саме в ньому виникає пробій.

1.2. Види та способи електродугового зварювання

Електродугове зварювання має кілька різновидів. Кожна з них має деякі відмітними особливостями, які впливають на якість і вид зварного з'єднання.

Виділяють наступні види електродугового зварювання.

Ручне електродугове зварювання. Під час нього використовується тільки ручна сила людини без механізмів;

Механізованого виду. Під час процесу використовується механізація при подачі дроту в область зварювання, а частина роботи проводиться ручної силою.

Автоматичного типу. Зварювання здійснюється в автоматичному режимі. Спеціальне обладнання самостійно подає дугу, регулює показники її довжині, переміщення.

Технологічний процес зварювання також поділяється на способи:

Пучком. Під час зварювання проводиться зв'язування в пучок декількох електродів, зварювання їх торців та установка в утримувачі. Використовується більший діапазон струмів і можна самостійно збільшувати показники продуктивності.

Зварювання прилеглим електродом. Під час цього процесу може проводитися укладання з довжиною від 50 до 120 см з обмазкою в оброблений стик або кут. На нього поміщається мідний брус з поздовжньою канавкою. Після цього заготовка і електрод приєднуються до джерела струму.

Вугільний стрижень підпалює дугу, яка йде під область бруска. Вона переміщається по стику, розплавляє робочий елемент і зварює кромку. В результаті цього виходить зварене з'єднання.

Зварювання похилим електродом.

Даний метод проводиться для підвищення продуктивності. Під час нього електрод фіксується в затиску з обоймою, яка переміщається під своєю масою по стояку. У момент запалювання дуги, електрод плавиться, а обойма опускається вниз.

Зазвичай при проведенні зварювання використовується простий зварювальний апарат – трансформаторний. Він працює за принципом звичайного трансформатора, знижує напругу і підвищує струм. Цей пристрій варить за допомогою змінного струму.

Проте трансформаторне зварювальне обладнання незручне, воно володіє величезними розмірами. З цієї причини можуть виникнути проблеми з його переміщенням. Для цих цілей потрібно спеціальне пристосування на коліщатах.

Якщо потрібно мобільний зварювальний апарат для зварювання, то відмінним варіантом буде інвертор. Дане обладнання насамперед перетворює змінний струм від побутової мережі в струм з високою частотою. А вже після цього воно переводить його в постійний. Крім цього пристрою цього виду мають невелику масу, компактні габарити.

Інверторне зварювальне обладнання для зварювання допомагає домогтися максимальної стабільності дуги. Саме це робить позитивний вплив на якість шва.

Крім цього пристрій дозволяє використовувати різні режими:

- з прямою полярністю;
- з зворотною полярністю.

Всі види зварювання використовуються досить широко.

Якщо газ не використовується, то для поліпшення якості зварного шва застосовується спеціальна флюсова дрiт. Вона розплавляється, і в зварювальну зону надходить вміст дроту. За своїм складом воно нагадує глину простих електродів. В результаті розплавлення флюсу формується газова хмара, яке запобігає окисленню металу.

Особливе місце займає зварювання за допомогою напівавтомата, рис. 1.8. Напівавтоматичне зварювання деталей може проводитися з використанням захисного газу і без нього. Перевага цього методу в тому, що не потрібно купувати балони з газом. До особливостей цього процесу відноситься те, що використовується зворотна полярність струму. При цьому на держак підключається «+», тоді як негативний полюс йде на поверхню металу.

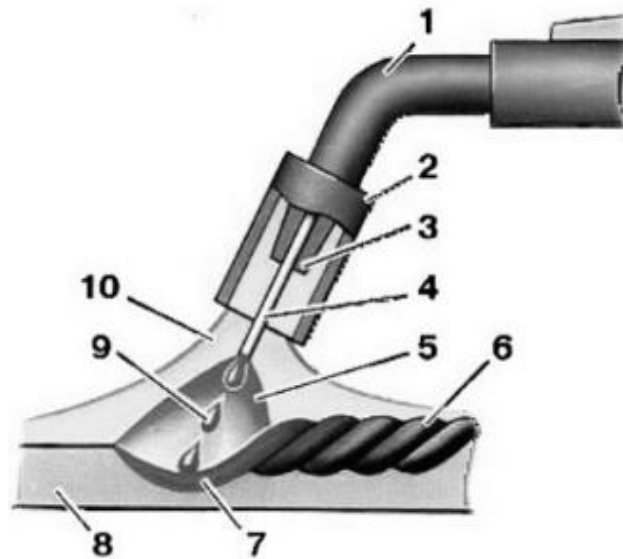


Рисунок 1.8 – Схема електродугового напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів: 1 – горілка; 2 – сопло; 3 – струмопровідний наконечник; 4 – електродна проволочка; 5 – зварна дуга; 6 – зварний шов; 7 – зварна ванна; 8 – основний метал; 9 – краплі електродного металу; 10 – газовий захист

У зварювальному справі часто застосовується напівавтоматичне зварювання в середовищі захисного газу. В даному випадку якість зварного шва дуже висока. Крім того, працівник може стежити за процесом.

На сьогоднішній день зварювальний напівавтомат є конструкцією, що складається з пальника, пристрою подачі зварювального дроту, редуктора і шланга. Безпосередньо перед зварюванням потрібно очистити робочу поверхню на відстані до 30 см від країв зазору. Зварювальник обов'язково організує заземлення. Після цього перевіряється напруга в мережі.

На наступному етапі налаштовується режим роботи. Робиться це в залежності від типу металу і його товщини. Обов'язково потрібно відрегулювати наконечник пальника. Якщо при ручного дугового зварювання застосовуються електроди, то тут використовується спеціальний дріт. Вона повинна бути цільною, без вм'ятин і відшарувань.

Технологія з'єднання деталей не відрізняється від такої при ручному методі. Напівавтоматичне зварювання з використанням захисного газу аргону є незамінною при роботі з алюмінієм і деякими іншими кольоровими металами. У даній ситуації використовується пряма полярність.

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

1.3. Аналіз зварювання різних металів електродуговим способом

Зварювання чавунних деталей. Відновлення чавунних деталей зварюванням – трудомісткий процес, що обумовлюється хімічним складом чавуну, його структурою і особливими механічними властивостями. За хімічним складом чавун - сплав заліза з вуглецем (2...3,6 %), що містить деяку кількість кремнію, марганцю, фосфору, сірки та інших домішок.

Розроблено і застосовується багато способів зварювання чавуну, але рекомендувати будь-якої з них для відновлення конкретної деталі досить важко, так як навіть у однієї корпусної деталі зі стінками різної товщини може бути різна структура чавуну і будуть потрібні різні способи їх зварювання.

Приблизно всі способи зварювання чавунних деталей ділять на два види:

- гарячу (деталь перед зварюванням підігрівають, а після - повільно охолоджують);
- холодну (виконують без попереднього підігріву деталі різними способами і з застосуванням спеціальних електродів).

Зварювання кольорових металів і сплавів, особливо алюмінієвих, досить широко застосовується при ремонті, так як в сучасних тракторах і автомобілях багато деталей виготовлені з кольорових металів.

Мідь, бронза і латунь звичайної дугою і плавиться зварюються погано. Це пояснюється тим, що в розплавленому стані мідь і сплави на її основі мають велику текучість розплавленої рідини, добре розчиняють гази, особливо кисень, легко окислюються.

У них великий коефіцієнт лінійного розширення і вони схильні до значних структурних змін в зоні зварювання.

Мідь і її сплави задовільно зварюються електродами марок «Комсомолец-100», МН-5 і ОЗБ-1, а також вугільним електродом на постійному струмі прямої полярності і досить добре зварюються аргонно-дуговим зварювання вольфрамовим електродом.

Присадним матеріалом служать круглі або прямокутні прутки приблизно такого ж хімічного складу, що і зварюваний метал. При зварюванні вугільним електродом в якості флюсу використовують прокалену до $500...550^{\circ}\text{C}$ буру. Наплавлений шов проковують при температурі не вище 500°C , щоб поліпшити його механічні властивості.

При зварюванні латуні та інших мідно-цинкових сплавів застосовують прутки з підвищеним вмістом цинку. При зварюванні виділяються отруйні пари цинку, тому необхідні хороша вентиляція робочого місця зварника і застосування респіраторів.

Алюміній і його сплави легко окислюються на повітрі, і поверхні деталей завжди покриті щільною плівкою оксиду алюмінію Al_2O_3 , температура плавлення якого 2050°C (в той час як температура плавлення чистого алюмінію 660°C). Тугоплавка і механічно міцна плівка оксиду алюмінію створює основні труднощі при його зварюванні.

Крім того, при нагріванні алюміній і сплави не змінюють кольору, а в розплавленому стані характеризуються великою текучістю розплавленого металу, що також ускладнює зварювання.

В якості електродів або присадкового матеріалу при зварюванні чистого алюмінію і його сплавів використовують прутки або дріт, за хімічним складом близькі до зварюваного металу. В покриття електродів або під флюс вводять хлористі і фтористі солі літію, калію, які енергійно розчиняються і ошлаковують оксид алюмінію. Зварювання ведуть на постійному струмі зворотної полярності, при якій в результаті катодного розпилення поліпшуються умови руйнування оксидної плівки. При діаметрі електрода 4...6 мм використовують струм 120...150 А.

Після зварювання, щоб уникнути роз'їдання металу шлак з шва видаляють, промиваючи гарячою або підкисленою водою і ретельно протираючи сталевими щітками. Перед зварюванням поверхню деталі знежирюють бензином або ацетоном і необхідно чистити механічним або ручним способом (сталевий щіткою).

Для зварювання чистого алюмінію використовують електроди ОЗА-1. Алюмінієво-кремнієві сплави (типу силумін) зварюють електродами ОЗА-2.

Щоб уникнути жолоблення, утворення тріщини і поліпшити якість зварювання, деталі з алюмінію і його сплавів перед зварюванням підігрівають до температури 200...350° С (великі деталі до більш високої температури). Температуру підігріву визначають термомпарами або спеціальними олівцями. Кінці тріщини в деталях засвердлюють, а кромки обробляють під кутом 60...90 град. Розплавлений метал утримують від розтікання сталевими або глиняними підкладками. Для отримання дрібнозернистої структури металу шва деталь після зварювання повільно охолоджують, а шов проковують. Внутрішня напруга знімають нагріванням до температури 300...350° С з подальшим повільним охолодженням.

Аргонно-дугове зварювання вольфрамовим електродом дає можливість отримувати хороші результати зварювання алюмінію і його сплавів без застосування флюсу.

Однако оксидну плівку і забруднення з поверхні деталі перед зварюванням потрібно видаляти більш ретельно, ніж при використанні флюсу.

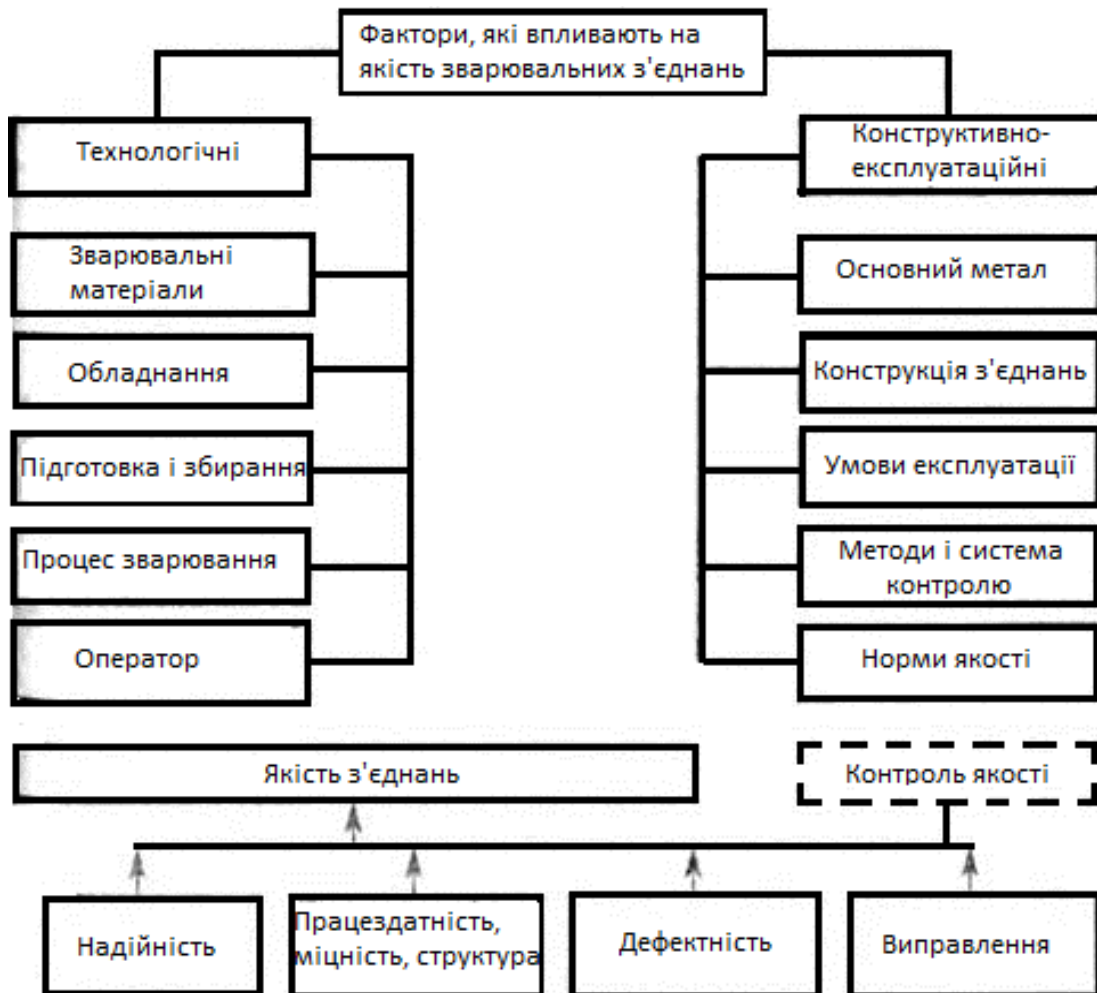


Рисунок 1.9 – Фактори які впливають на якість зварних з'єднань

Розглянемо деякі особливості чавуну, які необхідно враховувати при виконанні зварювання цього матеріалу.

Висока теплопровідність визначає швидке охолодження виробів із чавуну. В результаті цього в процесі зварювання відбувається відбілювання матеріалу (на деталі формується наліт крихкого металу). Цей білий шар не піддається обробці.

Чавун відрізняється мінімальною пластичністю, тому при перенапруженні цього матеріалу в ході зварювання можливе утворення тріщин. Чавун містить великий відсоток вуглецю, який в процесі сплаву вигорає (перетворюється в окис CO). Результатом такого механізму може бути формування пір.



Рисунок 1.10 – Типи дефектів

За технологією зварювання чавуну потрібно, щоб поверхня матеріалу була чистою і гладкою. Це умова необхідна для забезпечення належної якості виробу і запобігання появи тріщини. Розрізняють два варіанти зварювання чавуну:

- гаряче зварювання (з підігрівом);
- холодне зварювання (без підігріву).

У свою чергу, сплавлення з попередніми прогріванням розділяється на напівгаряче та гаряче.

Технологія зварювання чавуну з підігрівом застосовується у важкому машинобудуванні. Це більш складна процедура, що вимагає наявності спеціальних пристосувань для підвищення температури деталей.

Показники якості зварних з'єднань характеризуються такими властивостями: міцністю, надійністю, відсутністю дефектів, структурою металу шва і біля шовної зони, корозійною стійкістю, кількістю і характером виправлень (рис. 1.8).

Всеохоплюючу класифікацію зварних дефектів виконують за їх типами, що пов'язані з геометричними ознаками і масовістю (рис. 1.10).

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика об'єкту або предмету дослідження

Загальну схему системи автоматичного керування або регулювання процесами електродугового зварювання рами комбайна наведено на рис. 2.1.

Керованою величиною під час електродугового зварювання рами комбайна вибираємо параметри, які характеризують стабілізацію довжини дуги зварювання.

