

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Обґрунтування параметрів процесу контактного шовного зварювання сільфона**

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи MT_м-61
спеціальності _____

131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

_____ **Олексієнко Н.М.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ **Барановський В.М.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ **Ткаченко І.Г.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ **Окіпний І.Б.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

РЕФЕРАТ

Актуальність теми. Шовне зварювання широко використовується для з'єднання внапуск металевих деталей товщиною від 0,3 до 4 мм. Як правило, вона забезпечує отримання міцних швів, коли кожна наступна точка перекриває на 25...40% попередню. Ці шви виконують, наприклад, при шовному зварюванні поперечних та поздовжніх швів обіцянок. Допустимо застосування шовного зварювання замість точкового щоб отримати ряд окремих точок (приклад - зварювання плоских панелей), а також для приварки до листа профілів жорсткості.

Метою дослідження є підвищення якості зварювання сільфона шляхом обґрунтування раціональних параметрів шовного контактного зварювання.

Об'єкт дослідження – технологічний процес зварювання сільфона.

Предмет дослідження – параметри якості поверхні при контактному шовному зварюванні.

Методи дослідження. Робота виконана з використанням сучасних положень зварювання та математичної статистики.

Отримані результати: запропоновано удосконалений процес шовного контактного зварювання сільфона та досліджено основні параметри якості поверхні.

Практичне значення. Отримані результати можна використовувати при розрахунку режимів зварювання при контактному шовному зварюванні.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра. Окремі результати роботи доповідались ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020.: ТНТУ, 2020.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, п'яти розділів, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить ___ сторінки, у тому числі ___ рисунки, ___ таблиць, бібліографії із ___ джерел на трьох сторінках.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

- 1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами. Актуальність теми роботи
- 1.2 Методи вирішення поставлених задач
- 1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

- 2.1 Характеристика об'єкту або предмету дослідження
- 2.2 Оброблення результатів досліджень
- 2.3 Висновки та пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень

3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- 3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва
- 3.2 Вибір обладнання та оснащення
- 3.3 Розроблення технологічного процесу виготовлення виробу
- 3.4 Конструювання спеціального оснащення та інструменту
- 3.5 Розрахунок режимів зварювання

4 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

- 4.1 Визначення основних і допоміжних площ цеху
- 4.2 Розробка планів компонування цеху та розміщення обладнання на ділянці

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Управління будь-яким технологічним процесом відбувається за допомогою зміни параметрів та режимів обробки. Оптимізація технологічних процесів проводиться для пошуку найкращого розв'язання задачі виготовлення деталей з найменшими витратами забезпечення заданої якості. Ефективність виробництва визначається тим, в якій ступеня оптимальності використовуються технології. Однак, хоча це завдання дуже важливе, питання оптимізації технології дуже непросте як з математичної, так і з практичної точки зору. При виборі методу зварювання конструктор, враховуючи зварюваність металу заготовок, повинен призначити тип з'єднання та забезпечити зручність виконання складально-зварювальних операцій. Підхід до вибору методу зварювання та конструктивного оформлення з'єднань для заводського та монтажного зварювання може бути різним. Тому розміри елементів та місця розташування монтажних швів призначають одночасно з вибором методу зварювання.

Вибір методу зварювання зазвичай включає призначення типу зварного з'єднання, прийомів його виконання та застосування присадного металу, а також термообробки (якщо це необхідно). Ці дані визначають механічні властивості зварного з'єднання і значення напруги, що допускається, що необхідно для розрахунків на міцність. На стадії робочого проектування конструктивне оформлення зварних з'єднань опрацьовується детальніше. На кресленнях вказують характер обробки кромки, допуски розмір з урахуванням припусків на наступну механічну обробку вузла чи виробу. Питання точності та стабільності розмірів конструкції, звичайно, не вичерпуються вибором методу зварювання.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами.

Актуальність теми роботи

Метод шовного зварювання є одним із видів зварювання для утворення герметичного з'єднання. Даний метод базується на принципі створення безперервної зони розплавлення. Алгоритм виконання шовного зварювання наступний: зварювальний струм підводиться від джерела живлення, переміщення деталей відбувається за допомогою дискових електродів - роликів різного діаметра. Дане з'єднання проходить аналогічно до точкового зварювання. З'єднувальні деталі встановлюють внапуск, стискають, нагрівають до розплавлення зварювальним струмом. [16] При чому процес розплавлення супроводжується пластичними деформаціями, у напрямку контакту «деталь-деталь» спостерігається течія металу та створюється специфічна полоска, яка є ущільнюючою та стримує розплавлений метал від виплескування.

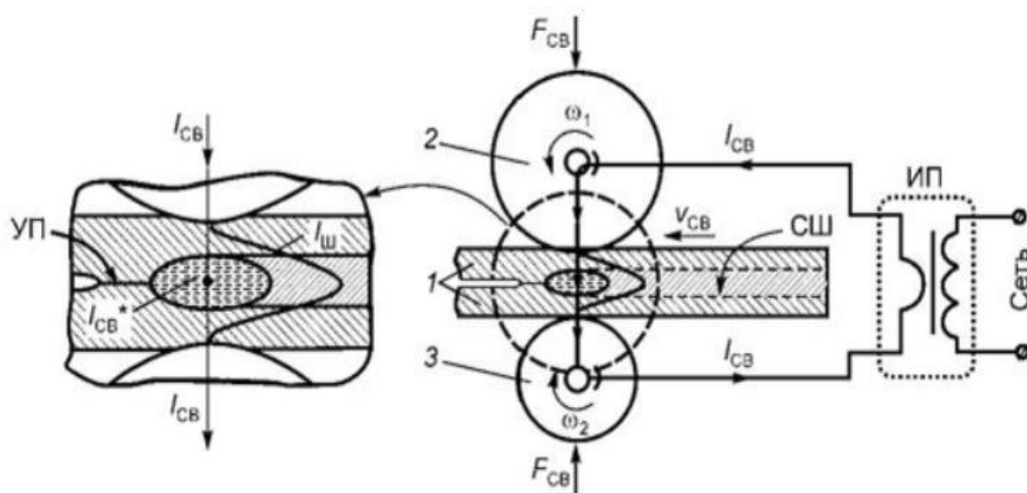


Рисунок 1.1 - Схема шовного зварювання:

1 - деталі; 2 і 3 – ролики - електроди.

Для шовного зварювання застосовують спеціальні машини, які обладнані роликівими головками та механізмами обертання роликів. Функціональне призначення роликів зводиться до переміщення деталей під час виконання технологічного процесу зварювання.



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд машини для шовного зварювання

Машини для обертання роликів поділяються на безперервні та переривчасті. Механізм безперервного обертання складається з пристрою для плавного регулювання швидкості обертання роликів. Як правило в якості такого механізму використовують безступінчастий варіатор швидкостей — муфту ковзання. Принцип роботи механізму переривчастого обертання базується на врахуванні роботи електродвигуна постійного струму з швидкістю обертання, яка регулюється.

Для шовного зварювання використовуються однофазні машини змінного струму типу МШ та машини типу МШВ із явищем випрямлення струму у вторинному контурі. Однофазні машини призначені для зварювання деталей зі сталі, конденсаторні машини – для мікро зварювання, машинах типу МШВ - для зварювання виробів з алюмінієвих сплавів.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд зварювальної шовної машини МШ-2203

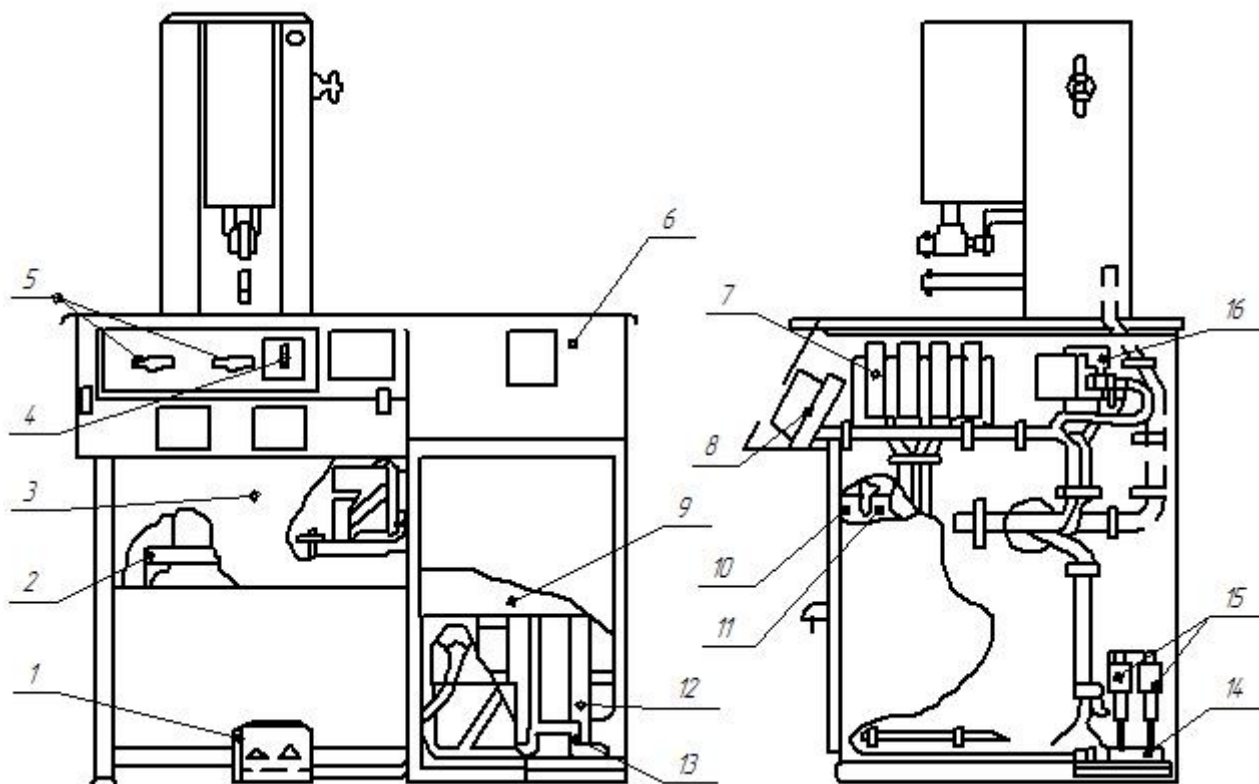


Рисунок 1.4 – Будова машини для шовного контактної зварювання

Шовне зварювання поділяють на три види залежності від характеру обертання роликів від виду протікання зварювального струму

1. Безперервне.
2. Крокове.
3. Переривчасте.