Для стабілізації довжини дуги електродугового зварювання рами комбайна застосовуємо схему системи автоматичного керування (регулювання) за відхиленням напруги живлення зі зворотнім зв'язком (рис. 2.2), або систему автоматичного керування параметрів дуги АРНД.

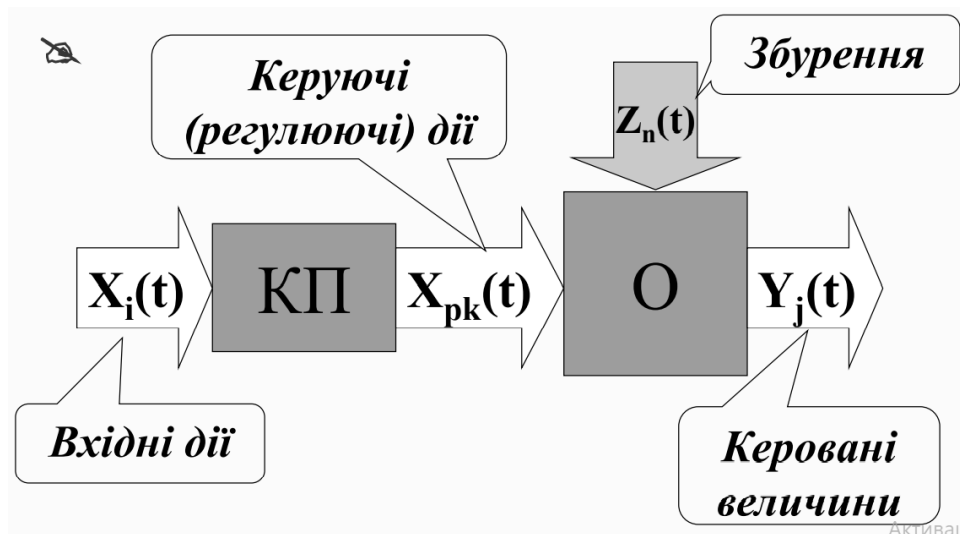


Рисунок 2.1 – Загальна схема принципу автоматичного керування процесом електродугового зварювання

У даній системі, під час зварювання плавким електродом, регулюється швидкість подачі V_n електродного дроту.

При цьому сигнал зворотного зв'язку дозволяє регулювати напругу живлення, яка у подальшому впливає, або регулює (змінює числове значення) швидкості подачі V_n електродного дроту.

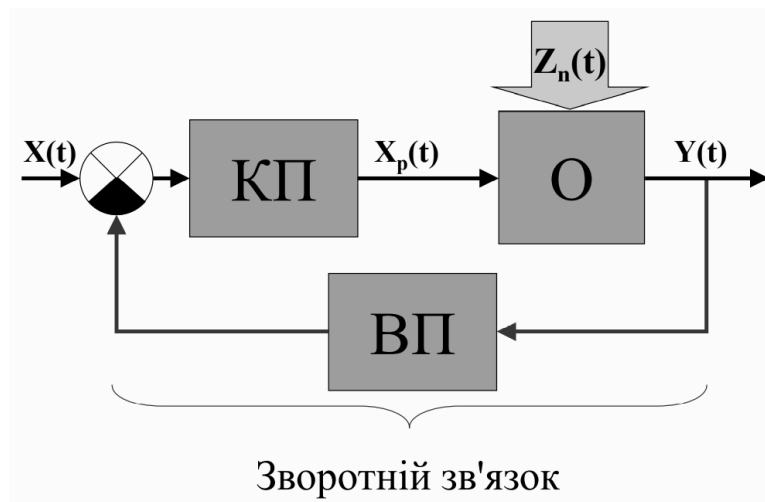


Рисунок 2.2 – Схема автоматичного керування процесом зварювання за відхиленням зі зворотнім зв'язком

Регулювання за відхиленням полягає в тому, що відхилення регульованого параметру від заданого значення викликає дію регулюючого органу, направлену на зменшення цього відхилення.

Характеристика об'єкту керування при дуговому зварюванні наведена на структурній схемі 2.3.

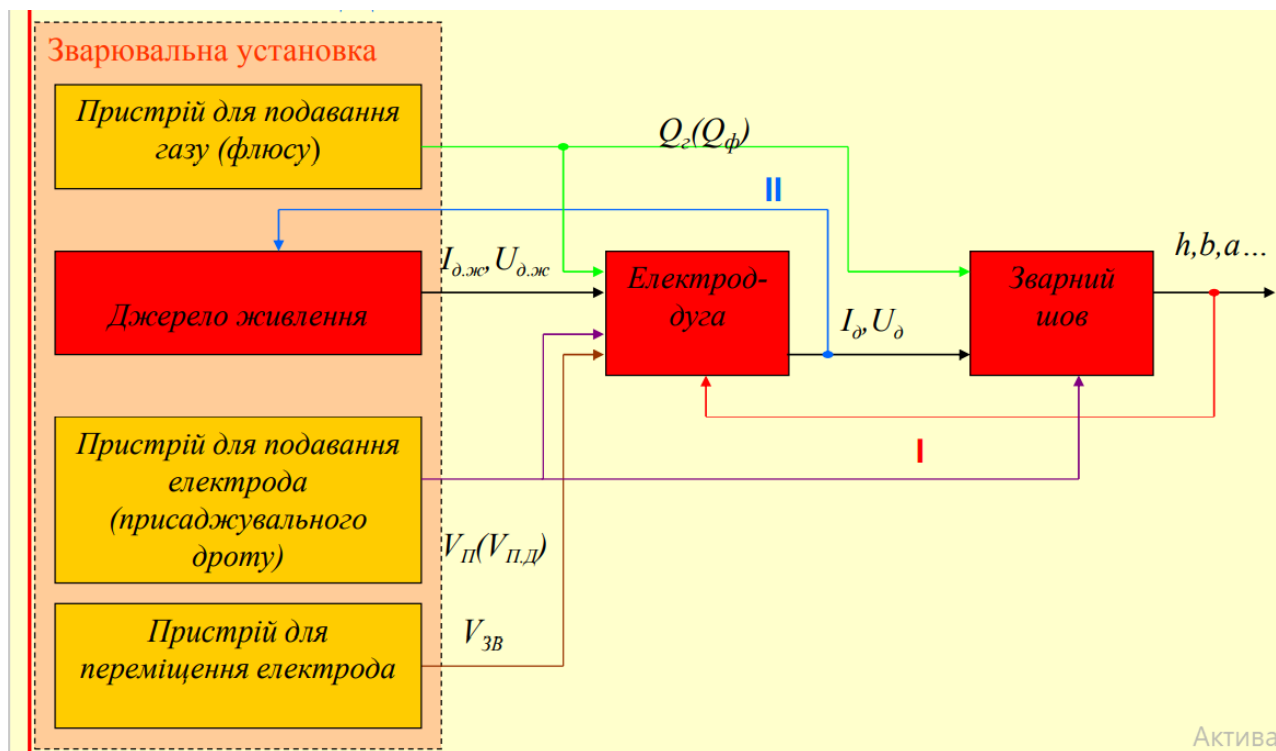


Рисунок 2.3 – Схема характеристики об'єкту керування

Системи автоматичного керування дуговим зварюванням, як правило, забезпечують:

- програмне керування послідовністю операцій зварювального циклу;
- регулювання кінематичних і енергетичних параметрів;
- регулювання технологічних параметрів;
- стабілізацію енергетичних параметрів;
- стеження за кінематичними параметрами.

Загальну схему програмного керування циклом зварювання рами комбайна плавким електродом у середовищі захисного газу CO_2 наведено на рис. 2.4.

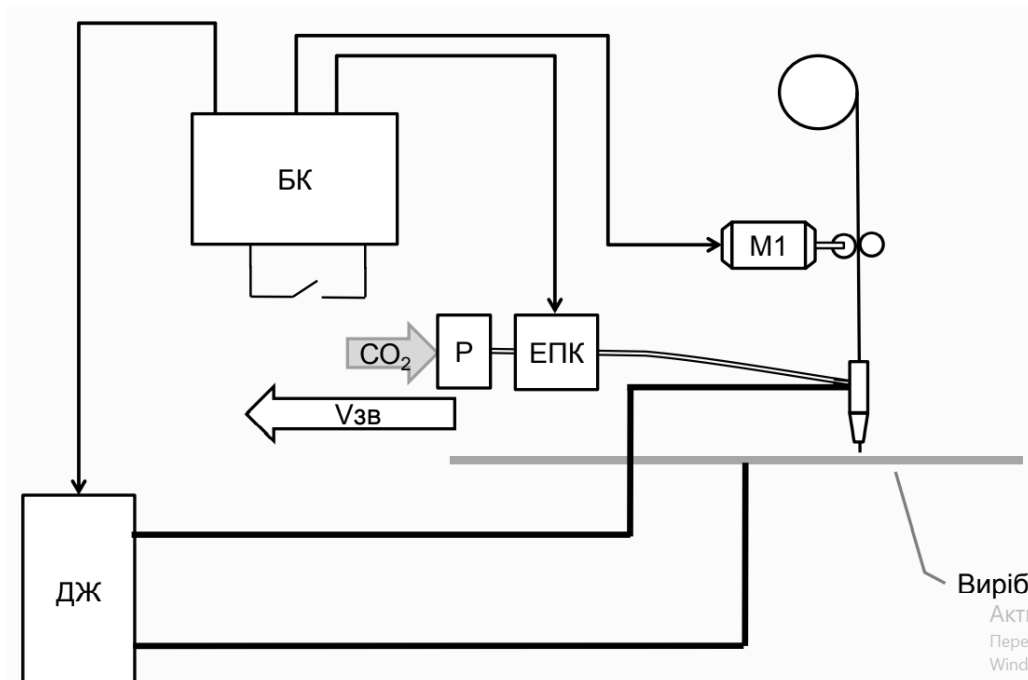


Рисунок 2.4 – Програмне керування циклом зварювання плавким електродом

Система АРНД - автоматичне регулювання дуги саморегулюванням. Інші назви - системи з постійною швидкістю подавання електродного дроту, системи з незалежною швидкістю подавання електродного дроту.

Системи стабілізації параметрів довжини дуги підтримують з заданою точністю постійне значення керованої величини, або у нашому випадку – швидкість подачі V_n електродного дроту під час її відхилення від заданого режиму зварювання.

Систему автоматичного керування АРНД, яка має зворотній зв'язок впливу на регулювання швидкості подачі електродного дроту доцільно застосовувати в тих випадках, коли до якості зварювання висуваються підвищені вимоги, особливо у плані точності стабілізації напруги живлення.

Це, як правило, способи зварювання та наплавлення основного металу під керамічними флюсами, прецизійне тонкошарове наплавлення легованого шару основного металу тощо).

Загальна функціональна схема системи АРНД з тиристорним приводом наведена на рис. 2.5. При цьому схема обмежена тільки контуром стабілізації енергетичних параметрів дуги. На схемі рис. 2.5 не показано пристрої переміщення пальника, подачі флюсу та інше обладнання.

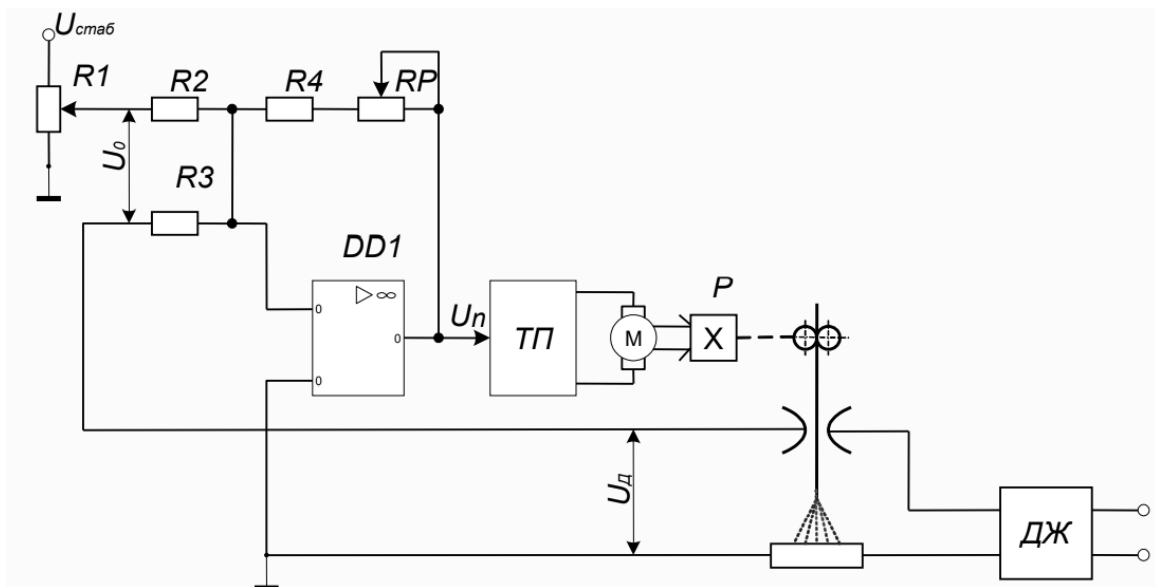


Рисунок 2.5 – Функціональна схема системи АРНД стабілізації енергетичних параметрів дуги

Загальна структурна схема зі спрощеною реалізацією системи автоматичного керування електродугового зварюванням плавким електродом АРНД наведена на рис. 2.6. При цьому згідно з рис. 2.6 регулятор швидкості подачі V_n електродного дроту утворений ланками I, II та III.

Всі передавальні функції, які присутні під час керування швидкістю електродугового зварювання рами комбайна та їх опис наведені в табл. 2.1.

Згідно зі схемою рис. 2.6 ланки IV, V, VI, VII та ланка VIII утворюють контур саморегулювання, або контур регулювання відхилення напруги живлення електродугового зварювання плавким електродом системи керування АРНД.

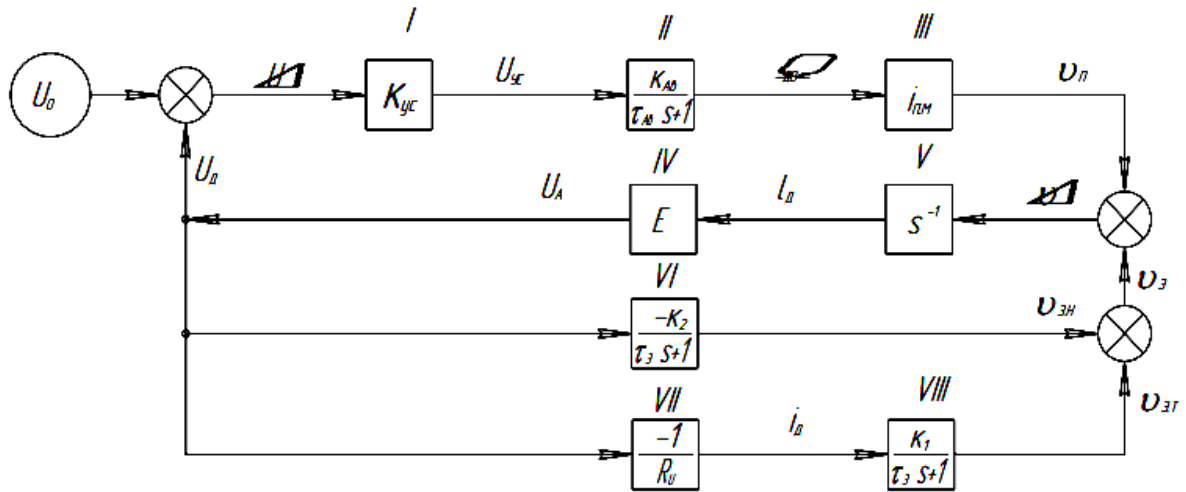


Рисунок 2.6 – Структурна схема системи АРНД
автоматичного керування швидкістю подачі електродного дроту

У зв'язку з тим, що процеси плавлення основного металу знаходяться поза замкнутими контурами саморегулювання, із схеми усунені передавальні ланки, які відображають ці процеси. Крім того джерело живлення системи автоматичного керування швидкістю подачі електродного дроту прийняте безінерційним.

Таблиця 2.1 – Характеристика позначень структурної схеми системи АРНД швидкості подачі електродного дроту

Позначення складових	Математичний опис	Фізичне поняття
$i_{ПМ}$	$i_{ПМ} = V_{П} / \Omega_{ДВ}$	Передавальне відношення механізму подачі редуктора
$k_{ДВ}$	$k_{ДВ} = \Delta \Omega_{ДВ} / \Delta U_{УС}$	Передавальний коефіцієнт швидкості двигуна
$k_{УС}$	$k_{УС} = \Delta U_{УС} / \Delta U$	Коефіцієнт підсилення підсилювача
$\tau_{ДВ}$	-	Постійна часу привода двигуна

Для автоматичного регулювання процесом електродугового зварювання рами комбайна вибираємо систему автоматичного регулювання АРНД з тиристорним приводом.

Функціональна електрична схема системи АРНД з тиристорним приводом і статичні характеристики системи АРНД для електродугового зварювання рами комбайна наведено на рис. 2.7.

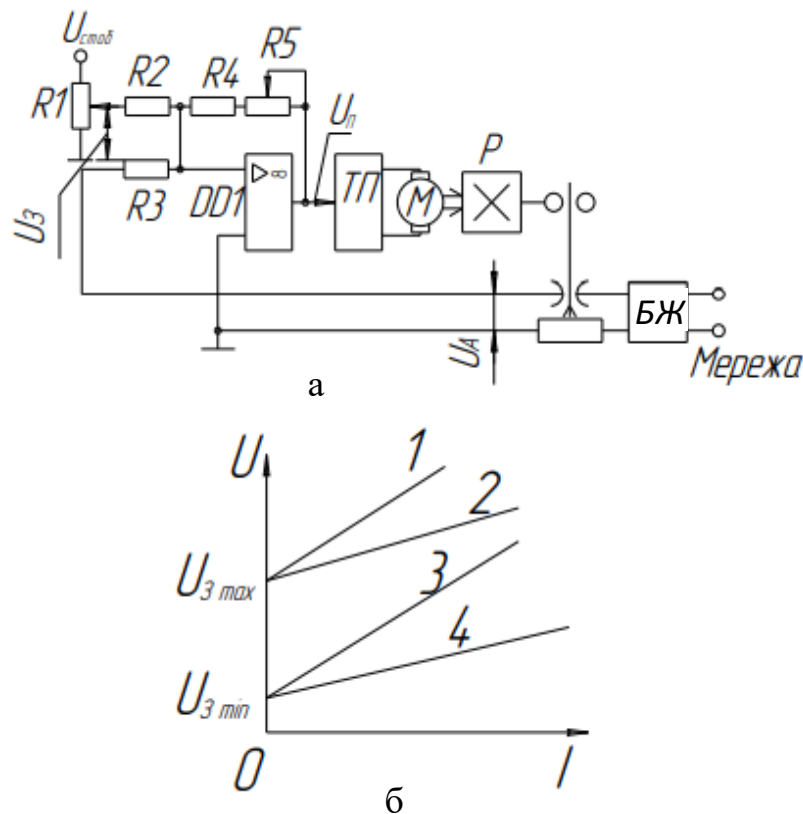


Рисунок 2.7 – Функціональна електрична схема (а) та статичні характеристики (б) системи АРНД із тиристорним приводом

Принцип роботи системи автоматичного керування напругою живлення під час зварювання рами комбайна системою регулювання АРНД такий:

- порівнюють фактичне передавальне відношення механізму подачі редуктора $i_{ПМ}$ з заданою напругою дуги U_3 шляхом їх співставлення значень на вході операційного підсилювача DD1, рис. 2.7а;

- при відхиленні параметра проводять налаштування необхідного значення коефіцієнта підсилення підсилювача $k_{УС}$ за рахунок зміни величини опору R_5 , що рівнозначне регулюванню необхідного коефіцієнта підсилення регулятора.

Загальний математичний опис системи автоматичного керування параметрами стабілізації дуги такий.

$$\begin{aligned}
 v_e &= k_{cc} \cdot I_\delta - k_{cn} \cdot U_\delta \\
 v_e &= k_p \cdot (U_0 - U_\delta) \\
 k_p \cdot (U_\delta - U_0) &= k_{cc} \cdot I_\delta - k_{cn} \cdot U_\delta \\
 U_\delta &= U_3 - \frac{k_{cc}}{k_p + k_{cn}} \cdot I_\delta \\
 U_3 &= \frac{k_p}{k_p + k_{cn}} \cdot U_0
 \end{aligned}$$

Якщо виконується умова $R2 = R3 = R$, то керуюча напруга буде

$$u_{II} = k_{yc} (u_D - U_3),$$

де $k_{yc} = (R4 + R5)/R$ – коефіцієнт підсилення операційного підсилювача.

Граничні значення напруги дуги (максимальне значення $U_{з,max}$ та мінімальне значення $U_{з,min}$, рис. 2.7б) установлювали потенціометром R1, рис. 2.7а. При цьому, згідно з рис. 2.7б, цим кожним граничним значенням відповідають статичні характеристики регулятора, відповідно, для максимального значення напруги $U_{з,max}$ (прямі 2 і 4) значення коефіцієнта регулювання буде максимальним, тобто $k_{max,рег}$, а для мінімального значення напруги $U_{з,min}$ (прямі 1 і 3) значення коефіцієнта регулювання буде мінімальним, тобто $k_{min,рег}$.

Зворотний зв'язок автоматичного керування процесом електродугового зварювання за напругою дуги використовується також для керування впливами не тільки на швидкість подачі електродного дроту, але і на електрорушійну силу (е.р.с.) джерела живлення або загального опору зварювального циклу.

Ця система з впливом на е.р.с., де порівнюються сигнали невідповідності між заданою і фактичною напругами дуги використовується для стабілізації напруги дуги після підсилення і необхідних перетворень.

Простіше всього така система регулювання параметрів дуги реалізується за допомогою джерела постійного струму з тиристорним випрямлячем.

Зварювальна головка з постійною швидкістю подачі і випрямляч, що працює в режимі регулятора напруги, на відміну від розглянутих раніше систем саморегулювання дуги і АРНД, забезпечують стабільність режиму зварювання за струмом і напругою в умовах коливань напруги електромережі. Збурення за швидкістю подачі дроту, що можуть виникнути через недостатню жорсткість приводу, овальність дроту та інші 24 причини, викликають у розглянутій системі відповідні зміни струму. На струмі відображаються також зміни вильоту електрода. Статичні і динамічні властивості регуляторів енергетичних параметрів дуги можна поліпшити, застосувавши системи з двома регуляторами: АРНД із впливом на швидкість подачі і регулятором струму, що впливає на джерело живлення (рис. 2.8).

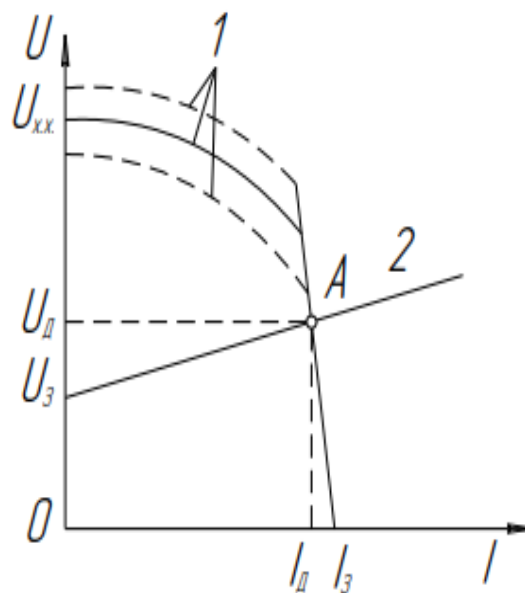


Рисунок 2.8 – Статичні характеристики системи автоматичного керування з регулюванням швидкості подачі електродного дроту та регулювання струму зварювання: 1 – зовнішні характеристики джерела живлення за різних напруг холостого ходу (вертикальна ділянка – статична характеристика регулятора струму з впливом на опір джерела живлення); 2 – статична характеристика АРНД

При відсутності збурювань за вильотом електрода ця система за статичними властивостями рівноцінна системі з постійною швидкістю подачі і

джерелом живлення — стабілізатором напруги на дузі, однак динамічні властивості в першому випадку можуть бути вищі. Відпрацьовуються і збурювання за швидкістю подачі. Регулятори струму (або напруги) із впливом на джерело живлення в даний час реалізуються в схемах універсальних зварювальних випрямлячів з тиристорним керуванням, наприклад, у широко розповсюдженому зварювальному випрямлячеві ВДУ-504. При механізованому зварюванні найбільший вплив на параметри режиму роблять коливання мережевої напруги і зміни вильоту електрода внаслідок мимовільних коливань руки зварника. У цьому випадку доцільно використовувати системи з впливом на швидкість подачі, що забезпечують оптимальне співвідношення між струмом і напругою [5]. Такий регулятор зменшує статичні помилки, підвищує стійкість горіння дуги на малих струмах і знижує розбрикування електродного металу.

2.2. Автоматичне регулювання довжини дуги

Одна з відмінних рис способу зварювання неплавким електродом — відсутність самовирівнювання енергетичного стану дуги. Наслідком цього є залежність напруги і струму дуги від її довжини. При подовженні дуги її статична вольт-амперна характеристика зміщується нагору і вправо, а при скороченні вліво і вниз (рис. 2.9). Помилки ΔU Д.С та Д.С. ΔI що виникають при зміні е.р.с. джерела живлення, можуть бути зведені до нуля при використанні джерел зі стабілізованою напругою. Усунення помилок досягається за допомогою САР довжини дуги. Основне джерело інформації про довжину дуги — її напруга. Якщо прийняти $I_d \approx 0$, що справедливо для стрімко спадних характеристик джерел живлення, використовуваних при зварюванні неплавким електродом. Використання зворотного зв'язку за напругою дуги дозволяє побудувати замкнуту САР, що називають системою АРНД з неплавким електродом. У сучасних системах АРНД широко застосовують цифрове керування електроприводами на базі крокових електродвигунів. При

цьому стабілізується не тільки напруга дуги, але і для забезпечення стаціонарності потоку захисного газу (відстань «сопло — метал») регулюється величина занурення електрода у ванну та інші технологічні операції .

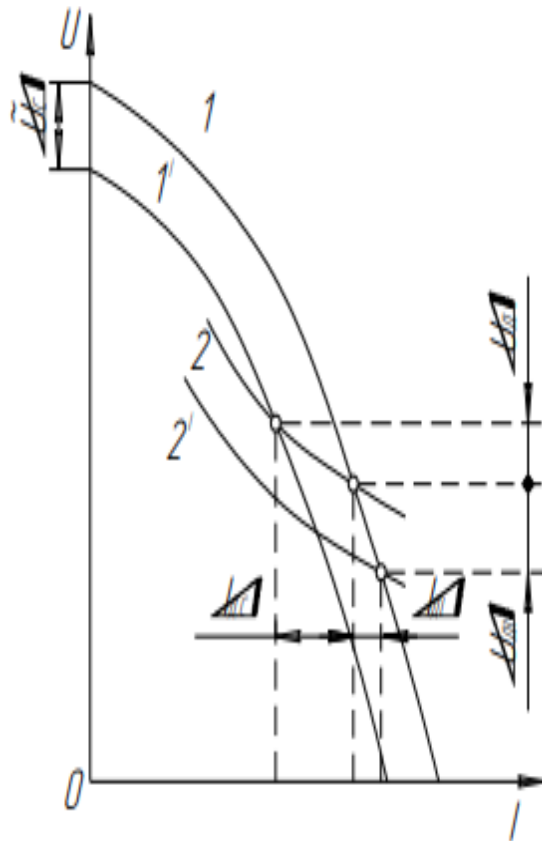


Рисунок 2.9 – Залежність довжини дуги від впливу збурювання напруги електромережі на статичні відхилення за струмом і напругою:

1–1' – зовнішня характеристика джерела живлення за коливання напруги в мережі; 2 – 2' – статична вольт-амперна характеристика дуги

У малопотужних дуг залежність між довжиною і напругою є нелінійною, тому для стабілізації довжини дуги необхідно застосовувати вимірювальні перетворювачі, такі що безпосередньо контролюють відстань між електродом і поверхнею зварювальної ванни. Найбільш зручними для цієї мети є струминні пневматичні або електропневматичні датчики, установлені на зварювальному пальнику над поверхнею виробу. При зміні відстані між поверхнею, що зварюється, і соплом датчика змінюється аеродинамічний опір

зазору між датчиком і виробом. Зміна тиску, що відбувається при цьому, газу (аргону) у камері датчика перетвориться в безперервний або дискретний електричний сигнал. Для прецизійних вимірювань відстані між зварювальним пальником і виробом з точністю 10-1 мм застосовують фотометричні, оптичні й інші перетворювачі.

У зоні зварювання спостерігається інерційність теплових процесів. Тому характерними признаками під час утворення зварного з'єднання є його значна інерційність розплавленого металу. Для будь-якого конкретного виду зварювання можна з великою точністю визначити наявні джерела різних видів збурень.

А отже, можна розраховувати основні параметри та режими зварювання, серед яких – технологічні параметри, енергетичні параметри та кінематичні параметри. При цьому є можливість усувати впливи збурень для встановлення оптимальної їх компенсації впливу.

У системі автоматичного регулювання основним механізмом, який визначає якість зварювання є пристрій для переміщення електрода.

Контрольованими параметрами процесу електродугового зварювання вибираємо напругу живлення U_d та зварювальний струм I_d дуги. Також необхідно контролювати такі показники зварювання, як глибина провару h , відстань l_d , яка визначає зазор між нижнім торцем електрода та контактною поверхнею зварного виробу.

Відповідно, регулюючими параметрами, або регулюючими діями приймають:

- швидкість переміщення електродного дроту $V_{ПД}$;
- напругу U_{xx} холостого ходу джерела живлення;
- виліт електрода l_B ;
- опір зварювального кола Z_L ,
- частоту і амплітуду вимушених коливань дуги.

З метою обґрунтування технологічного процесу переміщення електродного дроту, або швидкості подачі електродного дроту у програмному

середовищі MATLAB розроблено систему автоматичного регулювання переміщення електрода, яку наведено на рис. 2.10.

Розробку системи автоматичного керування електродуговим зварюванням зварюванням проводимо в програмному середовищі MATLAB.

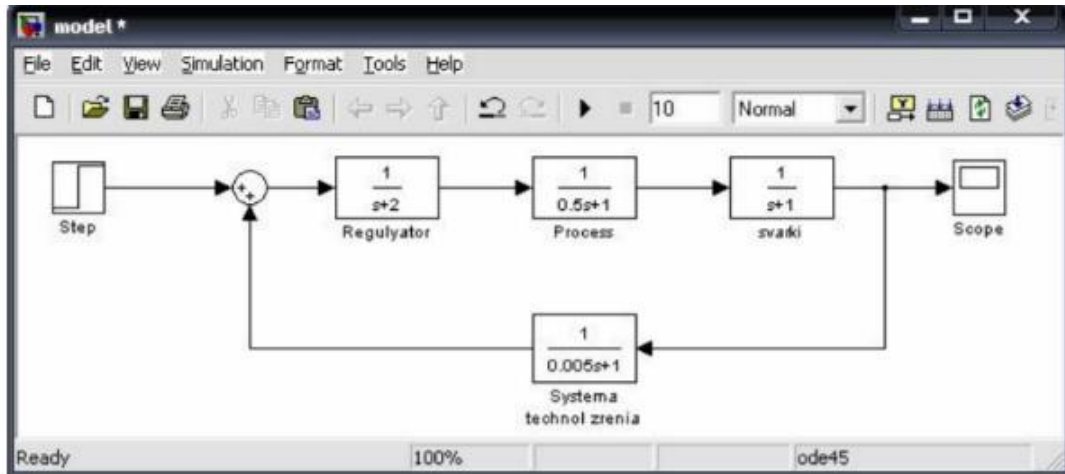


Рисунок 2.10 – Схема система автоматичного управління переміщення електрода

Система MATLAB використовується для імітаційного моделювання процесу автоматичного управління швидкості подачі електродного дроту.

Для реалізації автоматичного регулювання з розрахунку швидкості подачі електродного дроту розроблено комп'ютерну програму, яку умовно поділено на декілька груп, або блоків.

Перший блок призначений для задавання вихідних даних, при цьому вибираємо діаметр електрода шляхом його визначення згідно існуючого стандартного рядка, який має діаметр 5 мм, 6,8 мм та 8,5 мм.