Процес безперервного шовного зварювання (рис.1.5а) відбувається при безперервному зварювальному струмі та переміщенні роликів. Використання безперервного струму сприяє підвищенню швидкості зварювання. Проте, даний вид шовного зварювання спричиняє перегрівання поверхні, що контактує з електродами. І як наслідок, на деталях утворюються вмінання та зменшується стійкість роликів.

Процес крокового шовного зварювання (рис.1.5б) супроводжується переривчастим включенням та кроковим переміщенням роликів зі певною швидкістю на протязі де-якого часу. За певний проміжок часу ролики зупиняються та відбувається утворення зварної точки певного діаметра. Значення швидкості переміщення роликів та період часу встановлюють так, щоб одержати якісний та герметичний зварювальний шов. [13] Сам факт зупинки роликів свідчить про те, що буде відбуватися охолодження деталі та зменшуватиметься вмінання на деталі. Даний вид зварювання є малопродуктивним, та характеризується високою якістю зварювання. За допомогою крокового шовного зварювання можна з'єднувати деталі великої товщини із високоміцних матеріалів.

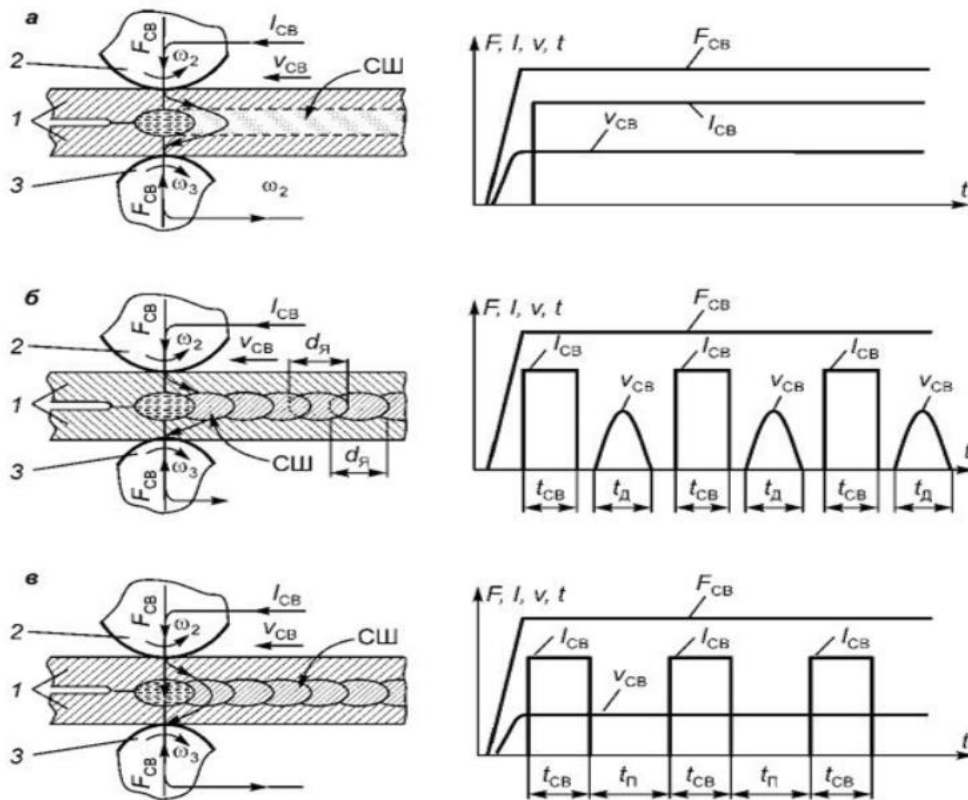


Рисунок 1.5 - Схеми процесів та циклограми шовного зварювання: а - з безперервним включенням та переміщенням роликів; б - з переривчастим включенням та переміщенням роликів; в - з безперервним переміщенням роликів та періодичним включенням; 1 - зварювальні деталі, 2 і 3 - ролики.

Процес переривчастого шовного зварювання (рис. 1.5в) відбувається з безперервним переміщенням роликів та з переривчастим струмом. За певний період часу проходить утворення зварної точки певного діаметру, при цьому ролики мають обертовий рух. Режими зварювання вибирають таким чином, щоб шви мали високу якість. [15] Цей спосіб зварювання широко використовується, постільки він поєднує в собі найкращі характеристики вище описаних способів - високі показники продуктивності, яка забезпечується безперервністю обертання роликів та високою стійкістю роликів.

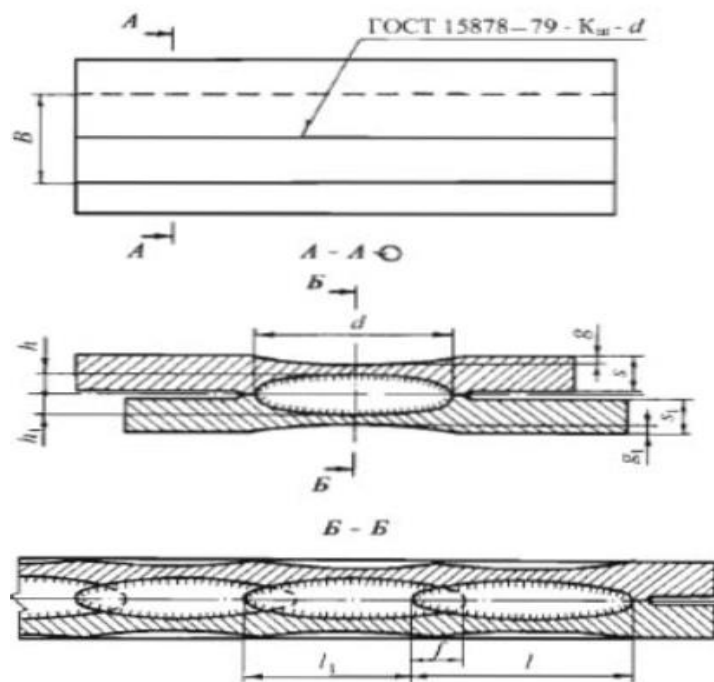


Рисунок 1.6 - Графічне зображення зварних з'єднань, що виконуються за допомогою шовного зварювання

Основні параметри шовного зварювання:

- крок точок - a , мм,
- зусилля на електродах - P , Н
- ширина робочої частини роликів - B , мм
- діаметр роликів - D , мм
- коефіцієнт циклу зварювання

З метою підвищення продуктивності роботи при зварюванні збільшують $V_{св}$, при враховуючи при цьому швидкість нагрівання та кристалізації. Для цього зменшують величини $t_{св}$ і $t_{н}$. Якщо товщина металу збільшується, то $V_{св}$ зменшують. Це пояснюється тим, що у зменшується час кристалізації та швидкість нагрівання. Показник $V_{св}$ збільшують, при роботі з металами високої теплопровідності. Швидкість зварювання визначається за виразом:

$$V_{св} = 0,06L_1 / (t_{св} + t_n) \quad (1.1)$$

де $L_1 = L(1 - f / L)$ - крок точок

$f = 25 \dots 40\%$ - перекриття точок

$t_{св}$ та t_n - відповідно довжина імпульсу струму та паузи, с.

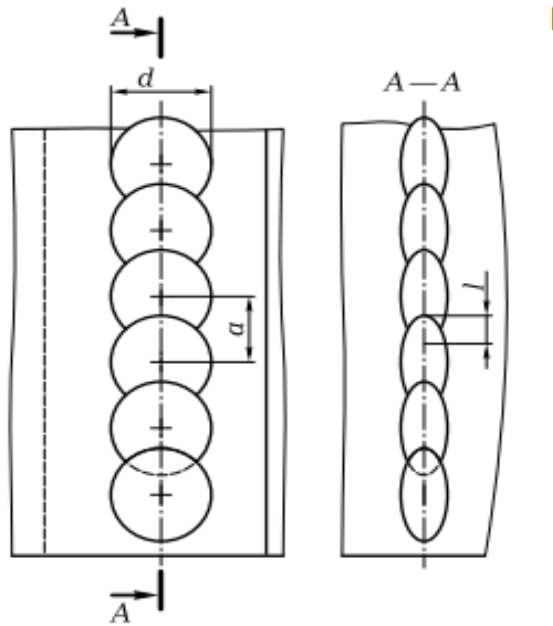


Рисунок 1.7 – Конструктивні елементи, виконані шовним зварюванням:

d -ширина шва, l - перекриття зварних точок, a – крок зварних точок.

При шовному зварюванні швидкості зварювання і шунтування струму в 1,5-2 рази більше, ніж при точковому зварюванні. Хоч перша точка шва відбувається за умов, які аналогічні до умов точкового зварювання.

При зварюванні першої точки шва умови формування з'єднання такі ж, як і при точковому зварюванні. Тому для цієї точки силу зварювального струму зменшують приблизно на 10-15% в порівнянні із силою струму, яка розрахована для всього шва. Це робиться з метою запобігання перегріву та виплеску металу. Щодо сили стиснення, то вона на 10...30 % вище при шовному зварюванні, аніж при точковому.

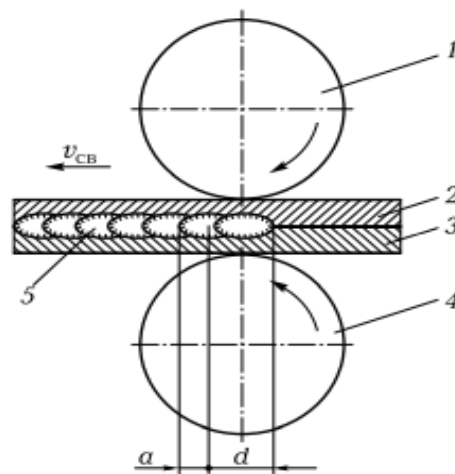


Рисунок 1.8 – Принципова схема шовного зварювання:

1, 4- верхні та нижні електроди, 2,3-деталі, 5- шов, a -крок зварних точок,
 d –діаметр зварної точки, $V_{св}$ - швидкість зварювання



Рисунок 1.9 – Одностороннє та двостороннє шовне зварювання

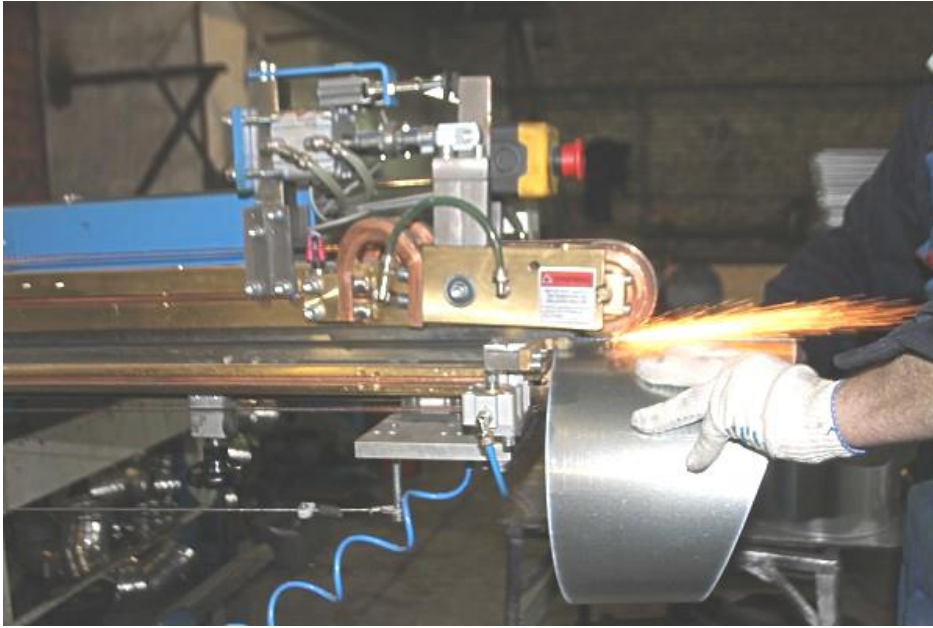


Рисунок 1.10 – Загальний вигляд процесу шовного зварювання

1.2 Методи вирішення поставлених задач

Відповідно до поставленого завдання для забезпечення основних вимог при зварюванні силфону можуть використовуватися наступні способи зварювання:

- 1) Ручне дугове зварювання штучними електродами;
- 2) Лазерне зварювання;
- 3) Електронно-променеве зварювання;
- 4) Автоматичне зварювання під шаром флюсу;
- 5) Напівавтоматичне зварювання в середовищі захисного газу (суміші газів);
- 6) Автоматичне зварювання серед захисного газу (суміші газів).

Аналіз 1-го методу.

Ручне дугове зварювання характеризується мобільністю обладнання і використовується для зварювання у важкодоступних місцях. До недоліків даного методу відноситься – мала продуктивність процесу та залежність якості зварного шва від практичних навичок зварювальника. [18]

Аналіз 2-го та 3-го способів.

Представлені методи зварювання застосовуються при зварюванні тугоплавких та хімічно активних металів. Використання цих методів передбачає значні витратами електроенергії та наявність сучасного обладнання.

Аналіз 4-го методу.

Даний метод відрізняється високою продуктивністю та використовується при виробництві конструкцій зі сталей та сплавів. А також цей метод характеризується стабільністю властивостей зварного з'єднання та низькою витратою зварювальних матеріалів. До недоліків можна віднести можливість виконання робіт тільки в нижньому положенні, тому що відбувається стікання розплавлених флюсу і металу при відхиленні площини шва від горизонталі. Даний метод використовують для протяжних швів.

Аналіз 5-го методу.

Даний спосіб вирізняється високою продуктивністю. Також цей спосіб характеризується рівномірною швидкістю зварювання, можливість використання кількох установок одночасно, високою автоматизацією.

Аналіз 6-го способу.

Зварювання в захисних газах передбачає з'єднування вручну, напівавтоматично або автоматично. При чому деталь в просторі може бути в різних положеннях, а товщина сягати від десятих часток до десятків міліметрів. Навіть при малих зварювальних струмах даний вид зварювання забезпечує стабільне горіння дуги.

Даний метод є малопродуктивний але дозволяє робити шви, які неможливо виконати на автоматичних установках.

Проте, зважаючи на технологічне виконання нашої деталі ми не можемо його використати.

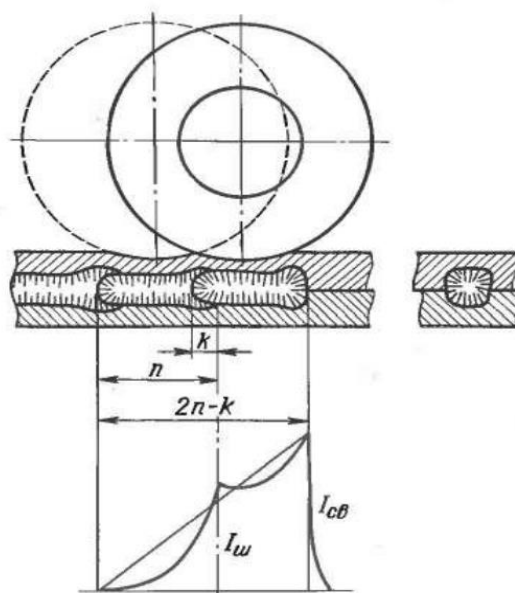


Рисунок 1.7 – Структура шовного з'єднання та схема шунтування зварного струму:

k – максимальний розмір перекриття точок; $I_{св}$ – зварювальний струм,

I_w – струм шунтування

Пропонуємо до використання – контактне шовне зварювання. Однак, при шовному зварюванні товстої деталі з тонкою, виникає ряд проблем. Так, при утворенні кільцевих швів, є питання зі зміщенням литого ядра в товсту деталь. Щоб ядро розташовувалося симетрично, треба технологічно вірно підібрати розміри робочої поверхні роликів та їх матеріал. Тоді відповідно тепловиділення підвищиться в зоні контакту та зменшення тепловідведення від тонкої деталі. Робимо висновок, що приймаємо за основу контактне шовне зварювання та застосовуємо бронзові електродів. Технологічний процес проектуємо таким чином, щоб конструкція електродів дозволяла правильно орієнтувати деталі та фіксувати їх для зварювання. Для виконання шовного зварювання використовуємо контактну шовну машину МШ-1601.

1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

На основі проведеного аналізу видів зварювання сильфонів і застосованого обладнання для його виконання можна зробити такі загальні висновки:

- сучасний підхід до виготовлення зварних конструкцій вимагає забезпечення необхідних показників якості зварних виробів, таких як міцність конструкції, точність виготовлення зварного виробу, зменшення технологічних витрат на його виготовлення;

- шляхами вирішення цих напрямків є зменшення енергетичних витрат і витрат розхідних матеріалів шляхом застосування контактного шовного зварювання сильфона за рахунок обґрунтування раціональних параметрів і режимів його виконання;

- застосування контактного шовного зварювання сильфона дозволить підвищити якість зварного виробу та покращити його технологічні показники та експлуатаційні характеристики.

Тому задачами дослідження є:

- провести аналіз існуючих способів і технологій зварювання деталей циліндричної форми та виявити їх переваги та недоліки;

- на основі аналізу удосконалити спосіб шовного контактного зварювання та обґрунтувати раціональні параметри та режими зварювання сильфона;

- дослідити процес розподілу струму по площі зварного з'єднання при зварюванні сильфона методом контактної шовної з'єднання.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об'єкту або предмету дослідження

Першою стадією технологічного процесу зварювання є стиснення деталей електродами. Дана операція проводиться у зоні зварювання для створення оптимальних умов для контакту електрод – деталь та деталь – деталь. (рис. 2.1).

До характеристик контакту відносим опір та площу. [20] Опір впливає на кількість виділення теплоти за законом Джоуля – Ленца. Так, для випадку контакт деталь - деталь вираз має вигляд:

$$Q_{\text{ДД}} = I_{\text{СВ}}^2 R_{\text{ДДср}} \cdot t \quad (2.1)$$

де $I_{\text{СВ}}$ і $R_{\text{ДДср}}$ - зварювальний струм та середній опір контакту;

t - час контакту (часу зварювання).

Тепловиділення в контакті деталь - деталь повинно досягати оптимального значення за інтенсивністю.

Контактний опір залежить від сили стиснення поверхонь, що контактують між собою та від їх стану :

$$R_{\text{конт}} = \frac{R_0}{R_{\text{СВ}}^\alpha} \quad (2.2)$$

де R_0 - опір контакту при силі стиснення поверхонь;

$F_{\text{СВ}}$ - зварювальна сила;

α - коефіцієнт, що залежить від типу металу деталей.

Аналізуючи формулу (2.2), робимо висновок, що контактний опір можна регулювати. На величину контактного опору значною мірою впливає шорсткість поверхні та стан чистоти поверхні.

Таким чином, другим фактором для оптимізації величини контактних опорів є ретельне очищення поверхонь забруднень.

Постільки, в цей момент в контакті деталь - деталь опір найбільший, то і тут буде виділятися найбільша кількість теплоти виділяється А це сприяє інтенсивному нагріванню шарів металу, які прилягають до лінії контакту. Також приконтатні шари зазнають пластичного деформування під впливом сили F_{cv} . При появі в зоні контакту рідкого металу контактний опір $R_{дд}$ зникає повністю. [21]

Після факту зникнення опору $R_{дд}$, активними джерелами виділення теплоти стають опори деталей $2R_{д}$:

$$R_{д} = A\rho_T 4S / (\pi d_e^2) \quad (2.3)$$

де $A < 1$ - коефіцієнт, що відображає розширення зони струму в деталях (див. рис. 2.1);

ρ_m - питомий опір матеріалу.

Зоною виділення тепла стає сам метал центральної зони. Де і збирається тепло, та спостерігається передача її малої кількості в електроди, тому що відстань центральної зони теплоутворення до них є великою.

Якщо товщини деталей є однаковими, то тепловідведення із зони колишнього контакту в електроди матиме чітко симетричний характер. В цьому місці спостерігається накопичення теплоти та утворення рідкого ядра.

Функція рідкого ядра разом з підвищеним питомим опором матеріалу є перерозподіл протікання зварювального струму. А саме, в самому об'ємі ядра щільність струму знижується, а за його межами - збільшується.

Процес зростання щільності струму в периферійних зонах з ядром замінює втрати теплоти в метал і сприяє збільшенню ядра в радіальному напрямку.

При процесі плавлення збільшується об'єм рідкого металу і відповідно буде спостерігатися його витікання. Отож, до моменту утворення рідкого ядра по його периметру необхідне створення зони ущільнення. Витікання металу зменшує його об'єм, а відповідно, зменшується діаметр ядра. Від цього міцність з'єднання буде значно погіршуватися.

За рахунок пластичної деформації нагрітого металу створюється зона ущільнення навколо рідкого ядра, за допомогою зварювальної сили F_{cv} (рис.2.1).

Нагрітий метал витискається під дією сили $F_{св}$, утворюючи обвідок по периметру вм'ятини і зазор між деталями. При цьому створюється зона ущільнення навколо рідкого ядра та розширюється величина зазору.