Далі задаємо вибраний основний закон регулювання ПІ зі зворотнім зв'язком, або ПІД-закон регулювання та відповідно його параметри регулювання (рис. 2.11).

В другому блоці наведений опис присутніх у законі регулювання функціональних елементів системи управління зварюванням, які подано у вигляді передавальних функцій.

```

1  clc
2  % Вибір діаметра електрода
3  diam=[5.0 6.8 8.5];
4  dm=listdlg('ListString',diam,'PromptString',' Вибір діаметра електрода',...
5  'SelectionMode','single','ListSize',[150 120]);
6  if dm==1
7      k=5.0;
8  elseif dm==2
9      k=6.8;
10     else
11         k=8.5;
12     end
13
14     % Вибір закону регулювання
15     zak_reg={'PI','PID'};
16     reg=listdlg('ListString',zak_reg,'PromptString',' Вибір закону регулювання',...
17     'SelectionMode','single','ListSize',[150 120]);
18     if reg==1
19         PI=inputdlg({'Пропорційна складова регулятора','Інтегральна складова регулятора'},...
20         'Введіть параметри PI-регулятора',1,['3','2']);
21         w_reg=tf([str2double(PI(1)) str2double(PI(2))],[1 0]);
22     else
23         PID=inputdlg({'Пропорційна складова регулятора','Інтегральна складова регулятора',...
24         'Диференціальна складова регулятора'},'Введіть параметри PID-регулятора',...
25         1,['3','2','0.3']);
26         w_reg=tf([str2double(PID(3)) str2double(PID(1)) str2double(PID(2))],[1 0]);
27     end

```

Рисунок 2.11– Введення вихідних даних

Окремо враховуємо вибраний тип регулятора та його регульовальні параметри. Під час проведення розрахунків у другому блоці відбувається графічна побудова перехідної характеристики системи автоматичного управління технологічним процесом зварюванням. Окрім того цей блок дозволяє коригувати час регулювання для поліпшення масштабу побудови перехідного процесу зварювання (рис. 2.12).

```

29  % Задання параметрів передаточних функцій
30  EndTime=10;
31  w_zv1=tf([1],[0.5 1]);
32  w_zv2=tf([1],[1 1]);
33  w_spost=tf([1],[0.005 1]);
34  wz=k*feedback(w_reg*w_zv1*w_zv2,w_spost)
35  step(wz,0:0.01:EndTime),grid
36  btn = questdlg('Змінити час моделювання','Час моделювання','Так','Ні','')
37  if strcmp(btn,'Так')
38      EndTime=inputdlg({'Введіть нове значення часу моделювання'},'Час моделювання',1,['0']);
39      EndTime=str2double(EndTime);
40      step(wz,0:0.01:EndTime),grid
41  end
42

```

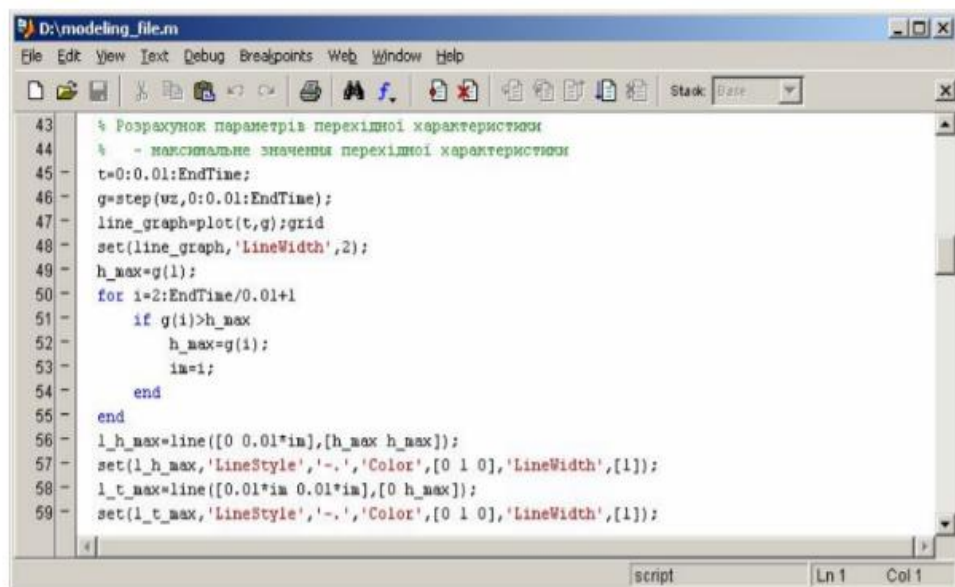
Рисунок 2.12 – Опис системи автоматичного керування зварюванням

Наступний блок призначений для проведення розрахунку основних характеристик, які присутні та наявні в перехідному процесі. Зокрема, проводимо розрахунок часу регулювання процесом і за необхідності значень перерегулювання, а також характеристик, які є допоміжними для реалізації регулювання зі зворотнім зв'язком.

До допоміжних характеристик належать:

- час приросту перехідним процесом;
- час, за якого досягається перше максимальне значення перехідної характеристики;
- максимальне значення перехідної частотної характеристики;
- кількість коливань частотної характеристики;
- критичне значення коефіцієнта підсилення.

Фрагмент розрахунку характеристик системи автоматичного управління наведено на рис. 2.13.



```

43 % Розрахунок параметрів перехідної характеристики
44 % - максимальне значення перехідної характеристики
45 t=0:0.01:EndTime;
46 g=step(wz,0:0.01:EndTime);
47 line_graph=plot(t,g);grid
48 set(line_graph,'LineWidth',2);
49 h_max=g(1);
50 for i=2:EndTime/0.01+1
51     if g(i)>h_max
52         h_max=g(i);
53         im=i;
54     end
55 end
56 l_h_max=line([0 0.01*im],[h_max h_max]);
57 set(l_h_max,'LineStyle','-','Color',[0 1 0],'LineWidth',[1]);
58 l_t_max=line([0.01*im 0.01*im],[0 h_max]);
59 set(l_t_max,'LineStyle','-','Color',[0 1 0],'LineWidth',[1]);

```

Рисунок 2.13 – Вікно розрахунку максимального значення перехідної частотної характеристики

Останній блок призначений для одержання параметрів перехідної характеристики для побудови на графіка.

Робочі вікна програми зображено на рис. 2.14-рис. 2.17.

```

134  \ Введення параметрів надписів на графіку
135  if (k==5,0)
136  text(2.1,3.25, strcat('Перерегулювання:', num2str(round(siga*100)/100)), 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 12)
137  text(2.1,2.75, strcat('Час регулювання:', num2str(round(t_reg*100)/100)), 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 12)
138  text(2.1,2.25, strcat('Час досягнення першого макс. знач.:', num2str(round(t_max*100)/100)), 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 12)
139  text(2.1,1.75, strcat('Час наростання перех. характ.:', num2str(round(t_n*100)/100)), 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 12)
140  text(2.1,1.25, strcat('Мак. значення перех. характ.:', num2str(round(h_max*100)/100)), 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 12)
141  text(2.1,0.75, strcat('Кількість команд:', num2str(n)), 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 12)
142  text(2.1,0.25, strcat('Критичне значення коэф. підси.:', num2str(kz)), 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 12, 'Color', 't')

```

Рисунок 2.14 – Вікно задавання параметрів для побудови графіка перехідної характеристики

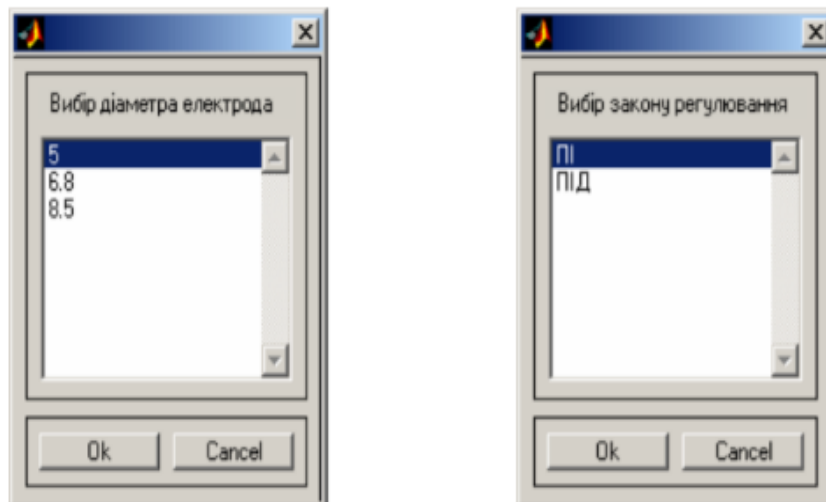


Рисунок 2.15 – Вибір діаметра електрода та основного закону регулювання процесом зварювання

В наведеному вікні розробленої програми змінюють задані необхідні параметри регулятора за замовчуванням.

Потім відбувається розрахунок перехідної характеристики САУ та будується графік.

Таким чином, розглянуто систему автоматичного керування переміщенням електрода при дуговому зварюванні, що дозволить обґрунтовувати параметри процесу зварювання та проводити прогнозування показниками якості керування залежно від встановлених вимог зварювання.

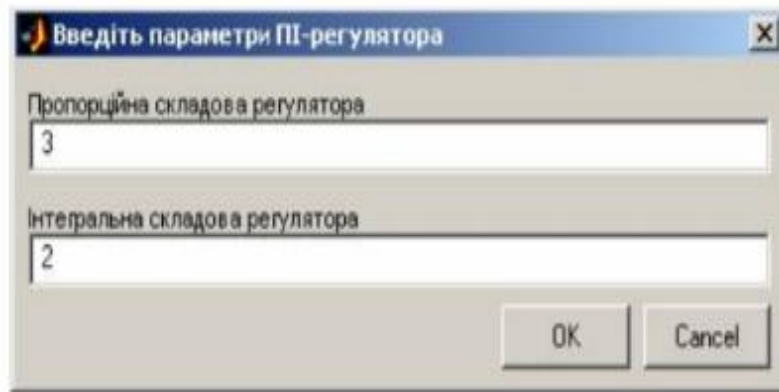


Рисунок 2.16 – Вибір основних параметрів регулятора

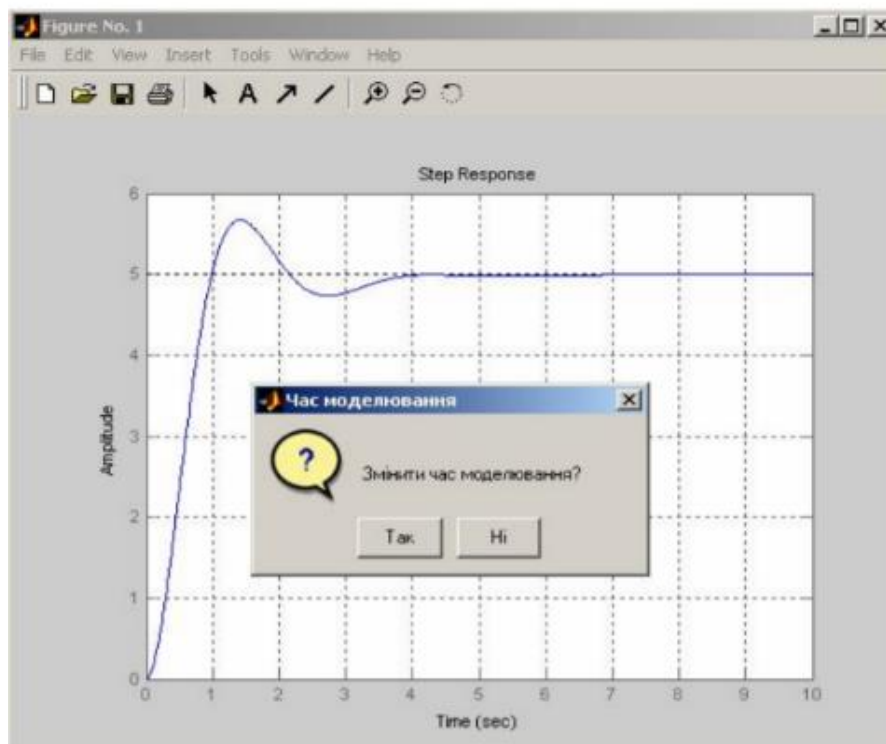


Рисунок 2.17 – Перехідна характеристика системи управління електродуговим зварюванням

2.3. Дослідження теплових характеристик процесу зварювання

На першому етапі проведемо розрахунок розподілу температури вздовж осі шва і на деякій відстані від неї

Рівняння граничного стану процесу поширення тепла, віднесене до рухливої системи координат, має вигляд

$$T(r, x) = \frac{q_{\text{эф}}}{2\pi\lambda\delta} e^{\left(-\frac{V_{3\phi}^2}{2a}\right)} K(U), \quad (2.1)$$

де $q_{\text{эф}}$ – ефективна теплова потужність дуги, Дж / сек;

λ – коефіцієнт теплопровідності, Дж / см $3 \cdot ^\circ\text{C}$;

δ – товщина зварювальних листів, см;

$V_{3\phi}$ – швидкість зварювання, см / сек;

r, x – координата досліджуваної точки, см;

a – коефіцієнт температуропровідності, $\text{см}^2 / \text{сек}$;

$K(U)$ – функція Бесселя;

$$q_{\text{эф}} = IU\eta, \quad (2.2)$$

де η – коефіцієнт корисної дії.

$$q_{\text{эф}} = 220 \cdot 22 \cdot 0,7 = 3080 \text{ Дж/сек}$$

Введемо позначення:

$$U = r \sqrt{\frac{V_{3\phi}^2}{4a} + \frac{b}{a}}, \quad (2.3)$$

де $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ – відстань до даної точки, см;

$$b = \frac{2\alpha}{c\rho\delta} \text{ – коефіцієнт тепловіддачі, } 1 / \text{сек.}$$

$$U = \sqrt{(-16)^2 + 0^2} \cdot \sqrt{\frac{0,1^2}{4 \cdot 0,07^2} + \frac{0,004}{0,07}} = 12$$

Якщо $U < 10$, то значення функції Бесселя можна взяти з таблиці, якщо $U > 10$, то значення функції Бесселя можна приблизно обчислити за формулою:

$$K_0(u) = e^{-u} \sqrt{\frac{\pi}{2u}} \left(1 - \frac{1}{8u}\right) \quad (2.4)$$

$$K_0(u) = e^{-12} \sqrt{\frac{3,14}{2 \cdot 12}} \left(1 - \frac{1}{8 \cdot 12}\right) = 0,000002$$

Для зручності обчислень розподілу температури уздовж осі OX використовуємо табличну форму запису.

Розраховані значення температур за заданих координатах точок наведено в табл. 2.1, 2.2, 2.3.

Таблиця 2.1 – Розрахункові значення температури заданих координат точок при $y_1 = 0$ см

x	r	$\frac{v_{ce}x}{2a}$	$e^{\frac{-ix}{2a}}$	u	$K_0(u)$	$T^\circ C$	$T+T_0$ $^\circ C$
-16	16	-11,4	89321,7	12	0,000002	442	462
-10	10	-7,1	1212	7,5	0,0002402	721	741
-6	6	-4,3	73,7	4,5	0,006400	1168	1188
-4	4	-2,9	18,2	3,0	0,03474	1566	1586
-3	3	-2,1	8,2	2,3	0,07914	1607	1627
-2	2	-1,4	4,1	1,5	0,2433	2476	2496
-1	1	-0,7	2,0	0,8	0,5653	2800	2820
0	0	0	1	0	∞	∞	∞
0,5	0,5	0,4	0,7	0,4	1,1145	1932	1952
1	1	0,7	0,5	0,8	0,5653	700	720
2	2	1,4	0,2	1,5	0,2438	121	141

Таблиця 2.2 – Розрахункові значення температур заданих координат точок при $y_2 = 2$ см

x	r	$\frac{v_{ce}x}{2a}$	$e^{\frac{-ix}{2a}}$	u	$K_0(u)$	$T^\circ C$	$T+T_0$ $^\circ C$
-16	16,1	-11,4	89321,7	12,1	0,000002	442	462
-10	10,2	-7,1	1212	7,7	0,0002014	605	625
-6	6,3	-4,3	73,7	4,7	0,005132	937	957
-4	4,5	-2,9	18,2	3,4	0,02196	990	1010
-3	3,6	-2,1	8,2	2,7	0,04926	1001	1021
-2	2,8	-1,4	4,1	2,1	0,1008	1024	1044
-1	2,2	-0,7	2,0	1,7	0,1655	820	840
0	2	0	1	1,5	0,2138	530	550
0,5	2,1	0,4	0,7	1,6	0,1880	326	346
1	2,2	0,7	0,5	1,7	0,1655	205	225
2	2,8	1,4	0,2	2,1	0,1008	50	70

Таблиця 2.3 – Розрахункові значення температур заданих координат точок при $u_3 = 3$ см

x	r	$\frac{v_{св,x}}{2a}$	$e^{\frac{-vx}{2a}}$	u	$K_0(u)$	T°С	T+T ₀ °C
-16	16,3	-11,4	89321,7	12,3	0,000002	442	462
-10	10,4	-7,1	1212	7,8	0,0001811	544	564
-6	6,7	-4,3	73,7	5,0	0,003691	674	694
-4	5	-2,9	18,2	3,8	0,01397	630	650
-3	4,2	-2,1	8,2	3,2	0,02759	560	580
-2	3,6	-1,4	4,1	2,7	0,04926	500	520
-1	3,2	-0,7	2,0	2,4	0,07022	348	368
0	3,0	0	1	2,3	0,07914	196	216
0,5	3,0	0,4	0,7	2,3	0,07914	137	157
1	3,2	0,7	0,5	2,4	0,07022	87	108
2	3,6	1,4	0,2	2,7	0,04926	24	44

Розрахунок термічного циклу для точки з координатою X, Y.

Термічний цикл заданої точки можна розрахувати, приймаючи джерело тепла при $Z = 0$.

Розрахунок ведеться в табличній формі (див. табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Розрахунковий термічний цикл точки з координатами 0, 2

t, c	5	10	20	30	60	90	120	180
$A = q_{эф} / 2\pi\lambda V$					14862			
A/t	2972,4	1486,2	743,1	495,4	247,7	165,1	123,9	82,6
$B = y_0^2 + z_0^2 / 4a$					14,3			
B/t	2,86	1,43	0,72	0,58	0,24	0,16	0,12	0,08
$e^{-B/t}$	0,06	0,24	0,49	0,62	0,79	0,85	0,89	0,92
T=A/t * $e^{-B/t}$	178	357	364	307	196	140	110	76

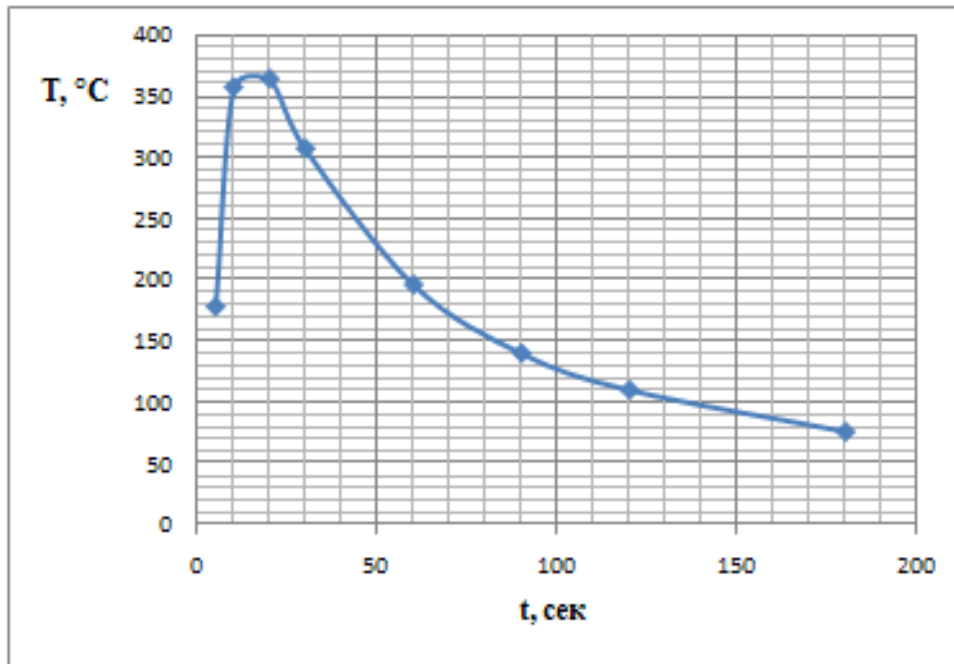


Рисунок 2.18 – Залежність зміни температури від часу зварювання (графік термічного циклу $T = f(t)$)

Розрахунок розподілу температур в період теплонасичення.

Розрахунок розподілу температур в періоді теплонасичення проводиться з урахуванням коефіцієнта теплонасичення і T_{np} , за формулою (2.1).

Розрахунок ведеться в табличній формі (див. Табл. 5).

Визначення температури точки в період теплонасичення обчислюють за формулою:

$$T_n = \psi_2 \cdot T_{np}, \quad (2.5)$$

$$\rho_2 = \sqrt{t/2a}, \quad \tau_2 = V^2 t / 4a, \quad (2.6)$$

Коефіцієнт знаходиться по номограмі, де він представлений в залежності від безрозмірних критеріїв відстані і часу τ_2 .

У період теплонасичення температура будь-якої точки тіла зростає від початкової температури до температури граничного стану.

Таблиця 2.5 – Розподіл температури в період теплонасичення при $Z = 0$, X від 1 до -2, $Y = 2$.

x , см.	x^2	r	$T_{пр}$	$t=x/vc$ в, сек.	τ^2	ρ^2	Ψ^2	T_H
1	1	2,2	225	10	0,36	1,57	0,15	33,75
0,5	0,25	2,1	346	5	0,18	1,5	0,07	24,22
0	0	2	550	0	0	1,43	0	0
-1	1	2,2	840	10	0,36	1,57	0,15	126
-2	4	2,8	1044	20	0,71	2	0,3	313,2

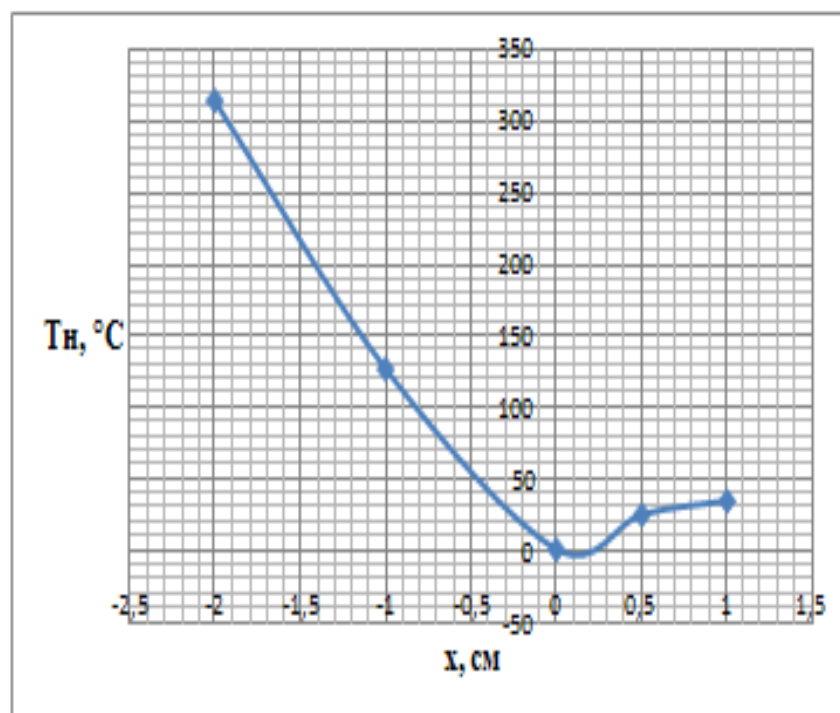


Рисунок 2.19 – Графік розподілу температур в період теплонасичення $T_H = F(x)$

Розрахунок розподілу максимальних температур в поперечному перерізі зварного з'єднання

Максимальні температури в точках, заданих координатою Y визначають за формулою:

$$T_{\max}(y) = \frac{0,242q_{эф}}{v_{св}c\rho\delta y}, \quad (2.7)$$

$$T_{\max}(2) = \frac{0,242 \cdot 3080}{0,1 \cdot 4,7 \cdot 0,6 \cdot 2} = 1322^{\circ} \text{C}$$

Розрахунок миттєвої швидкості охолодження металу шва при заданій температурі.

Відомо, що структура і властивості зварного з'єднання залежать від швидкості розпаду аустеніту, що визначається швидкістю охолодження металу. Миттєву швидкість охолодження (при певній температурі $T = 600 \text{ч} 500 \text{C}0$) розраховують за методом Рикалін М.М. за формулою:

$$W(T) = -2\pi\lambda c\rho \frac{(T - T_o)^3}{(q_{\text{эф}} / v\delta)^2}, \quad (2.8)$$

де T_o – початкова температура навколишнього середовища, $^{\circ} \text{C}$.

$$W(530) = -2 \cdot 3,14 \cdot 0,33 \cdot 4,7 \frac{(530 - 20)^3}{(3080 / 0,1 \cdot 0,6)^2} = -0,49^{\circ} \text{C} / \text{сек}$$

Розрахунок розмірів зварювальної ванни.

Рухома зварювальний дуга на поверхні виробу утворює ванну розплавленого металу (зварювальну ванну) з параметрами L - довжина ванни; B - ширина; H - глибина ванни; $F_{\text{пр}}$ - площа проплавлення; V - об'єм ванни. Розміри ванни залежать від технологічних параметрів і теплофізичних характеристик металу і можуть бути оцінені приблизно.

Довжина ванни, см:

$$L = \frac{q_{\text{эф}}}{2\pi\lambda T_{\text{пл}}}, \quad (2.9)$$

$$L = \frac{3080}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,33 \cdot 1500} = 0,99 \text{ см}$$

Ширина ванни, см:

$$B = \frac{q_{\text{эф}} \sqrt{2 / \pi e}}{v c \rho \delta T_{\text{пл}}}, \quad (2.10)$$

$$B = \frac{3080 \sqrt{2 / 3,14 \cdot 2,7}}{0,1 \cdot 4,7 \cdot 0,6 \cdot 1500} = 3,57 \text{ см}$$

Глибина ванни, см:

$$H = 2 \sqrt{\frac{q_{эф}}{\pi \epsilon \rho T_{пл} \nu_{св} \psi_{np}}}, \quad (2.11)$$

Де ψ_{np} – коефіцієнт форми провару

$$H = 2 \sqrt{\frac{3080}{3,14 \cdot 2,7 \cdot 4,7 \cdot 1500 \cdot 0,1 \cdot 5}} = 0,6 \text{ см}$$

Площа проплавлення, см²:

$$F_{np} = \frac{q_{эф}}{\nu_{св} \epsilon \rho S_{пл}} \cdot \eta_t, \quad (2.12)$$

де $S_{пл}$ – тепловіддача металу, Дж / кг (приймаємо = 1,1 Дж / кг),

η_t – термічний КПД процесу (для пластини $\eta_t = 0,32 \text{ ч } 0,4$).

$$F_{np} = \frac{3080}{0,1 \cdot 4,7 \cdot 1,1 \cdot 1000} \cdot 0,35 = 2,09 \text{ см}^2$$

Обсяг зварювальної ванни, см³:

$$V = \frac{q_{эф}^2}{8 \pi \lambda \epsilon \rho \nu_{св} T_{пл}^2}, \quad (2.13)$$

$$V = \frac{3080^2}{8 \cdot 3,14 \cdot 0,33 \cdot 4,7 \cdot 0,1 \cdot 1500^2} = 1,08 \text{ см}^3$$

Проблеми, зумовлені тепловими процесами при зварюванні, найважливіші в сучасному зварювальному виробництві, тому що якість зварних конструкцій пов'язано з тепловим нагріванням і охолодженням зварюваного матеріалу.

Зварювальна металургія відрізняється від інших металургійних процесів високими температурами термічного циклу і малим часом існування зварювальної ванни в рідкому стані, тобто в стані, доступному для металургійної обробки металу зварного шва. Крім того, специфічні процеси кристалізації зварювальної ванни, що починаються від границі сплаву, і утворення зміненого за своїми властивостями металу зони термічного впливу.

3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Загальна характеристика виробу

Рама бункера коренезбирального комбайна є складовою частиною бункера, який призначений для накопичення зібраних коренеплодів.

Виріб виготовляється зі сталі ВСтЗпс. Даний матеріал застосовуються при виготовленні конструкцій в будівництві та машинобудуванні, та характеризується відносною дешевизною та добрими технологічними властивостями і що характеризуються необхідними властивостями.

Заготовки, з яких складається бункер бурякозбирального комбайна виготовляються з листового прокату та фасонних профілів (кутників та фасонних труб). Крім вузлів, які виготовляються з даних заготовок, ряд деталей виготовляють і постачають для наступного проведення складально-зварювальних операцій інші цехи підприємства.

Процес виготовлення заготовок включає наступні операції: правлення, розмічування, різання та очищення під зварювання.

Правлення проводиться на правильних валках у холодному стані. Розмічування деталей проводиться на спеціальних розмічувальних станах. Різання матеріалу проводять газополуменевим різанням або механічним способом.

Для очищення заготовок використовують механічні та хімічні методи. Видалення забруднень, іржі та окалини проводять за допомогою дробоструменевих апаратів. Хімічними методами проводять обезжирення та правлення поверхні.

Заготовки повинні забезпечувати:

- можливість їх зварювання у складально-зварювальних пристосуваннях;
- доступ до місця зварювання;
- можливість зварювання у нижньому положенні;
- розміщення зварних швів на ділянках, які не зазнали значних

пластичних деформацій при попередніх технологічних операціях;

- можливість одержання заданих кресленням розмірів та забезпечення їх контролю.

Для виготовлення бункера бурякозбирального комбайна застосовують спосіб електродугового напіваавтоматичного зварювання плавким електродом в середовищі захисного газу. В якості захисного використовується вуглекислий газ, який постачається в балонах у рідкому стані згідно ГОСТ 8050-85.

Зварювання виконується напіваавтоматом типу ПДГ-512. Зварювальна головка напіваавтомату складається із пальника, крізь який проходить шланг, і мундштука для підведення струму до електродного дроту. Подаючий механізм, який складається з електродвигуна та редуктора, розміщений окремо, поруч з робочим місцем зварювальника, і проштовхує дріт через гнучкий шланг довжиною 3...4 м до пальника. Апаратура контролю та керування розміщена в спеціальній шафі. Схема керування напіваавтоматом виконана на напівпровідникових елементах і забезпечує необхідний цикл роботи в режимах зварювання і налагоджування. Шланг служить не тільки гнучким направляючим каналом для електродного дроту, в ньому також розміщені дроти керування та кабелі для підведення зварювального струму до мундштука пальника [5].

Напіваавтоматичне зварювання здійснюється уніфікованим пальником, воцаним з механізмом подачі дроту триметровим шлангом за допомогою швидкодіючих клемників. Наконечники, сопла, клеми та інші елементи таких пальників уніфіковані між собою, що дозволяє в процесі експлуатації легко вибрати та використовувати найбільш зручний в даних умовах зварювальний пальник. Напіваавтомат типу ПДГ-512 комплектується зварювальним випрямлячем ВДГ-503-3, який забезпечує отримання не тільки жорстких, але і палаючих зовнішніх характеристик. Основний недолік таких зварювальних випрямлячів - їх значна чутливість до коливань напруги мережі живлення [5].