Створення зони ущільнення навколо рідкого ядра усуває виливання металу. Коли спостерігається внутрішній тиск рідкого металу тверді шари, то вони під електродами скупчуються, останні розсовуються в осьовому напрямку. [22]



Рисунок 2.2 – Утворення з'єднання методом шовного зварювання

Зони ущільнення навколо рідкого ядра закриває його та захищає від попадання повітря, що виключає окислення металу. Друга стадія процесу зварювання завершується утворенням рідкого ядра номінальних розмірів.

Третя стадія технологічного процесу зварювання - кристалізація рідкого металу ядра. Даний процес починається після вимкнення зварювального струму. Кристалізація відбувається під дією стиснення та охолодження з боку

електродів. За визначенням, сила стиснення на етапі кристалізації зветься кувальною.

При кристалізації атоми металу в межах кристалів розташовуються в чіткому порядку в кристалічній решітці. Атоми вступають в хімічну реакцію, утворюючи металеві зв'язки між ними. Отже, при процесі шовного зварювання з'єднання формується з рідкої фази при кристалізації.

Аналіз трьох стадій процесу шовного точкового зварювання показує роль тиску та нагріву у формуванні зварного з'єднання. Для утворення металевих зв'язків провідний фактор - це нагрівання. Він забезпечує утворення рідкого ядра, в обсязі якого при кристалізації формується зварна точка.

Проведений аналіз трьох стадій процесу шовного зварювання вказує на визначальну роль тиску та нагрівання у формуванні зварного з'єднання. Для утворення металевих зв'язків важливий фактор - це нагрівання. Саме нагрівання забезпечує утворення рідкого ядра, в якому при процесі кристалізації і починає формуватися зварна точка.

2.2 Оброблення результатів досліджень

В сучасній практиці найбільше розповсюдження має метод шовного зварювання з перервним процесом. Під час цього процесу ролики повертаються без зупинки, а зварний струм включається на деякий час $t_{ш}$ після певної паузи $t_{п}$. Кожна одинарна точка в такому циклі отримується пролонгованою. При цьому виді зварювання дуже добре проявляються два електричних ефекти. Це – явище шунтування зварного струму та зімкнення ліній струму його магнітним полем. На рис. 2.3 зображено схему переміщення роликів. [20]

Розглянемо момент, коли ролики після зварювання деякої точки довжиною n перемістилися ьз зони, яка показана штриховою лінією в зону, зображену суцільною. Ролик достатньо добре контактує з металом, по всій довжині від лінії 3 до 4. В цей момент включається імпульс струму довжиною $t_{м}$.

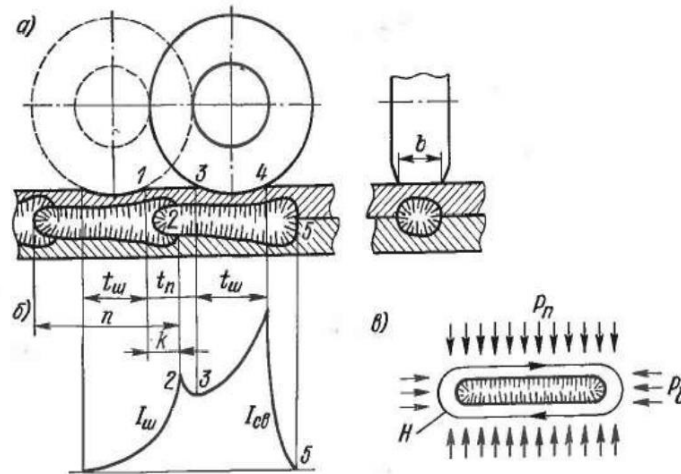


Рисунок 2.3 –Формування зварного шва при переривчастому включенні зварного струму та неперервному обертанні роликів (а), розподіл струму в металі (б), схема руху магнітного поля (в)

Як бачимо з рисунка, за час t_n утворилася непроварена ділянка від лінії до 2 до 3. Саме ця ділянка проварюється струмом шунтування, який розподіляється в момент включення струму зварювання (рис. 2.3 б) по ешюрі.

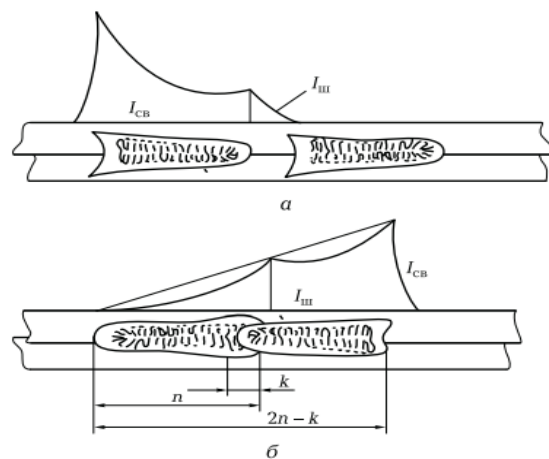


Рисунок 2.4 – Розподіл струму по зварних з'єднаннях: I_{cv} та I_w – відповідно струм зварювання та струм шунтування, n – довжина ядра в напрямку зварювання, k – перекриття ядер.

Якщо при точковому зварюванні струм шунтування шкідливий, то при шовному зварюванні він має велику користь. А саме за допомогою нього створюється плотний шов, шляхом перекриття кожної наступної точки попередньою.

Велику роль при шовному зварюванні має ефект магнітного тиску. Контакт ролика з металом відбувається по лінії, коли n більше ширини ролика b . Це і є основною причиною нерівномірності тиску, який створюється на лінії струму власним магнітним полем. А це приводить витягуванню струму, як в бік шунтування його в попередню точку, так і в бік руху ролика ще у непроварену ділянку. Ці дві причини дають змогу час паузи зробити рівним часу включення, а в деяких випадках і зменшити. Але поряд з тим отримати якісний шов із перекриттям k . [8]

Розглянемо кількісну сторону даного виду шовного з'єднання.

$$Q_n = I^2 \rho_{uw} h t_{uw} / d_{mu}^2 \quad (2.4)$$

де, I – струм другого контуру;

ρ_{uw} -питомий опір металу;

h – висота розплавленого ядра;

d_{mu} - діаметр точки, яку залишає ролик.

Втрати енергії в метал під час зварювання та під час паузи:

$$q_n = T_{nl} \sqrt{\lambda \cdot \gamma \cdot c} \cdot S \cdot \sqrt{t_{uw} + t_n} \quad (2.5)$$

В цьому виразі площа S , яка відводиться теплопровідністю $S = n \cdot \delta$,

де δ - товщина металу, що зварюється на довжину точки n .

Аналогічно до розрахунків точкового зварювання, можемо записати:

$$d_{mu}^2 = P / \sigma_T, \quad (2.6)$$

де P – сила затиску роликів;

σ_T - границя текучості холодного металу.

Тоді одержимо

$$K_{uw} = \frac{Q_n}{q_m} = \frac{I^2 \rho_T h t_w}{d_{mu}^2 T_{nl} \sqrt{\lambda \cdot \gamma \cdot c \cdot S \cdot \sqrt{t_w + t_n}}} \quad (2.7)$$

Після перетворень кінцева формула:

$$K_{uw} = \frac{I^2 \rho_T h t \sigma_m}{T_{nl} \sqrt{\lambda \cdot \gamma \cdot c \cdot \delta \cdot v \cdot \sqrt{t_w + t_n} \cdot P}} \quad (2.9)$$

Сила струму визначатиметься за формулою:

$$I = A d_{mu} / \rho_T \quad (2.10)$$

Дані залежності будуть перевірені в подальших розрахунках.

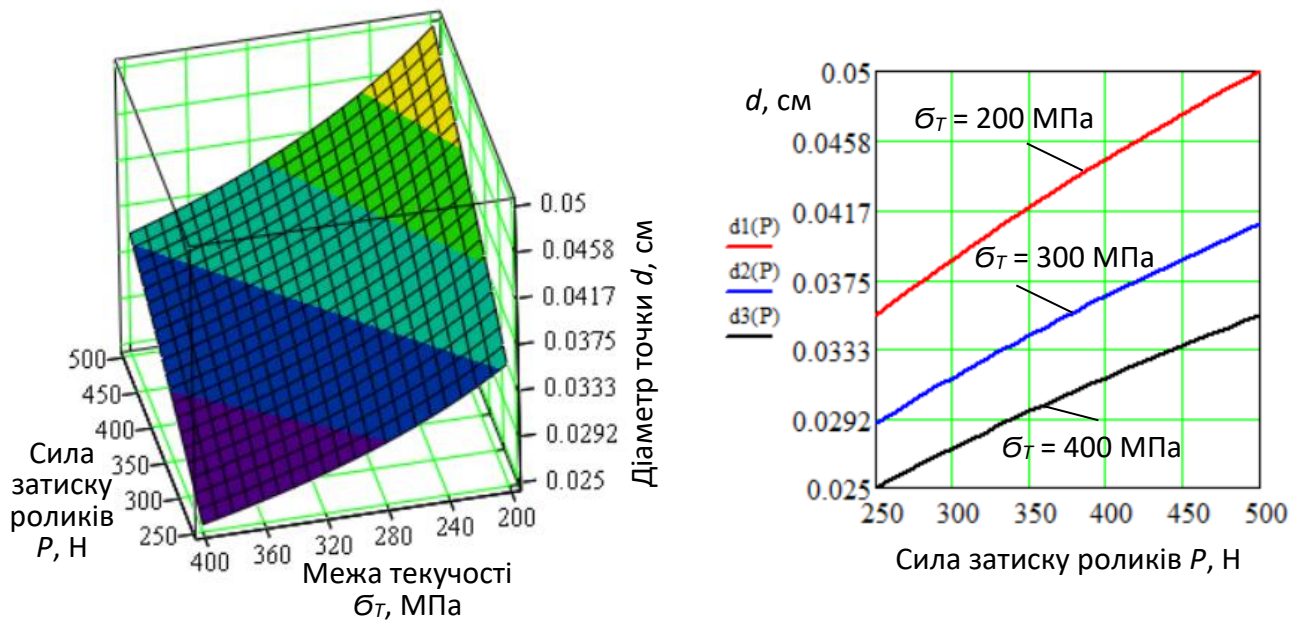


Рисунок 2.5 – Залежність сили затиску від діаметру роликів

2.3 Висновки та пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень

Таким чином, запропонований спосіб зварювання сільфона, який реалізується за рахунок застосування контактного шовного зварювання,

дозволяє підвищити показники якості зварного шва в системі «деталь-деталь» шляхом обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи процесу зварювання.