Зварювання даного виробу проводиться на постійному струмі зворотної полярності, відстань від сопла пальника до поверхні виробу становить 15...20

мм, кут нахилу - 5...10°. Цим забезпечується стійкість процесу, надійність захисту, форма та якість шва. Зварювання ведеться кутом назад, дротом суцільного перерізу марки Св08Г2С діаметром 1,6 мм. Даний дріт придатний для зварювання у всіх просторових положеннях, а наплавлений метал отримується добре розкисленим при достатньому вмісті марганцю та кремнію і високими міцнісними та пластичними властивостями. Параметри режимів зварювання приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Параметри режимів зварювання в CO₂

Катет шва, мм	2	4	5
Діаметр електродного дроту, мм	1,6	1,6	1,6
Струм зварювання, А	220	245	250
Напруга дуги, В	26	27	28
Швидкість зварювання, м / год	14	18	22
Швидкість подачі дроту, м / год	248	254	259
Витрати газу, л / год	840	90С	960
Виліт електроду, мм	14	17	20

Низьковуглецеві сталі є сталі, які задовільно зварюються з необхідною якістю майже всіма відомими видами зварювання плавленням. Ці сталі зварюються під час застосування поширених зварювальних матеріалів.

Електроди малих діаметрів застосовуються для зварювання тонколистових сталей від 0,5 до 5 мм. При цьому застосовуються електроди від 1 до 3 мм в діаметрі. Також подібні електроди застосовуються для виконання кореневого (першого з'єднувального) шва при з'єднанні товстих поверхонь.

На відміну від тонких, що сполучаються поверхні товстих листів необхідно підготувати до зварювання. Для цього робиться скіс з'єднуються крайок, проварється кореневий шов електродом малого діаметра для того, щоб уникнути пропалювання, і щоб зафіксувати деталі. Потім електродом більшого діаметру проводиться пошарове заповнення зварювального шва.

Найбільш вживана зварювальний дріт для механізованого зварювання конструкційних вуглецевих сталей (до яких відноситься сталь ВСтЗпс), є зварювальний дріт 08Г2С і її аналоги з міжнародних класифікацій.

До основних характеристик дроту СВ08Г2С, відповідним ГОСТом 2246-70, відноситься застосування в зварювальних верстатах для зварювання вуглецевих і малоуглеродистих сталей. СВ08Г2С, завдяки своїм високим зварювально-технологічними параметрами, забезпечує можливість надійних з'єднань. Діаметр дроту починається з 0,8 мм і закінчується 4-х міліметровим.

Однією з важливих характеристик сталевого дроту СВ08Г2С є її склад, завдяки якому ви отримаєте абсолютно міцний, якісний шов, що в свою чергу сприяє виконанню складних зварювальних операцій, табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад зварювального дроту СВ08Г2С

Назва	C	Mn	Si	S	P
Показник, %	0,077	1,318	0,845	0,013	0,013

Робоче місце зварника може бути як стаціонарним, так і мобільним. Але в будь-якому випадку у зварника повинні бути в наявності: джерело електроживлення, зварювальний трансформатор, зварювальні дроти, тримач електрода, захисний щиток для особи, щільна (брезентовий) захисний одяг, захисні щити, засоби пожежогасіння, необхідні інструменти, азбестовий лист для настілки в місці зварювання.

Рама зварена з кутників № 10.

Товщина полки кутника 10 мм, рис. 3.1.

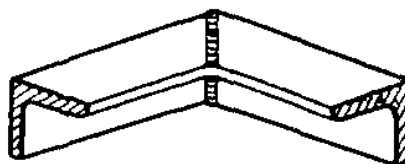


Рисунок 3.1 – Кутник № 10

Конструкція зварена кутовими і стиковими швами з односторонньою V-подібною обробленням кромки.

Процес зварювання металу складається з трьох етапів:

- підготовки деталей;
- зварювання;
- зачищення.

Основний метал до збірки повинен бути очищений в місцях зварювання від іржі, масла, вологи, фарби, пухкого шару окалини, льоду тощо, що можуть призвести до утворення дефектів у зварному шві.

З поверхні металу необхідно видалити пухкий шар окалини, іржі та інших забруднень, навіть якщо вони розташовані поза місцем зварювання, так як при кантуванні і транспортуванні забруднення можуть потрапити в оброблення шва.

Різання прокатної сталі виробляють механічним способом на ножицях, зубчастих пилах і газополуменевим способом ручними різакми і напівавтоматами. У нашому випадку, доцільно застосовувати газополуменеве різання.

Підготовлені деталі збирають під зварювання. Точність збірки контролюють шаблонами, рис. 3.2а.

На рис. 3.2б наведено параметри прихватів.

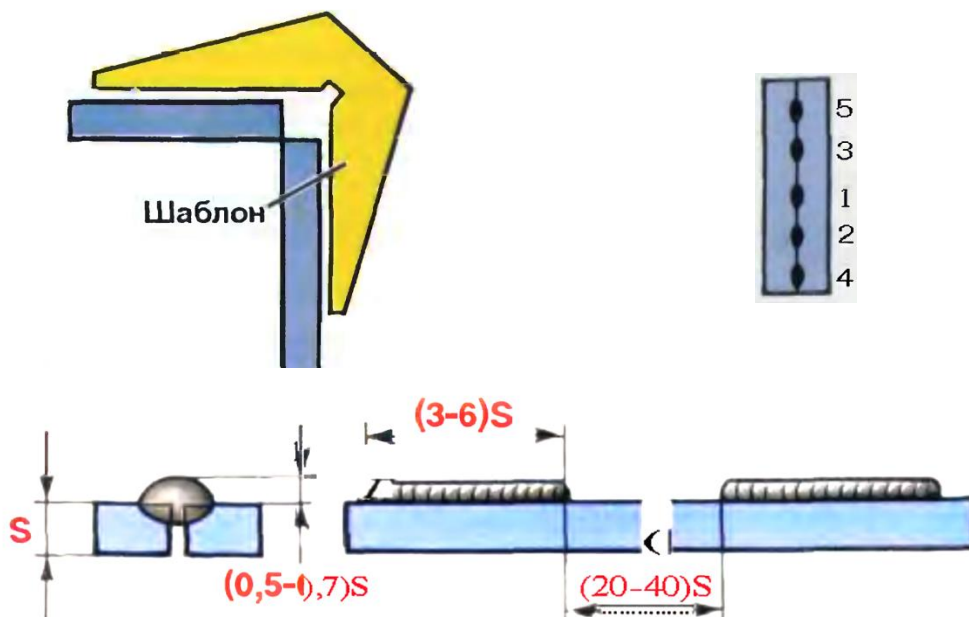


Рисунок 3.3 – Схема контролю якості шва та параметри прихватів

3.2. Технологічний процес виготовлення конструкції механізованим зварюванням

Техніка виконання зварних швів залежить від виду і просторового положення шва.

Типи і конструкції різновидів зварних з'єднань, які застосовуються при виготовленні рами бункера комбайна наведено на рис. 3.3.

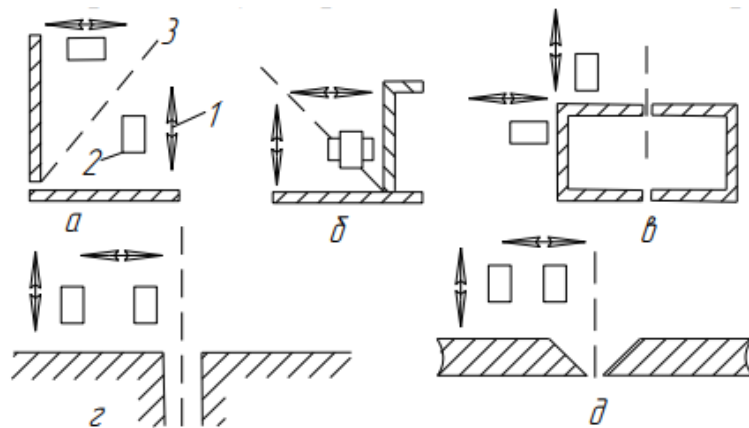


Рисунок 3.3 – Типи та конструкції зварних з'єднань: а – кутове (зсередини); б – таврове, з однією вузькою полицею; в – стикове (при точних розмірах елементів, що зварюються,); г – стикове, у вузький глибокий зазор; д – стикове, з обробленням кромки; 1 – напрямок переміщення; 2 – датчик; 3 – вісь зварювального електрода

Нижні шви найбільш зручні для виконання, так як розплавлений метал електрода під дією сили тяжіння стікає в кратер і не впливає зі зварювальної ванни, а гази і шлак виходять на поверхню металу. Тому по можливості слід вести зварювання в нижньому положенні.

Стикові шви без скосу кромки виконують наплавленням уздовж шва валика з невеликим розширенням. Необхідно гарне проплавлення крайок, що зварюються. Шов роблять з посиленням (опуклість шва до 2 мм). Після проварювання шва з одного боку виріб перевертають і, ретельно очистивши від патьоків і шлаку, заварюють шов з іншого боку.

Зварювання стикових швів з V-подібною обробленням при товщині кромки до 8 мм виробляють в один шар, а при більшій товщині - в два шари і більше. Перший шар наплавляють висотою 3 ... 5 мм електродом, діаметр якого 3 ... 4 мм. Наступні шари виконують електродом діаметром 4 ... 5 мм.

Перед наплавленням чергового шару необхідно ретельно очистити металеву щіткою оброблення шва від шлаку і бризок металу.

Після заповнення всієї оброблення шва виріб перевертають і вибирають невелику канавку в корені шва, яку потім акуратно зварюють. При неможливості підварити шов із зворотного боку необхідно дуже обережно визначати проварити перший шар.

Стикові шви з X-подібною обробленням виконують аналогічно багат шаровим швом по обидва боки оброблення.

Кутові шви в нижньому положенні краще виконувати в положенні 3«човник» (рис. 3.4а). Якщо виріб не може бути так встановлено, необхідно особливо ретельно забезпечити хороший проварена кореня шва і крайок, що зварюються

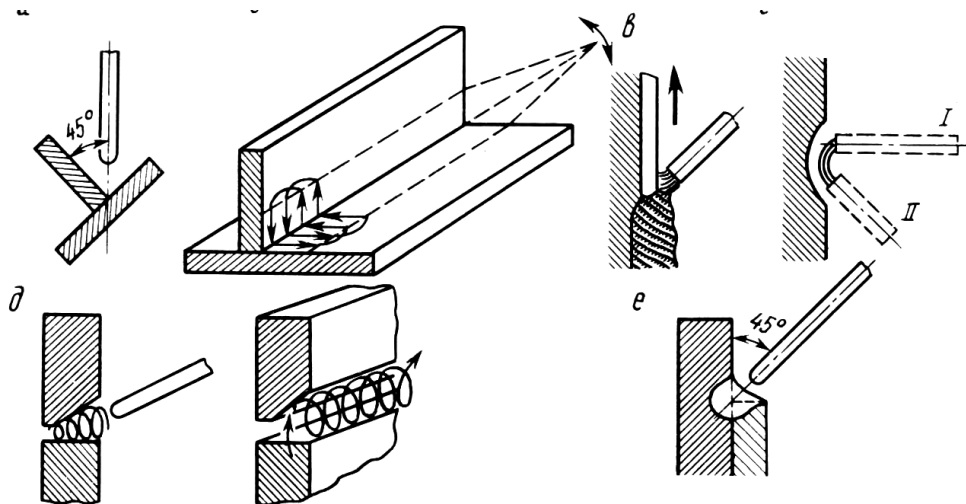


Рисунок 3.4 – Техніка виконання зварних швів

Зварювання слід починати з поверхні нижньої кромки і потім переходити через оброблення шва на вертикальну кромку, як показано на малюнку 3.4б. При накладенні багат шарового шва перший валік виконують нитковим швом електродом з діаметром 3 ... 4 мм.

При цьому необхідно забезпечити хороший проварена кореня шва. Потім після зачистки оброблення наплавляють наступні шари.

Техніка зварювання у вертикальному положенні відрізняється від зварювання в нижньому положенні. Зварювання одношарових швів починають з наведення ванни на всю площу поперечного перерізу оброблення, а при виконанні багатшарових швів - на площу перетину накладається шару. При накладенні одношарових валикових швів на конструкції товщиною 8 - 10 мм кут нахилу електрода до осі шва повинен становити не менше 110° .

При цьому дугу слід запалювати в корені шва і вести по одній з скошених крайок, проплавляючи його з затримкою дуги у краю зварювальної ванни на відстані 2 - 3 мм від поверхні зварної конструкції. Після утворення достатньої кількості розплавленого металу зварювальний дуга переміщається до кореня шва і перекладається на протилежну крайку стику. Далі процес повторюється. Зварювання за другою схемою відрізняється від першої переміщенням електрода за межі оброблення на 1 - 2 мм з затримкою в кромки, але при русі вгору.

Для отримання гладкого зворотного валика кореня шва кінець порошкового дроту пересувається по стику вперед в напрямку зварювання, виводячи дугу на нерозплавлений кромки в зазорі і переміщаючи її по розплавленій ванні.

При товщині конструкції 16 мм одношаровий шов можна виконувати за двома схемами за якими для більш рівномірного посилення кінець порошкового дроту додатково переміщують в поперечному напрямку з короткочасної затримкою в центрі перетину оброблення.

Техніка виконання першого шару багатшарових швів не відрізняється від техніки одношарових швів. У багатшарових швах шари розподіляються так, щоб кожен мав товщину 4 - 5 мм (рис. 11, в, г).

Другий і наступний шари накладають на зменшених вильоти дроту (30 - 50 мм). Кут нахилу електрода по відношенню до поздовжньої осі рову повинен становити не менше 110° .

Після виконання кожного шару поверхню шва необхідно ретельно зачищати від шлаку. Особливу увагу слід приділяти видаленню шлаку в місцях прилягання шару до поверхні крайок.

Щоб виключити непровари і зашлаковку на початку шва, дуга запалюється трохи вище і потім повертається до початку шва; можна застосовувати вивідні технологічні планки.

Якщо необхідно перервати зварювання при накладенні першого шару вертикального шва, то в місці перерви пропалюється отвір діаметром 5 - 6 мм. Зварювання триває на мінімальному вильоті дроту. зачистки поверхні застиглої ванни на мінімальному вильоті дроту.

Зварювання проводиться в два шари.

Діаметр електродного дроту діаметром - 4 мм.

Сила струму – 340-500 А.

Напруга дуги – 32-36 В.

Витрата захисного газу – 16-24 л / хв.

3.3. Вибір обладнання і пристосування

Для зварювання використовується автоматичне дугове зварювання.

Автоматизація і механізація процесу дугового електрозварювання на сьогоднішньому етапі розвитку науки є важливою в області вивчення зварювальної техніки.

Зварювання характеризується високою трудомісткістю та потребує кваліфікованих кадрів. Даний вид зварювання не може забезпечити однорідність продукції. Для зварних швів при ручному зварюванні зменшуються допустимі напруження.

До прогресивних технологічних процесів металообробки відносять автоматизацію дугового електрозварювання, оскільки наданому етапі розвитку техніки цей процес за ступенем автоматизації основних операцій вважається передовим.

Автоматизації добре піддаються всі основні види дугового зварювання. За ступенем механізації процесу розрізняють автомати і напіваавтомати. Для здійснення технологічного процесу автоматичного зварювання необхідно комплекс машин, механізмів і пристосувань. Всі вони що становлять автоматичну установку для виконання дугового зварювання.

Пристрій, що сприяє запалюванню дуги, подачу електродів по мірі їх згорання та забезпечує рівномірне горіння дуги, називається автоматичною головкою для дугового зварювання.

На сьогоднішній день знайшли широке розповсюдження автомати для зварювання плавким металевим електродом (рис. 3.5). В процесі ручного зварювання використовують короткі електроди. А при автоматичному зварюванні використовується електродний дріт великої довжини, в мотках або бухтах. Це дріт змотується механізмом автомата і подається в зону дуги по міру того, як вона плавиться.

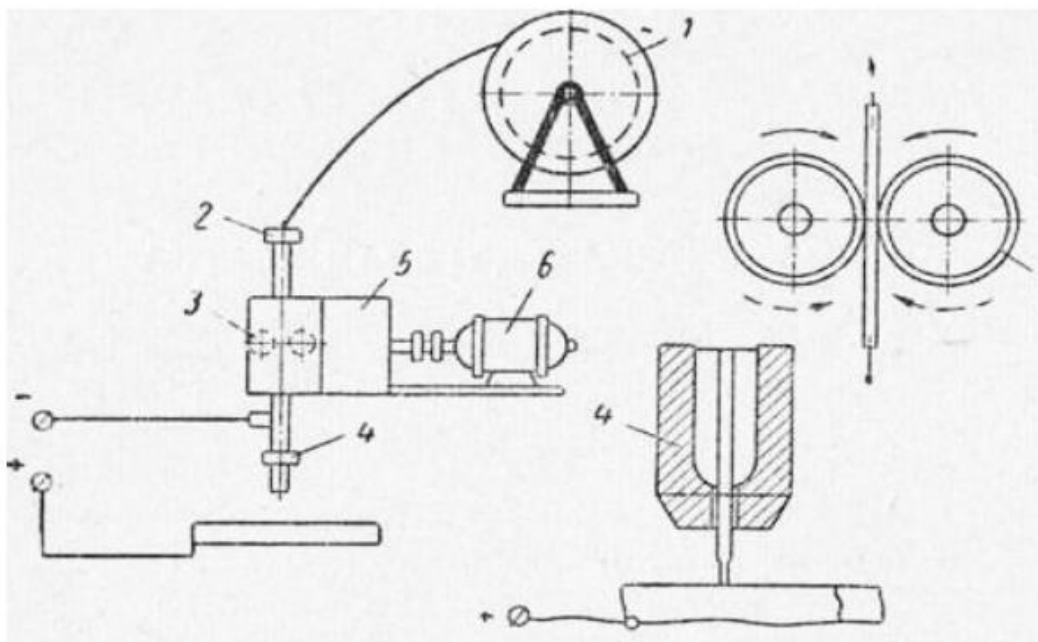


Рисунок 3.5 – Схема автомата для дугового зварювання металевим електродом:
 1 - барабан з бухтою електродного дроту; 2 - приймальня трубка для дроту; 3 -
 подаючі ролики; 4 - мундштук; 5 - коробка передач; 6 - приводний
 електродвигун

Через передавальний та провідні ролики дріт подається приводним механізмом електродвигуном автомата. Пройшовши провідні ролики, він надходить в мундштук автомата, де взаємодіє з струмоведучими контактами та проводить зварювальний струм, що живить дугу. Відстань від контактів до дуги невелика, тому автомат працює немов би безперервно поновлюючим електродом.

Важливою перевагою автомата є те, що зменшується нагрівання дроту джоулевим теплом і таким чином, створюється можливість застосування високої щільності струму в електродному дроті без його перегрівання. Подача дроту проводиться автоматично, відповідно до швидкості її плавлення. Це забезпечує постійність довжина дуги при згорянні дроту.

Процес регулювання зварювання в автоматі може бути здійснено декількома шляхами. Як варіант, можна синхронізувати швидкість подачі електродного дроту з напругою дуги та її довжиною. При однаковій довжині дуги і та напруги автомат подає дріт зі швидкістю, що дорівнює швидкості її плавлення. Якщо ж довжини дуги зменшується, то швидкість подачі дроту відповідно зменшується. Якщо ж відбувається процес короткого замикання, тобто напруга дуги падає практично до нуля, напрямок подачі електродів змінюється.

В такий момент електрод не подається вперед до основного металу, а відскакує від нього, і кінець електрода віддаляється від основного металу. Коли автомат вмикається, тоді кінець електрода ще не торкається виробу та дуга відсутня, напруга між електродом та виробом відповідає повній напрузі холостого ходу джерела струму.

Потім ця напруга сягає вище нормальної напруги дуги, тоді ж електрод подається вперед, до виробу. В момент, коли кінець електрода торкається рами і з'єднує безпосередньо дуговий проміжок, відбувається так зване реверсування подачі до запалювання дуги. Після запалювання дуги електрод подається вперед до виробу. Таким чином, довжина дуги підтримується автоматично з постійною точністю. Дана функція не є доступною для ручного зварювання.

Отже, дуговий автомат являє собою автоматичний регулятор. Він підтримує сталість режиму дугового зварювання по можливості незалежно від впливу зовнішніх і випадкових факторів, що збурюють.

За принципом регулювання розрізняють два основних види дугових автоматів:

- 1) автомати з регулюванням електричних величин;
- 2) автомати з постійною швидкістю подачі електрода.

При виконанні технологічного процесу зварювання важливе значення має сталість напруги дуги. Для цього необхідно наявність автомата, який забезпечуватиме сталість довжини дуги та процес зварювання збереже нормальний характер. Таким чином, регулювання сталості напруги дуги пропорційне регулюванню сталості її довжини.

Відповідно до вище викладеного матеріалу об'єктом автоматичного керування служить процес формування зварного з'єднання. Для переважної більшості способів зварювання його можна розглядати тріаду системи «джерело живлення – джерело нагрівання – виріб» (рис. 3.6), особливість якої полягає у висвітленні послідовності перетворення енергії

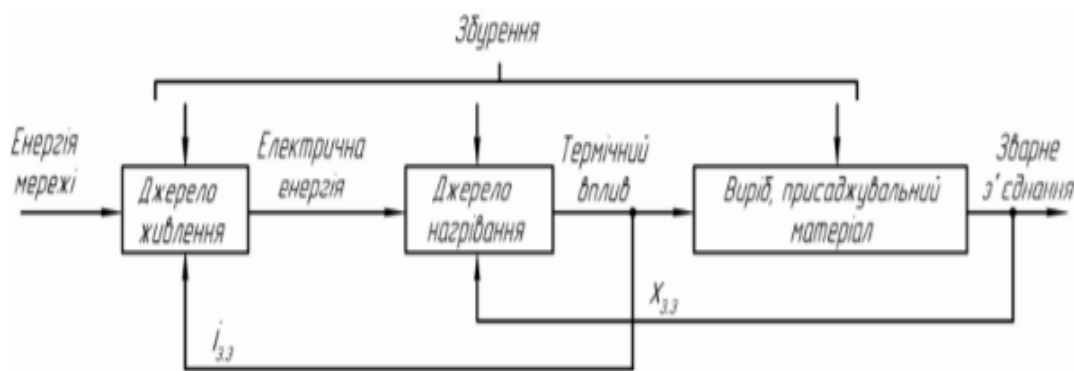


Рисунок 3.6 – Узагальнена схема зварювального процесу

Детальна схема зварювального процесу, а саме технологічного дугового зварювання, наведена на рис. 3.7. Представлена схема враховує основні взаємозв'язки, які характерні для дугового зварювання. Внутрішній замкнений контур I, який включає в себе джерело живлення, плавкий електрод і дугу,

сприяє реалізації процесу самовирівнювання енергетичних параметрів дуги, за допомогою саморегулювання плавлення електрода. Контур II має зварний шов, електрод, дугу і відображає величину впливу прогинання вільної поверхні зварювальної ванни і глибини провару відповідно на довжину дуги. Результатом роботи об'єкта є зварний шов. Даний шов характеризується геометричними параметрами, а саме - глибиною провару h , шириною b , опуклістю a .

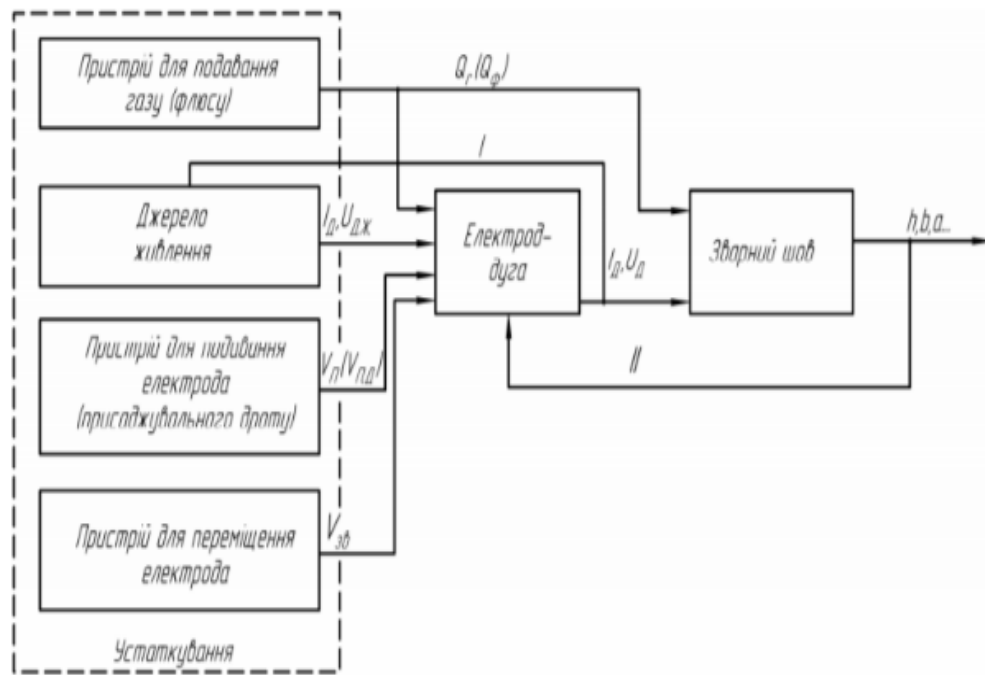


Рисунок 3.7 – Структура об'єкта керування у процесі дугового зварювання

3.4. Розрахунок параметрів режиму зварювання

При визначенні режиму зварювання необхідно так вибрати його параметри, щоб забезпечити отримання швів даних розмірів, форми і якості. В зв'язку з цим раціональніше проводити не вибір параметрів режиму зварювання, а їх розрахунок.

Зварювання бункера бурякозбирального комбайна проводимо тавровими та напустковими швами із катетами 4 і 5 мм, і кутовими - з катетом 2 мм. Типи і катети швів приймаємо з технологічних міркувань.

При розрахунку параметрів режиму зварювання необхідно в першу чергу забезпечити отримання заданого катету шва.

Проведемо розрахунок параметрів режиму зварювання, кутового з'єднання катетом шва 2 мм.

Визначаємо площу поперечного перерізу наплавленого металу при отриманні плоского шва за такою формулою [5, с.196]

$$F_H = \frac{K^2}{2}, \quad (3.1)$$

де K - катет шва, мм

Висоту наплавленого металу визначаємо за такою формулою [10, с.251]

$$h_H = \sqrt{F_H}, \quad (3.2)$$

$$h_H = \sqrt{2} = 1,4 \text{ мм.}$$

Ширину шва визначаємо як гіпотенузу прямокутного трикутника за формулою:

$$l = \sqrt{K^2 + K^2}, \quad (3.3)$$

$$l = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2,83 \text{ мм.}$$

Загальну висоту шва визначаємо із співвідношення [5, с. 188]

$$l = \psi_{\text{пр}} * H, \quad (3.4)$$

де $\psi_{\text{пр}}$ -коефіцієнт форми провару.

Приймаємо $\psi_{\text{пр}}=0,8$ [5, с.186].

$$H = \frac{2,83}{0,8} = 3,54 \text{ мм.}$$

Глибину проплавлення основного металу визначаємо за такою формулою [10, с.251]

$$h_0 = H - h_n, \quad (3.5)$$

$$h_0 = 3,54 - 1,4 = 2,14 \text{ мм}$$

Силу зварювального струму визначаємо за наступною формулою

$$I_{зв} = \frac{H_1}{k_n} * 100, \quad (3.6)$$

де k_n - коефіцієнт пропорційності, величина якого залежить від умов виконання зварювання, $k_n=1,75$ [5, с.493];

H_1 - глибина проплавлення основного металу, мм.

$$I_{зв} = \frac{2,14}{1,75} * 100 = 122,3 \text{ А.}$$

Приймаємо $I_{зв}=130 \text{ А.}$

Діаметр електродного дроту уточнюємо за такою формулою [5, с.193]

$$d_e = 1,13 \sqrt{I_{зв}/j}, \quad (3.7)$$

де j – допустима густина струму, А/мм.

Приймаємо $j=70 \text{ А/мм}$ [10, с.244].

$$d_e = 1,13 \sqrt{130/70} = 1,54 \text{ мм} \approx 1,6 \text{ мм} = 1,6 * 10^{-3} \text{ м.}$$

Напруга на дузі визначаємо за наступною формулою [5, с.194]

$$U_d = 20 + \frac{50 * 10^{-2}}{d_e^{0,5}} * I_{зв} \pm 1 \quad (3.8)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 * 10^{-2}}{1,6^{0,5}} * 130 \pm 1 = 25,1 \pm 1 = 24 \text{ В}$$

Швидкість подачі дроту визначаємо за такою формулою [10, с.246]

$$V_{пд} = \frac{4 * \alpha_H * I_{зв}}{\pi * d_e^2 * \gamma}, \quad (3.9)$$

де α_H - коефіцієнт наплавлення металу, кг/(А*год).

При зварюванні на постійному струмі зворотної полярності $\alpha_H = (11,6 \pm 0,4) \text{ г/(А*год)}$ [10, с.246], маємо $\alpha_H = 12 \text{ г/(А*год)} = 12 * 10^{-3} \text{ кг/(А*год)}$; γ – густина електродного дроту, кг/м³ ($\gamma = 7800 \text{ кг/м}^3$)

$$V_{пд} = \frac{4 * 12 * 10^{-3} * 130}{3,14 * (1,6 * 10^{-3})^2 * 7800} = 99,5 \frac{\text{м}}{\text{год}} \approx 100 \text{ м/год}$$

Швидкість зварювання визначається за наступною формулою [10, с.246]

$$V_{зв} = \frac{\alpha_H * I_{зв}}{F_H * \gamma}, \quad (3.10)$$

$$V_{зв} = \frac{12 * 10^{-3} * 130}{2 * 10^{-6} * 7800} = 100 \frac{\text{м}}{\text{год}}.$$

Значний вплив на якість зварного шва має витрата захисного вуглекислого газу. Необхідна для зварювання кількість газу залежить від режиму зварювання та від форми і розмірів виробу. Але, так як зварювання ведеться в суміші $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ з процентним вмістом кисню 30 % об'ємні витрати вуглекислого газу будуть рівними:

$$V_r = \frac{70 * 10}{100} = 7 \text{ л/хв.}$$

Таблиця 3.3 - Параметри режимів зварювання в суміші $\text{CO}_2 + \text{O}_2$

Катет шва К, мм		2	4	5
Діаметр електродного дроту d_e , мм		1,6	1,6	1,6
Струм зварювання $I_{зв}$, А		130	200	220
Напруга на дузі $U_{зв}$, В		24	27	30
Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.с}$ м/год		100	153	168
Швидкість зварювання $V_{зв}$, м/год		100	39	27
Об'ємні витрати, л/хв	CO_2	7	7	7
	O_2	3	3	3
Виліт електроду, мм		36	36	36

Відповідно об'ємні витрати кисню будуть становити 3 л/хв. Для діаметру електродного дроту 1,6 мм виліт електроду становить 18 ... 22 мм приймаємо виліт електроду рівний 18 мм. При зварюванні в суміші $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ використовується збільшений виліт електродного дроту, який не менше ніж у два рази перевищує довжину нормального вильоту. Тому виліт електроду приймаємо рівним 36 мм [18, с.12].

3.5. Вибір і обґрунтування зварювального устаткування та пристосувань

Устаткування для дугового зварювання в середовищі захисних газів може бути універсальним і спеціалізованим. Особливістю обладнання, яке використовується для зварювання в захисних газах є те, що воно включає в себе вузли, агрегати і допоміжні пристрої призначені для газового захисту металу шва і прилягаючої зони від дії повітря. Технічні і конструктивні особливості джерела живлення, апарата з приладами керування і регулювання процесу обумовлюються технологічним процесом зварювання в захисних газах.

Джерела живлення зварювальної дуги повинні відповідати вимогам:

- забезпечувати необхідні для даного технологічного процесу силу струму і напругу на дузі;
- мати необхідний вид зовнішньої характеристики, щоб виконати умову стабільного горіння дуги;
- мати такі динамічні властивості, які б забезпечували нормальне збудження;
- дуги і мінімальний коефіцієнт розбризкування.

Потужність джерела живлення визначається силою, необхідного зварювального струму для даного технологічного процесу [12, с. 129].

Для механізованого зварювання в середовищі вуглекислого газу використовують випрямлячі з жорсткими зовнішніми характеристиками. Промисловістю випускаються однопостові зварювальні випрямлячі з жорсткими зовнішніми характеристиками типу ВДГ і типу ВСЖ. Випрямлячі типу ВДГ пересувні, розраховані на повторно-короткочасний режим-роботи ПВ =60% при примусовому повітряному охолодженні.