Досліджено процеси формування званого шва при переривчастому включенні зварного струму та неперервному обертанні роликів під час зварювання сільфона та розподіл струму в металі шва, що дозволяє обґрунтовувати тепло-фізичні та фізично-магнітні явища, які виникають між контактами (роликами) зварювального пристрою.

Результати дослідження можуть бути запропоновані виробництву для зварювання виробів циліндричної форми з тонкими стінками.

3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва

Сильфон є тонкостінною металевою трубкою або камерою з гофрованою бічною поверхнею (рис. 3.1). Сильфони виготовляють з латуні, фосфористої та берилієвої бронзи та нержавіючої сталі. Найбільш широко сильфони застосовують у пневмо-і гідравтоматиці як чутливі елементи, що реагують на зміну тиску газу або рідини, що діє на дно сильфона, а також як гнучкі з'єднання трубопроводів, компенсаторів температурних подовжень, пружних розділювачів середовищ і т. п. Стіни сильфона для роботи при великих різницях тисків і в агресивних середовищах виготовляють 2-, 3- та 4-шаровими.

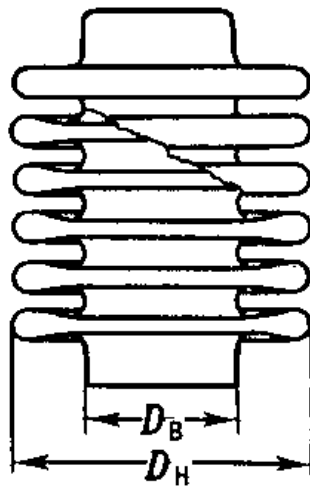


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд сильфона

Сильфони виготовляють з металів і лише для роботи при невеликих тисках - з неметалевих матеріалів (гуми та різних пластиків). Металеві сильфони бувають одно та багат шарові. Багат шарові сильфони при одній і тій же загальній товщині, що і одношарові, допускають значно більший хід при однаковому навантаженні. Допустимий тиск - для неметалевих сильфонів до 2-3 кг/см², для одношарових металевих сильфонів малих діаметрів до 30 кг/см². Багат шарові сильфони, які виготовляють із нержавіючої сталі застосовують

для робочих тисків до 150 кПа. Такі сифони застосовують при низьких та високих температурах. Термін експлуатації металевого сифона визначається загальним числом ходів певної величини до руйнування будь-якої його хвилі. Зазначене число ходів напряду залежить від розміру і частоти- деформацій. При збільшенні зазначених показників знижується довговічність сифона. Зміна довжини сифона – це процес його розтягнення та стиснення. Рекомендується максимальне переміщення металевого сифона - 25% його вільної довжини, із них на стиск - 15% і на розтяг - 10%.

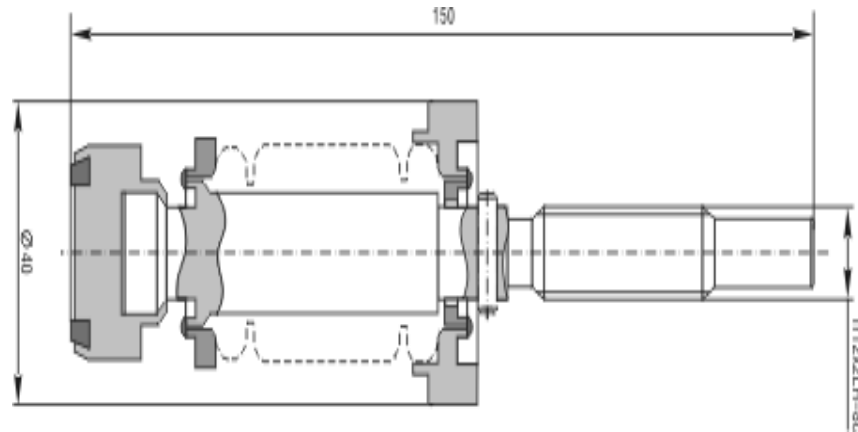


Рисунок 3.2 –Схема вузла

Герметичність арматури забезпечується сифонним вузлом. Він складається з гофрованого патрубку з нержавіючої сталі. Під дією навантаження сифон має здатність до деформації. Проте, він зберігає свої властивості герметичності. Сифонні вузли застосовуються в запірних клапанах, регуляторах тиску, в запобіжних клапанах СППК та іншій арматурі. [1]

Вид деформації сифона під час його експлуатації визначається конструктивним виконанням компенсатора. Компенсатори поділяються на такі основні групи за видом деформації сифона:

- осьові;
- зсувні;
- поворотні просторові;
- одноплщинні;

- поворотні;
- універсальні;
- зсувно-поворотні.

Фланці служать для герметичного з'єднання труб і трубопровідної арматури, валів та інших деталей, що обертаються. Переважно фланці використовують комплектом.

Форма ущільнювальної поверхні фланця, який використовується в трубопроводах залежить від тиску середовища, профілю та матеріалу прокладки. Гладкі ущільнювальні поверхні з прокладками з картону, гуми та пароніту застосовуються при тисках до 4 Мн/м, поверхні з виступом на одному фланці та западиною на іншому з азбо-металевими та паронітовими прокладками – при тисках до 20 Мн/м², фланець з конічною ущільнювальною поверхнею - при тиску вище 6,4 Мн/м².

Розглянемо основні види фланців та сфери їх застосування. Фланець сталевий плоский приварний - монтується на трубу та приварюється двома зварними швами. Фланець сталевий приварний встик монтування передбачає лише один з'єднувальний зварний шов.

Стальний вільний фланець на приварному кільці має такі частини - фланець та кільце. Такі фланці відрізняються зручністю монтажу. Адаже до самої труби приварюється тільки кільце, а сам фланець залишається вільним. Така конструкція забезпечує добре стикування болтових отворів вільного фланця з такими ж отворами фланця арматури. Сфера їх використання – монтаж трубопровідної арматури у важкодоступному місці або при потребі частих ремонтів фланцевих з'єднань.

Важливою конструктивною особливістю зі фланцевими з'єднаннями є тиск, який може витримати з'єднання. Норма показників тиску залежать від геометричних розмірів фланця та від способу виконання ущільнювальної поверхні.

Ще одною характерною особливістю фланця є матеріал виготовлення., Фланці виготовляються з вуглецевих та легованих сталей та нержавіючих сталей.

Марки сталі підбираються з урахуванням робочої температури, тиску та виду середовища, що транспортується в трубопроводі.

При підборі фланцевого з'єднання необхідно враховувати наступні параметри: робоче середовище, робочу температуру, робочий тиск, зовнішнє середовище.

Крім перерахованих факторів на вибір кріплення впливає і матеріал виготовлення фланця.

В нашому випадку використовуємо матеріал сталь 20Х13. Конструкції з кріпленнями з цієї марки сталі має широкий діапазон показників за тиском і температурою.

Також у наш виріб, крім сільфона та фланця, входять ще кільце та циліндр. Всі ці деталі виготовляються із сталі 12 Х18Н10Т.

Хімічний склад у % сталі 12Х18Н10Т

C	Si	Mn	Ni	Cr	Ti
0.09 - 0.10	0.43 - 0.46	1.14 – 1.46	8.95 - 10.65	17.44 - 18.00	0.49 - 0.58

3.2 Вибір обладнання та оснащення

Машина конденсаторна МШ-1601 призначена для контактного шовного зварювання внапуск виробів із чорних металів та сплавів товщиною 0,1 до 1,0 мм, кольорових металів та сплавів товщиною 0,1 до 0,7 мм. [6]

Таблиця 3.1 -Технічні дані машини МШ-1601

1. Найбільший вторинний струм, як	20±2,0
2. Найбільше значення змінного струму підігріву, кА, щонайменше	3,0
3. Найбільше значення змінного струму відпалу, кА, щонайменше	3,0
4. Номінальний тривалий вторинний струм, кА, щонайменше	2,0
5. Зусилля стиснення електродів, даН	100
найбільше, не менше	
найменше, не більше	8

6. Найбільша енергія, що запасасться, Дж	540
7. Ємність батареї конденсаторів, мкФ	1200±20
найбільша	200±20
найменша	
8. Напруга на батареї конденсаторів	200±30
найменше	950±50
найбільше	
9. Тривала потужність при зарядці, кВА, трохи більше	1,3
10. Тривала потужність при підігріві та відпалу, кВА, не більше	2,7
11. Коефіцієнти трансформації зварювального трансформатора	108,144,180,216
12. Номінальний виліт верхнього електрода, м	0,2
13. Номінальний розчин електродів, м	0,055
14. Хід верхнього електрода, м	15±2,0
робітник	
додатковий	
15. Найбільше взаємне зміщення електродів, мм, трохи більше	25±3,0
16. Найбільше вертикальне зміщення електродів, мм, не більше	0,25
17. Максимальна короточасна продуктивність, св/хв, не менше	2,0
18. Максимальна середньогодинна продуктивність, св/год, не менше	80
19. Маса, кг, не більше	1690
20. Витрата охолодної води, л/год, не більше	360
21. Витрата стисненого повітря, приведена до вільного стану (продуктивність 1690 св/год, зусилля стиснення 100 даН, хід верхнього електрода 15 мм), МЗ, не більше	360
	1
22. Габарити	
довжина	832
ширина	722
висота	1535
Зміст дорогоцінних та кольорових металів та сплавів. Сумарна маса дорогоцінних металів, що міститься в комплектуючих частинах виробу:	
Золото	0,012 г
Срібло	17,118 г
Платина	0,132 г
Сумарна маса кольорових металів та їх сплавів, що містяться у комплектуючих частинах виробу:	
Алюміній	11,3 кг
Мідь	25,25 кг
Латунь	0,78 кг
Бронза	5,5 кг