Отже, відповідно до вимог, наведених вище, для зварювання рами вагонетки вибираємо випрямляч типу ВДГ-503-3 Випрямляч ВДГ-503-3 призначений для комплектування зварювальних напівавтоматів уніфікованої серії. Технічна характеристика випрямляча ВДГ-503-3 приведена в таблиці 3.4

Таблиця 3.4- Технічна характеристика випрямляча ВДГ-503-3 [5,с.137]

Номінальна робоча напруга, В	30
Номінальні сила струму, А	500
Напруга холостого ходу, В	—
Живляча номінальна потужність, кВА	—
Коефіцієнт корисної дії, %	72
Межі регулювання струму, А	40 ...315
Межі регулювання напруги, В	15 ...32
Зовнішня характеристика	жорстка
Кількість постів	
Маса, кг	210

Апарати, в яких подача електродного дроту механізована, а переміщення напівавтоматами. В напівавтоматах для зварювання плавким електродом в захисних газах електродний дріт з допомогою електричного приводу і механізму подачі подається з касети по гнучкому шлангу до зварювального пальника.

Підведення до пальника зварювального струму, захисного газу і ланцюгів керування також здійснюється гнучкими кабелями і трубками, об'єднаними в один шланг [12, с. 103].

Напівавтомат типу ПДГ-512 використовується для дугового зварювання у вуглекислому газі, він штовхаючого типу, відкритий, переносний.

Напівавтомат дозволяє зварювати кутові, таврові і напусткові шви. Технічна характеристика напівавтомату ПДГ-512 приведена в таблиці 3.5 [13, с.133].

Найбільш важливим вузлом будь-якого зварювального апарату є пальник. За допомогою пальника збуджується зварювальна дуга і здійснюється формування і направлення потоку захисного газу.

Таблиця 3.5- Технічна характеристика напівавтомату ПДГ-512

Номінальний зварювальний струм, А	515
Дримі ці електродного дроту, мм	0,8...2,0
Швидкість подачі електродного дроту,	100...960
Маса подаючого пристрою, кг	5
Джерело живлення	ВДГ-303

Конструкція зварювального пальника повинна забезпечувати: безпечність роботи, стабільність процесу зварювання, ефективний захист зони зварювання, мінімальне напилення розплавленого металу на сопло, легку зміну зношених деталей новими [12, с. 95].

Технічна характеристика серійного пальника типу ГДПГ-302 для напівавтоматичного зварювання плавким електродом в середовищі захисних приведена в таблиці 3.6 [13,с.137].

Таблиця 3.6-Технічна характеристика пальника ГДПГ-302

Номінальний зварювальний струм, А	315
Спосіб захисту	Газовий захист
Діаметр електродного дроту, мм	1,6...2,0
Довжина шлангу, м	2
Маса, кг	07

При виборі зварювальних пристосувань необхідно передбачити:

- можливість механізації чи автоматизації зварювальних операцій;
- оперативність та надійність базування і закріплення деталей чи виробу;
- зручність виконання складальних та зварювальних операцій [14, с.57].

З іншого боку для якісного та продуктивного виконання зварювальних операцій необхідно забезпечити:

- складання з'єднань з оптимальним зазором;
- доступність зони з'єднання для інструменту;
- раціональне чергування складальних та зварювальних операцій та відповідну послідовність накладання швів;
- позиціювання зварюваних кромок в просторі та відносне переміщення інструменту та виробу, яке відповідає оптимальним умовам зварювання [14,с.55].

Характерні наступні види механічного зварювального обладнання:

- кондуктори, що мають жорстку основу у вигляді рами або плити, на якій розміщені установчі та затискні елементи;
- стенди, на яких нерухома основа із установчими та затискними елементами додатково обладнана переміщу вальним пристосуванням;
- універсально-складальні пристосування, які мають основу у вигляді плити із Т-подібними пазами для розміщення та закріплення набору установчими та затискних елементів у відповідності конфігурацією виробу, який складається;
- переносні пристосування (зтяжки, струбцини, розпірки та інші), які застовуються головним чином при монтажі великих виробів [14, с.56].

Для виготовлення вузлів, з яких складається бункер самохідного бурякозбирального комбайна марки КБМ6-85010, з технологічних та конструкторських міркувань використовуємо у якості зварювальних пристосувань складально-зварювальні кондуктори, які мають жорстку основу у вигляді рами, на якій розміщені установчі та затискні елементи, які призначені для правильного розташування зварювальних деталей.

Для остаточного складання і зварювання бункера бурякозбирального комбайна використовують кантувач.

Кантувач призначений для встановлення виробу в зручне для зварювання положення шляхом повертання його навколо горизонтальної осі.

Вибір допоміжного зварювального обладнання.

З допомогою підйимально-транспортного обладнання в складально-

зварювальному виробництві здійснюється навантаження, транспортування, розвантаження, а також кантування заготовок, деталей, вузлів та готових виробів на всіх стадіях технологічного процесу.

Підіймально-транспортне обладнання можна розділити на дві основні групи: вантажопідіймальні та транспортувальні.

Основними вантажопідіймальними машинами в складально-зварювальному виробництві є електроталі та крани [15, с.188]. Електроталі виготовляються згідно ГОСТ 22584-77 та мають найбільшу вантажопідйомність 50 кН [16,с.325]. Електроталі з вантажопідйомністю 2,5 кН мають ручний привід переміщення, а вантажопідйомністю 10 кН і більше - електричний. Привід переміщення електроталі вантажопідйомністю 5 кН може бути як ручний, так і електричний. Швидкість переміщення стандартних електроталей становить 1200 м/год, швидкість піднімання - 480 м/год. Керування здійснюється з підлоги за допомогою підвісного кнопочового пульта керування [15, с.133]. Найбільша висота піднімання талей - 18 м [16, с.525]. Електроталь переміщується по однорельсовому шляху — монорельсу [15, с.188]. В зварювальному виробництві використовують різноманітні типи кранів, як переміщувальні — мостові, велосипедні, напівкозлові, так і стаціонарні постові. Найбільше розповсюдження отримали електричні мостові кранякі є універсальними підйомно-транспортним обладнанням, що обслуговує майже всю площу цехового прольоту, і в той час не займає виробничу площу.

До транспортних машин відноситься обладнання безперервного транспорту (конвеєри), візки, автотранспортувачі, електрокари, а також допоміжні пристрої (щитки та візки) [15, с.192]. З технологічних та конструктивних міркувань, при виготовленні бункера бурякозбирального комбайна, в якості допоміжного зварювального обладнання, як підіймально-транспортне обладнання використовуємо вантажопідйомну таль вантажопідйомністю 5кН, транспортуючу машину - самохідний візок, за допомогою якого здійснюються як місцеві, так і внутрішньо-цехові перевезення.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

4.1. Характеристика і аналіз потенційних небезпек в цеху

Процес зварювання вимагає дотримання певного комплексу правил техніки безпеки і охорони праці, які повинні відображатись 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 розвинути 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 електричний інструмент, 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.

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].

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]

4.2. Заходи пожежної безпеки при експлуатації обладнання

Дільниця рахується правильно спроектована у тому випадку, коли разом з вирішенням функціональних, міцнісних, санітарних та інших технічних і економічних вимог забезпеченні умови пожежної безпеки.

Всі будівельні матеріали по займанню поділяються на три групи:

- незгорючі, які під дією вогню або високих температур не наймаються і не обвуглюються (до них відносять більшість металів та матеріали мінерального походження);

- важкозгоряючі, які можуть займатися і продовжувати горіти тільки при постійній дії стороннього джерела займання наприклад, конструкції з дерева, які просоченні або покриті вогнезахисними сумішами);

- згоряючі, які можуть самостійно горіти після видалення джерела займання (до них відносять більшість пластичних матеріалів, в тому числі які застосовуються на будівництві).

Займання будівельних конструкцій визначають, як правило, по займанню матеріалів з яких вони виготовлені.

Підвищити вогнестійкість будівель та споруд можна облицюванням або обштукатурюванням металевих конструкцій. Перевагою користуються облицювальні матеріали, які мають мінімальну масу та мінімальний коефіцієнт температуропровідності.

Протипожежні стіни повинні бути виконанні з незгоряючих матеріалів, мати межу вогнестійкості не менше 2,2 годин і опиратися на фундаменти. Протипожежні стіни розраховують на стійкість з врахуванням можливості однобічного завалення перекриття та інших конструкцій при пожежі.

В умовах пожежі, крім високих температур, на будівельні конструкції впливають їх власна маса та експлуатаційні навантаження, а також додаткові статичні навантаження (від пролітої при тушінні пожежі води або уламків конструкції, що завалилася). В результаті вказаних впливів несучі конструкції деформуються та втрачають міцність.

Крім того, при пожежі конструкції можуть нагріватися до небезпечних [температур, прогоріти або отримати наскрізні тріщини, що може [привести до розповсюдження пожежі в суміжні приміщення,

Здатність конструкції чинити опір впливу пожежі на протязі певного часу при збереженні експлуатаційних функцій називається вогнестійкістю.

При проектуванні будівель необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинні покинути будівлю на протязі мінімального часу, який визначається найменшою віддаллю від місця їх знаходження до виходу назовні [27, с.357].

Як правило, виникнення пожежі в будівлях та спорудах супроводжується виділенням великої кількості диму, який затемнює приміщення та утруднює умови евакуації та гасіння пожежі. Крім того дим володіє задушливими властивостями.

Видалення газів та диму із приміщенням якому виникла пожежа, проводиться через віконні прорізи, аераційні ліхтарі, а також за допомогою спеціальних димових люків, конструкцій, що легко скидаються. Димові люки призначені для видалення продуктів згорання, забезпечення не задимлених суміжних приміщень та керування процесами горіння на пожежах (для того, щоб надати полум'ю бажаного напрямку).

Димові люки встановлюються у підвальних приміщеннях, в перекриттях складських та без ліхтарних виробничих будівлях [27, с.358].

4.3. Стійкість роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях

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:

- стійкості інженерно-технічного комплексу до дій зовнішніх факторів при аваріях, катастрофах, стихійному лихові, а також при застосуванні щодо них сучасної зброї;

- стійкості виробничої діяльності.

Під стійкістю роботи об'єктів, які не виробляють матеріальних цінностей, розуміють їх можливість виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій [28, с. 196]. Фактори, від яких залежить стійкість роботи об'єктів в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу:

- надійність захисту робітників і службовців;

- безпечність розташування об'єкту відносно зон можливих зруйнувань;

- можливість інженерно-технічного комплексу протистояти ударній хвилі будь-якого вибуху і уражаючим діям ядерної зброї;
- безперервність постачання електроенергією, паливом, сировиною, газом і всім необхідним для випуску продукції;
- надійність керування виробництвом, силами і засобами цивільної оборони;
- підготовленість підприємства до поновлення виробництва і проведення рятувальних і інших невідкладних робіт [28, с. 197].

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 [29,0.13].

Основні заходи по підвищенню стійкості, які проводяться на об'єктах у мирний час, передбачають: захист робітників та службовців і інженерно-технічного комплексу від наслідків стихійного лиха, аварій (катастроф), а також первинних та вторинних факторів ураження ядерного вибуху; забезпечення надійності управління та матеріально-технічного забезпечення світломаскування об'єкту; підготовку його до відновлення порушеного виробництва та переходу на режим в умовах надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі наведено удосконалену технологію виробництва бункера бурякозбирального комбайна шляхом застосування електродугового зварювання в середовищі захисних газів з автоматичним керуванням процесом зварювання.

У порівнянні із базовим у проектному варіанті запропоновано наступні зміни: частину немеханізованих затискних елементів замінено на пневматичні притискачі; замінено спосіб зварювання на більш раціональний; змінено планування ділянки, що дозволило ефективніше використовувати виробничі площі.

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.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чвертко А.И. Основы рационального проектирования оборудования для автоматической и механизированной электрической сварки и наплавки. - К.: Наукова думка, 1988. - 240 с.
2. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. -М.: Машиностроение, 1980. - 319 с.
3. ОСТ 23.2. 429-80. Соединения сварные сельскохозяйственных машин и тракторов. Общие технические требования. - Взамен ОСТ 23.2.429-73; Введ. 01.07.1981. -М.:ВИСХОМ, 1981.-26 С.
4. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 4- х т. Т.4 / Под ред. М.И., Клецкина. - М.: Машиностроение, 1969. - 536 с.
5. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. - М.: Машиностроение, 1977. — 432 с.
6. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989. - 640 с.
7. Сварка в машиностроении: В 4-х т.Т.4 / Под ред. Ю.Н. Зорина. - М.: Машиностроение, 1979. - 512
8. Теория сварочных процессов / Под ред. В.В. Фролова. - М.: Высшая школа, 1988. - 559 с.
9. Технология и оборудование сварки плавлением / Г.Д. Никифоров, Г.В.Бобров, В.М. Никитин и др.; Под ред. Г.Д.Никифорова. - М.:Машиностроение, 1986. - 320 с.
10. Ю.Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. - Л.: Машиностроение, 1987. - 461 с.
11. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б.Е. Патона. - М.: Машиностроение, 1974. - 767 с.
12. Сварка в машиностроении: В 4-х т.Т.2 /Под ред. А.И. Акулова. - М.: Машиностроение, 1978. - 462 с.
13. Александров А.Г., Заруба И.И., Пиньковский Н.В. Эксплуатация

сварочного обладнання. - К.: Будивельник, 1990. - 224 с.

14. Курчик С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве. - М.: Высшая школа, 1991. - 398 с.

15. Гитлевич А.Д., Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. - М.: Машиностроение, 1972. - 280 с.

16. Сварка в машиностроении: В 4-х т.Т.3 / Под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979. - 567 с.

17. Волченко В.Н. Контроль качества сварных конструкций. - М.: Машиностроение, 1986. - 152 с.

18. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. - Чинний від 01.07.1996. - К.: Держстандарт України, 1995. - 36 с.

19. Юрьев В.Т. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники. - М.: Машиностроение, 1972. -52 с.

20. Терещенко В.И., Либаков А.И. Выбор и применение способов сварки при изготовлении конструкций. - К.: Наукова думка, 1987. - 192 с.

21. Рымов Е.В. Новые сварочные приспособления. - JL: Стройиздат, 1988. -125 с.

22. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983. -277 с.

23. Гитлевич А.Д., Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. - М.: Машиностроение, 1979. - 280 с.

24. Потапьевский А.Г. Сварка в углекислом газе. - М.: Машиностроение, 1984.-80 с.

25. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів та курсової роботи по дисципліні “Організація, планування і управління машинобудівним виробництвом (ОПіУВ)” для студентів спеціальності “Обладнання і технологія зварювального виробництва”

/ І.С. Вовчак, О.І. Дубик, М.П. Галушак і ін. - Тернопіль.: ТШ, 1993.-40 с.

26. Охорона праці. Лабораторний практикум / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець. - К.: Основа, 1998. - 224 с.

27. Охорона труда в машиностроении / ЕЛ. Юдин, С.В. Белов, С.К.Баланцев и др. ; Под ред. Е.Я. Юдин, С.В. Белов. - М.: Машиностроение, 1983.-432с.

28. Губський А.І. Цивільна оборона. К.: Міністерство освіти, 1995. -216 с.

29. Повышение устойчивости работы объектов народного хозяйства в военное время / Под ред. Г.П. Димеденко. - К.: Вища школа, 1984.-232 с.

30. Гражданская оборона / Ю.В. Боровський, Г.Н. Жаворонков, Н.Д. Сердюков и др.; под ред. Е.П. Шубина. — М.: Просвещение, 1991. — 223 с.

31. Ансеров Ю.М., Дурнев В.Д. Машиностроение и охрана окружающей среды. - Л.: Машиностроение, 1979. — 224 с.

32. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды. М.: Стройиздат, 1988. -191 с.

33. Методичні вказівки до розділу дипломного проекту по охороні навколишнього середовища / І.П. Твердоступ, А.Д. Молчанов, О.А. Буняк. - Тернопіль.: ТШ, 1994. - 39 с.

34. Иванов М.Н. Детали машин. М.: Высшая школа, 1991. - 383 с.

35. Збірник російсько-українських термінів зварювання та споріднених технологій. - К.: НАН України. Інститут електрозварювання імені Е.О. Патона, 1995. - 78 с.

ДОДАТКИ