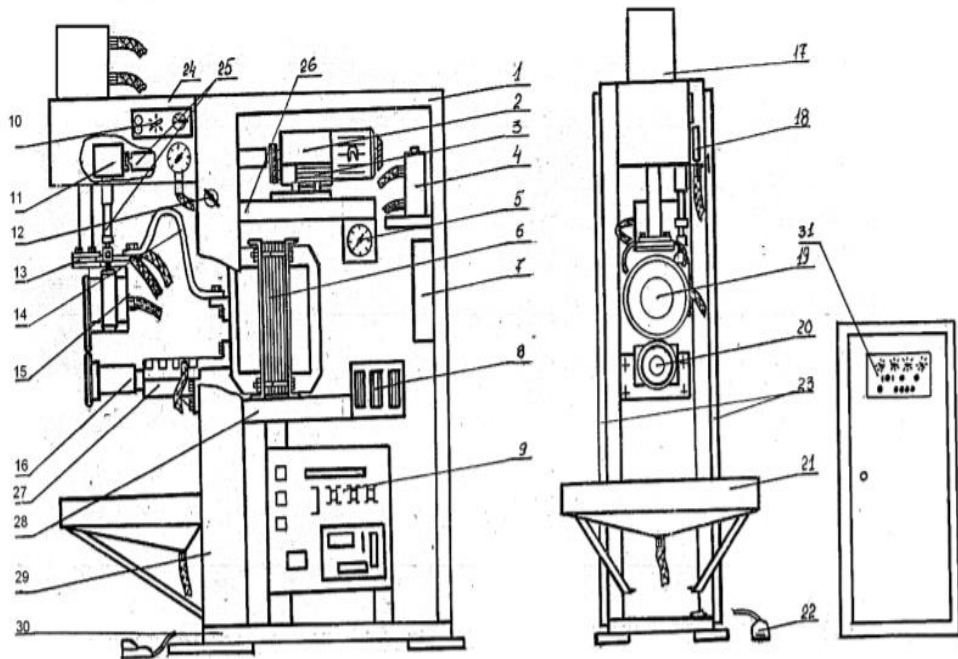


Рисунок 3.3 –Конструктивна схема машини МШ-1601

Конструкція машини показана на рисунку 3.1 Корпус машини складається із зварної стойки 29, плити 30 і зварного Г-подібного кожуху 1, який можна зняти. Стойка – силова частина корпусу. Вона виготовлена із двох вертикальних швелерів, зварених між собою перемичкою. До швелера в верхній частині приварений горизонтальний кронштейн 24, на передньому торці якого закріплений пневматичний привід стиску 17. До стойки 29 приварені горизонтально дві пари кутників – верхня 26 і нижня 28. На верхню пару кутників встановлюється привід обертання, який складається із двигуна з електромагнітною муфтою 2, тахогенератора 3 і регулятора швидкості обертання двигуна 5, на нижню пару кутників 28 встановлюється зварювальний трансформатор 6 і ножі переключення ступенів 8. 8 До стойки закріплюється кронштейн 27, в якому встановлюється нижній хобот 16 з роликівим електродом 20 і кронштейн 24 з пневмоциліндром 17, піддон для зливу води 21. В нижній частині машини встановлена система керування 9. До задньої сторони Г-подібного кожуху 1 кріпиться електромагнітний пневмоклапан 4 і вимикач мережі 7. До нижньої сторони штока пневмоциліндра 17 за допомогою кронштейна 13 кріпиться редуктор 15 приводу обертання верхнього ролика 19. Підвід струму від трансформатора 6 до кронштейна 13 здійснюється гнучким

струмопроводом 14. На кронштейні 24 встановлений манометр 18, а на стойці 29, редуктор 12. Обертання верхнього ролика здійснюється через карданні вали 25 і редуктор 11 електродвигуном 2.

3.3 Розроблення технологічного процесу виготовлення виробу

Пропонуємо удосконалени методику виготовлення виробу. [2]

Таблиця 3.2 -Технологічний процес збирання та зварювання виробу

010	Комплектувальна	Постачання деталей на робоче місце
015	Зварювальна	<p>Підготувати пристосування для збирання та зварювання;</p> <p>Знежирити кромки деталей, що зварюються, серветкою, змоченою в ацетоні;</p> <p>Зібрати в пристрій фланець з циліндром згідно ескізу;</p> <p>Прихватити автоматичною АДС циліндр до фланця в діаметрально протилежних точках;</p> <p>Перевірити зміщення кромки. За необхідності рихтувати;</p> <p>Приварити остаточно циліндр до фланця;</p> <p>Контролювати якість зварних швів візуально;</p> <p>Поставити особисте тавро зварника.</p>
020	Слюсарна	<p>Зачистити зварний шов від грубих напливів, не торкаючись основного металу;</p> <p>Перевірити зварний шов на герметичність гасом;</p> <p>Передати вузол на металообробку.</p>
025	Токарна	Виконати обробку на токарному верстаті.
030	Свердлильна	Просвердлити на свердлильному верстаті 2А55.
035	Розміточна	Провести розмітку на розмічальній плиті.

040	Підготовча	<p>Підготувати шовну машину та електроди до зварювання згідно з інструкцією ПМ86-75; Підібрати режим зварювання на технологічних зразках 100-50-1; Перевірити підібраний режим зварювання згідно з інструкцією ПМ86-75 Зразки пред'явити ВТК; Пред'явити ВТК.</p>
045	Слюсарно-зварювальна	<p>Знежирити кромки підвузла (фланець-циліндр), що зварюються, і сильфона серветкою, змоченою в ацетоні; Зібрати підвузол (фланець-циліндр) з сильфоном відповідно до ескізу, поєднуючи лінію на підвузлі з торцем сильфона і прихопити в 4-6 точках; Приварити сильфон до підвузла відповідно до ескізу; Контролювати якість зварного шва візуально згідно з інструкцією ПМ 86-75; Розписатися у маршрутній карті за зварювання.</p>
055	Слюсарно-зварювальна	<p>Знежирити кромки підвузла (фланець-циліндр-сильфон), що зварюються, і кільця серветкою, змоченою в ацетоні; Зібрати підвузол з кільцем згідно з ескізом, поєднуючи ризик на подузлі з торцем сильфона і прихопити в 4-6 точках; Приварити кільце до підвузла відповідно до ескізу; Контролювати якість зварного шва візуально згідно з інструкцією ПМ 86-75; Розписатися у маршрутній карті за зварювання.</p>
060	Слюсарна	<p>Зачистити зварні шви від можливих виплесків металу, не чіпаючи основного металу; Перевірити розмір «1». За необхідності рихтувати; Зварні шви перевірити на герметичність гасом; Зняти з поверхні швів крейдяний розчин серветкою, змоченою в ацетоні; Маркувати та таврувати на бирці.</p>

3.4 Конструювання спеціального оснащення та інструменту

У цьому виробничому процесі використовується контактна шовна машина МШ-1601. У даних машинах використовується трифазний зварювальний трансформатор. Він має бути приєднаний до мережі змінного струму. Слід врахувати, що навантажувальні опори, включені паралельно первинним обмоткам. З вторинними обмотками послідовно підключені некеровані діоди. Уніполярні протікання струмів у первинних обмотках, тоді існуючі магнітні потоки в стрижнях трифазної магнітної системи не мають постійних складових. Це пояснюється тим, що алгебраїчна сума магнітних потоків у системі дорівнює нулю, а значить залишкового намагнічування немає. [3]

Джерело працює нормально при будь-якій тривалості імпульсу. Імпульси струму матимуть однакову полярність та різну форму, в залежності від тривалості паузи та кута включення тиристорів.

Для включення зварювального трансформатора в мережу служать спеціальні пристрої-контактори.

Контактори складаються з двох зустрічно та паралельно з'єднаних вентилів. У тиристорному контакторі застосовується фазове керування струмом. Контакттор здійснює включення трансформатора завжди в певний момент часу, пов'язаний з напругою мережі. Зварювальні машини комплектуються тиристорними контакторами різних типів. Вони можуть бути з водяним або повітряним охолодженням. Контакттор з фазовим керуванням та електронним регулятором циклу зварювання називається переривачем. Регулятори є пристроєм, що забезпечує відлік послідовних моментів часу інтервалів циклу зварювання. На початку та в кінці кожного інтервалу подається команда певний елемент машини. Найбільш прості регулятори призначені для управління точковими машинами, для чотирьох циклових операції.

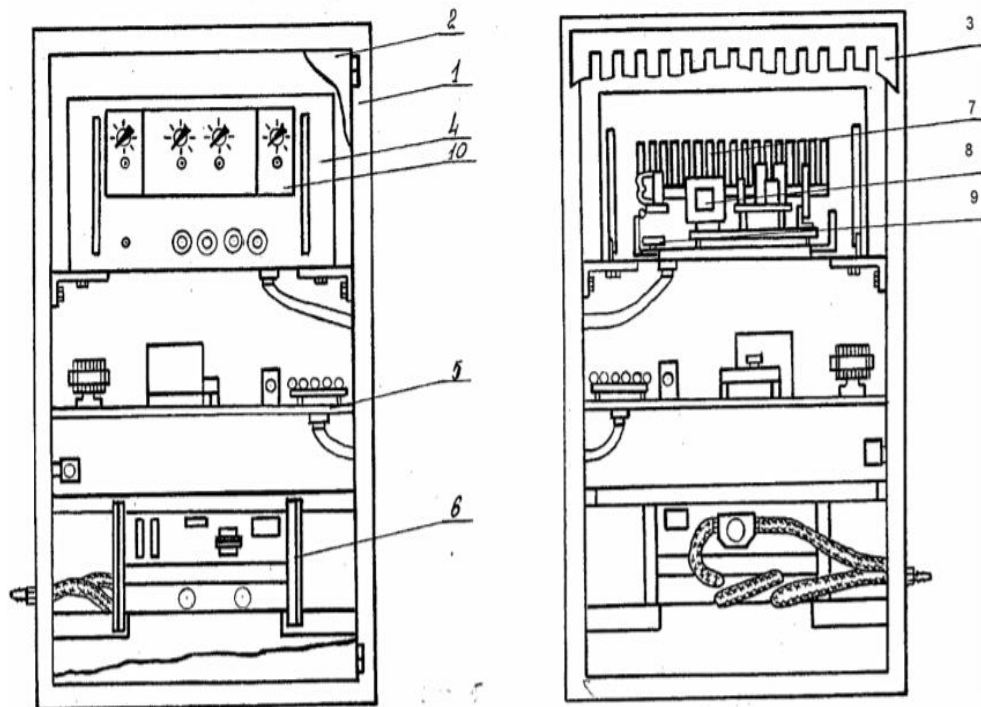


Рисунок 3.4-Загальний вигляд переривача ПСЛ-200

1-корпус: 2- двері: 3- захисна панель, 4- блок регулювання, 5- блок апаратури, 6- тиристорний контактор, 7- блок транзисторних елементів «ЛогікаТ», 8- фазообертач, 9- блок живлення, 10- панель управління.

При включенні циклу зварювання, подається команда опускання верхнього електрода S та стиснення деталей. Після цього подається зварювальний струм. Після вимкнення струму відбувається охолодження металу, потім слідує команда на підйом електрода. Потім описаний цикл зварювання повторюється знову.

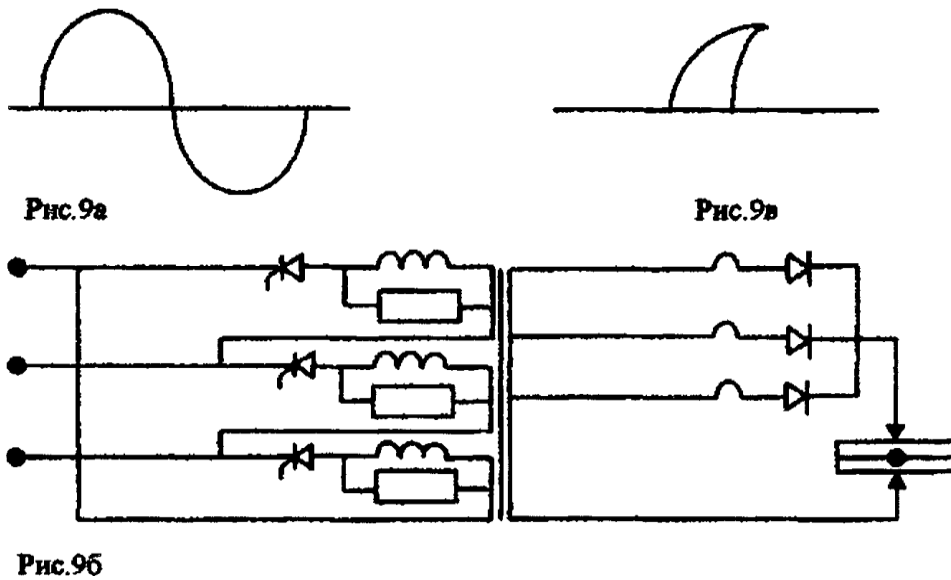


Рисунок 3.5- Схема силової частини машини постійного струму.

Електроди для шовного зварювання сільфонів з арматурою

Від форми робочої поверхні електродів, що контактує з деталями, залежить якість одержуваних зварних з'єднань. Електроди повинні мати високу електропровідність та збереження форми робочої поверхні у процесі зварювання заданого числа точок

Ступінь нагрівання електродів залежить від наступних факторів: режиму зварювання та товщини зварюваних деталей. При зварюванні жароміцних сталей для електродів і роликів використовують бронзу.

Таблиця 3.2 - Властивості матеріалів для електродів

Марка металу для електродів	Питомий опір, Ом мм ² /м	Мін електорпровідність	Мін твердість, кгс/мм	Температура, °С	Легирующие елементи
Бр.НБТ	0,0385	50	170	510	1,4-1,6% Ni
					0,2-0,4% Be
					0,05-0,15%

Конструкція складально-зварювального пристосування. Обґрунтуємо конструкцію складально-зварювального пристосування. При розробці пристроїв різного типу для збирання та зварювання деталей широко застосовують уніфіковані вузли. Фіксатори призначені для орієнтування деталей, що збираються в пристосуванні. До притисків відносять силові пристрої, що притискають деталі, що збираються, до упорів.

Виходячи з вище викладених вимог та інформації, викладеної вище, було розроблено пристосування для збирання-зварювання елементів жарової труби. За допомогою даного пристосування здійснюється складання та прихватка деталей жарової труби.

Даний пристрій складається з корпусу, в якому є отвори для штирів і пальців. Дані деталі необхідні для фіксації просторового положення вузлів труби відносно один одного. За допомогою пружних штирів, спеціальних гвинтів та кілець здійснюється притискання деталей з дотриманням необхідних зазорів.

3.5 Розрахунок режимів зварювання

Визначаємо зусилля стиснення: [20]

$$P_{сж} = 50 + 200S \quad (3.1)$$

де S – товщина зварюваних листів, мм

$$P_{сж} = 50 + 200 \cdot 0.3 = 110 \text{ кгс}$$

Діаметр одиничної точки:

$$d_m = 1.12 \sqrt{\frac{P_{сж}}{\sigma_T}} \quad (3.2)$$

де, $P_{сж}$ - коефіцієнт стиснення, кгс (МПА);

σ_T - границя текучості, кгс/см² (МПА)

$$d_m = 1.12 \sqrt{\frac{110}{198}} = 0.85$$

Час увімкнення струму кожного імпульсу, с:

$$t_{cв} = 0.04 \cdot (1 + S^2) \quad (3.3)$$

$$t_{cв} = 0.04 \cdot (1 + 0.3^2) = 0.05c$$

Час паузи та час циклу в залежності від металу, що зварюється:

$$t_{cв} / t_{ц} = t_{cв} / (t_{cв} + t_n) = (0.5 - 0.7) \quad (3.14)$$

де $t_{ц}$ – час циклу, с;

t_n - час паузи, с;

Швидкість зварювання, см/с:

$$V_{cв} = \frac{0.75 \cdot d_m}{0.75 t_{cв} + t_{п}} \quad (3.15)$$

$$V_{cв} = \frac{0.75 \cdot 0.85}{0.75 \cdot 0.5 + 0.7} = 0.59 \text{ см/с}$$

Довжина зварної точки, мм;

$$l = d_m + V_{cв} \cdot t_{cв} \quad (3.16)$$

$$l = 0.85 + 0.59 \cdot 0.5 = 1,15 \text{ мм}$$

Величина зварювального струму, А:

$$I_{cв} = \sqrt{\frac{75 \cdot d_m^3 \cdot 10^6}{\psi \sqrt{t}}} \quad (3.17)$$

де ψ - коефіцієнт, що характеризує стан зварюваних поверхонь, $\psi = 3$

Величина t для всіх металів визначається за такою формулою:

$$t = t_{св} d_m/l, \quad (3.18)$$

$$t = 0.5 \cdot 0.85/1.15 = 0.37$$

де $t_{св}$ - час увімкнення струму, с;

d_m – діаметр одиничної точки, см;

l - довжина точки, см

$$I_{св} = \sqrt{\frac{75 \cdot 0.85^3 \cdot 10^6}{30 \sqrt{0.37}}} = 506 A$$

Струм шунтування можна визначити за формулою (3.19) або за графіком (рис. 3.6), який побудований на основі даної формули, А:

$$I_{ш} = I_{св} \cdot \left[\frac{0.64}{1 - \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{d_m}{2S}\right)^2 + 1}}} \right]^{-0.5} \quad (3.19)$$

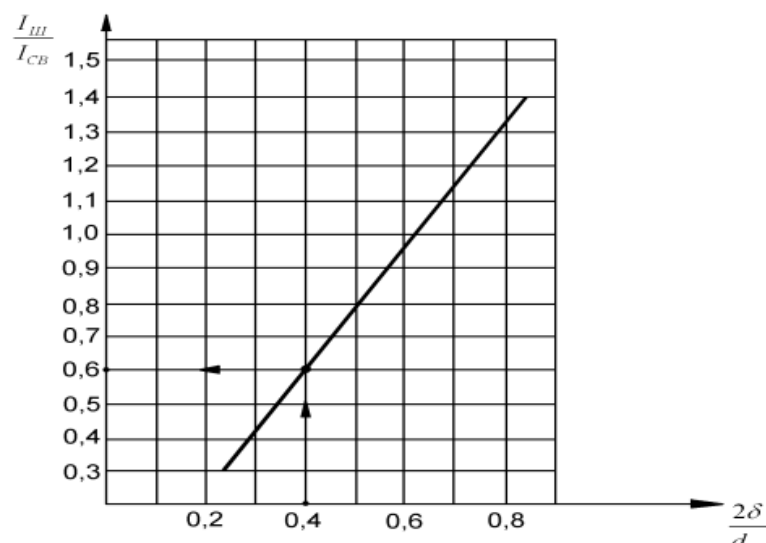


Рисунок 3.6 - Визначення струму шунтування

В нашому випадку, $\frac{2S}{d_m} = 0,7$, тоді відповідно до графічної залежності

$\frac{I_{ш}}{I_{св}} = 1.15$, відповідно струм шунтування визначатиметься за формулою

$$I_{ш} = 1.15I_{св} = 582A$$

Знаходимо загальний струм, на який має бути налаштована шовна машина:

$$I_{обц} = I_{св} + I_{ш} \quad (3.20)$$

$$I_{обц} = 506 + 582 = 1088A$$

Таблиця 3.2 - Зведені розрахункові дані режиму зварювання

Товщина металу, мм	Зусилля стиснення, МПа (кгс)	Тривалість імпульсу струму, с	Тривалість паузи, с	Швидкість зварювання, см/с	Загальний струм, А
0.3	110	0.5	0.7	0.59	582

Отже, відповідно до поставленого завдання нами проведено розрахунки режимів зварювання.

4 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ділянки з виготовлення виробу

Складально-зварювальні цехи у загальному випадку мають у своєму складі наступні відділення та приміщення: [3]

виробничі відділення:

заготівельне,

складально-зварювальне.

Допоміжні відділення:

цеховий склад,

проміжний склад,

міжопераційні складкові ділянки та місця,

комори,

майстерні.

Адміністративно-конторські та побутові приміщення.

Залежно від розмірів складально-зварювального цеху і особливостей виробничих процесів, що розміщуються в ньому, деякі з перерахованих вище відділень і приміщень можуть бути відсутніми або об'єднуватися з іншими.

У практиці проектування одноповерхових складально-зварювальних цехів встановилися певні типові схеми взаємного розташування виробничих відділень та ділянок, допоміжних, побутових та інших приміщень.

Таблиця 5.2- Види приміщень

1-1	Склад металу
II-2	Ковальсько-пресове відділення
III-3	Заготівельне відділення
IV-4	Проміжний комплектувальний склад деталей
V-5	Відділення вузлового збирання та зварювання
VI-6	Відділення загального складання та зварювання
VII-7	Відділення покриттів та оздоблення продукції
VIII-8	Склад готової продукції

IX-9	Адміністративно-конторські, службові та побутові приміщення
X-10	Пожежні проїзди

Використання типових схем компоновання забезпечує в кожному конкретному випадку раціональний вибір вихідної відправної схеми планування і, отже, дозволяє значно прискорити проектування.

При розробці плану відділень складання та зварювання основним є визначення необхідної кількості прольотів та необхідних розмірів кожного з них – довжини, ширини, висоти.

b_1 - відстань від зоднього боку робочого місця до осі поздовжнього ряду колон; приймається не менше ніж 1 м; у випадках, коли розміри робочого місця визначаються розмірами зварювальної кабіни та розташування обладнання в ній передбачено таким чином, що відстань від складально-зварювального стенду до осі колони становить не менше 1 м, дорівнює нулю;

b_2 - відстань між робочим місцем або огорожею зварювальної кабіни та складальним місцем; приймається в межах 1 – 1,6 м;

$b_{\text{п}}$ – ширина проїзду між двома лініями робочих місць в одному прольоті; приймається у межах 3-4 м;

$b_{\text{м}}$ – ширина робочого місця; орієнтовно дорівнює сумі ширини виробленого на даному робочому місці виробу та припусків на кожную сторону (по ширині) в межах 0,2 - 0,3 м, крім цього, до загального розміру ширини робочого місця слід включити ширину проходів по 1 м з кожної сторони;

$b_{\text{скл}}$ - ширина складального місця; залежить від розміру деталей, що складаються; Зазвичай, площа складального місця рана чи менше площі, займаної складально-зварювальним пристроєм.

Величина кроку колон: 12 м-для одноповерхового цеху.

Довжину прольотів встановлюють на основі результатів планування обладнання та робочих місць на плані кожного прольоту. При цьому крок колон та ширина прольотів – основа технологічного плану цеху.

Остаточний розмір $b_{\text{пр}}$ встановлюють з урахуванням найзручнішого розташування технологічного процесу.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Характеристика тепловиділень та параметрів мікроклімату

При проектуванні та виготовленні виробу необхідно проводити комплексний облік небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що діють на інженера у процесі трудової діяльності. Імовірно, ця робота проводиться в цеху, де виготовляють зварювання сільфона з арматурою.

Повітря робочої зони. [10]

Аерозолі – головна професійна небезпека праці зварників. Висока температура дуги (до 8000°C) призводить до того, що частина зварювального дроту, покриттів, флюсів перетворюється на пароподібний стан. Ці пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються на аерозоль конденсації, частки якої дисперсності наближаються до димів і легко потрапляють в дихальну систему зварників. Кількість пилу в зоні дихання зварювальника залежить головним чином від способу зварювання та металів, що зварюються.

Основним шкідливим фактором, що визначає повітрообмін, є оксид марганцю. При отруєнні окисом марганцю виникає велика ймовірність ураження центральної нервової системи аж до паралічів. Гострі отруєння парами цинку та свинцю можуть спричинити ливарну лихоманку, а отруєння хромовим ангідридом – бронхіальну астму. Для уловлювання зварювального аерозолу на стаціонарних постах, а де це можливо, і на нестаціонарних потрібно встановлювати місцеві відсмоктування у вигляді витяжної шафи, вертикальної або похилої панелі рівномірного всмоктування, столу та ін.

Завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря та заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. Вентиляція досягається видаленням забрудненого або нагрітого повітря з приміщення та подачею до нього свіжого повітря.

Повітря видаляється системами вентиляції і містить пил, шкідливі або неприємно пахнуть речовини, перед викидом в атмосферу повинен очищатися з тим щоб в атмосферному повітрі населених пунктів не було шкідливих речовин, що перевищують санітарні норми, а в повітрі, що надходить всередину виробничих 0.3рпдк для робочої зони цих приміщень.

Характеристика тепловиділень та параметрів мікроклімату.

Фізичні шкідливі виробничі фактори:

Підвищена або знижена температура робочої зони

Підвищена чи знижена вологість повітря

Підвищена чи знижена рухливість повітря

Електрична дуга – це джерело світлового, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювань. Тому тривалий вплив випромінювання дуги може призвести до пошкодження кришталика ока та втрати зору. Ультрафіолетове випромінювання викликає опіки очей та шкіри, інфрачервоне може викликати помутніння кришталика ока.

Параметри безпеки досягаються:

- 1) Особа робочого зварювальника під час виконання зварювальних операцій закривається щитком, у оглядовий отвір якого виставлено світлофільтр.
- 2) При роботі поза кабіною для захисту зору оточуючих повинні застосовуватись переносні щити та ширми.

Захисне скло, вставлене в щитки і маски, зовні покривають простим склом для запобігання їх від бризок розплавленого металу.

Щитки виготовляють з ізоляційного матеріалу - фібри, фанери та за формою та розмірами вони повинні повністю захищати особу та голову зварювальника.

Для ослаблення різкого контрасту між яскравістю дуги і малою яскравістю темних стін (кабіни) останні мають бути пофарбовані у світлі тони (сірий, блакитний, жовтий) з додаванням у фарбу окису цинку з метою зменшення відображення ультрафіолетових променів дуги, що падають на стіни.

Захист робітників від інфрачервоного випромінювання може бути забезпечений скороченням часу перебування у зоні впливу теплового випромінювання.

5.2 Захист від електромагнітних полів

Основні заходи захисту від впливу електромагнітних випромінювань: [10]

- зменшення випромінювання безпосередньо біля джерела (досягається збільшенням відстані між джерелом спрямованої дії та робочим місцем, зменшенням потужності випромінювання генератора);

- раціональне розміщення НВЧ та УВЧ установок (діючі установки потужністю понад 10 Вт слід розміщувати в приміщеннях з капітальними стінами та перекриттями, покритими радіопоглинаючими матеріалами - цеглою, шлакобетоном, а також матеріалами, що мають відбивну здатність - масляними фарбами та ін.);

- дистанційний контроль та управління передавачами в екранованому приміщенні (для візуального спостереження за передавачами обладнуються оглядові вікна, захищені металевою сіткою);

- екранування джерел випромінювання та робочих місць (застосування заземлених екранів, що відображають у вигляді листа або сітки з металу, що володіє високою електропровідністю - алюмінію, міді, латуні, сталі);

- організаційні заходи (проведення дозиметричного контролю інтенсивності електромагнітних випромінювань - не рідше одного разу на 6 місяців; медогляд - не рідше одного разу на рік; додаткова відпустка, скорочений робочий день, допуск осіб не молодших 18 років і не мають захворювань центральної нервової системи, серця, Око);

- Застосування засобів індивідуального захисту (спецодяг, захисні окуляри та ін.).

Кожна промислова установка забезпечується технічним паспортом, в якому зазначені електрична схема, захисні пристрої, місце застосування,

діапазон хвиль, допустима потужність і т. д. По кожній установці ведуть експлуатаційний журнал, в якому фіксують стан установки, режим роботи, виправлення, заміну деталей, зміни напруги поля. Перебування персоналу у зоні впливу електромагнітних полів обмежується мінімально необхідним проведенням операцій часом.

5.3 Забруднення навколишнього середовища від викидів та відходів при операціях у механічному цеху

Характеристика забруднень довкілля.

На території промислових підприємств утворюються стічні води трьох видів: побутові, поверхневі та виробничі. При виборі способів та технологічного обладнання для очищення стічних вод від домішок необхідно враховувати, що задані ефективність та надійність роботи будь-якого очисного пристрою забезпечується у певному діапазоні значень концентрації домішок та витрат стічної води. Більшість цехів машинобудівних підприємств характеризується сталістю витрати та складу стічних вод, проте в деяких технологічних процесах мають місце короткочасні зміни, що може суттєво зменшити ефективність роботи очисних пристроїв або вивести їх із ладу.

Очищення стічних вод від твердих частинок залежно від їх властивостей, концентрації та фракційного складу на машинобудівних підприємствах здійснюється методами проціджування, відстоювання, відділення твердих частинок у полі дії відцентрових сил та фільтрування.

Проціджування – первинна стадія очищення стічних вод – призначено виділення зі стічних вод великих нерозчинних частинок розміром до 25мм, і навіть дрібніших волокнистих забруднень, які у процесі подальшої обробки стоків перешкоджають нормальній роботі очисного устаткування. Проціджування здійснюється пропусканням води через ґрати та волокноуловлювачі. [10]

Відстоювання засноване на особливостях процесу осадження твердих частинок рідини. При цьому може мати місце вільне осадження незлипаючих частинок, що зберегли свої форми і розміри, і осадження схильних до коагулювання частинок і змінюють при цьому свою форму і розміри. Закономірності вільного осадження частинок практично зберігаються при об'ємній концентрації частинок, що осаджуються, до 1%, що відповідає їх масовій концентрації не більше 2,6 кг/м³.

Відділення твердих домішок у полі дії відцентрових сил здійснюється у відкритих або напірних гідроциклонах та центрифугах.

Фільтрування стічних вод призначене для очищення тонкодисперсних твердих домішок з невеликою концентрацією. Процес фільтрування застосовується також після фізико-хімічних та біологічних методів очищення, так як деякі з цих методів супроводжуються виділенням в рідину, що очищається, механічних забруднень.

Термічний цех.

Частинки пилу, окалини та олії є основними домішками стічних вод, що використовуються для охолодження технологічного обладнання, поковок, гідрозбиву металевої окалини та обробки приміщення.

Механічний цех.

Для приготування мастильно-охолоджуючих рідин, промивання виробів, що фарбуються, використовується вода. Основними домішками стічних вод є пил, металеві та абразивні частинки, сода, масла, розчинники, мило, фарби.

ВИСНОВКИ

Підвищення показників якості зварних виробів, або зварювання сільфона досягається за рахунок застосування контактного шовного зварювання за обґрунтованих раціональних параметрів і режимів зварювання.

На основі проведених розрахунків встановлено такі раціональні параметри контактної шовної зварювання сільфона:

- допустима товщина зварювального металу – 0,3 мм;
- тривалість імпульсу сили струму – 0,5 с;
- тривалість паузи – 0,7 с;
- швидкість зварювання 0,59 см/с;
- струм зварювання 582 А;
- зусилля стиснення зварних роликів – 110 кгс.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Николаев Г.А. Сварочные конструкции расчёт и проектирование: учебн. / Г.А. Николаев, В.А. Винокуров. – М.: Высшая школа, 1990. – 446 с.
2. Фролов В.В. Теория сварочных процессов : учеб. / под. общей редакцией В.В. Фролова – М.: Высшая школа, 1988. – 559 с.
3. Кривов Г.О. Виробництво зварних конструкцій : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896 с.
4. Кучук-Яценко С.И. Контактная стыковая сварка оплавлением / Под ред. С.И. Кучук-Яценко. – К.: Наукова думка, 1992. – 236 с.
5. Орлов Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки : посібник / Б.Д. Орлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 596 с.
6. Биковский О.Г. Технологія та обладнання електричного контактного зварювання [Текст]: Довідник посібник / О.Г. Биковський, І.В. Пінковський. - Запоріжжя: РПВ Видавець, 1997. – 228 с.
7. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие. [Под ред. В.В. Смирнова]. – СПб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отделение, 2000. – 848 с.
8. Риморов С.В. Новое сварочное приспособление [Текст]: учеб. / С.В. Риморов. – Л.: Стройиздат, 1998. – 286 с.
9. Глебов Л.В. Устройство и эксплуатация машин [Текст]: учеб. / Л.В. Глебов, Ю.И. Филипов, П.Л. Чолушников. - Л.: Енегоиздат, 1987 – 312с.
10. Заплатинський В.М. Безпека життєдіяльності [Текст]: посібник / В.М. Заплатинський. - К.: КДТЕУ, 1989. – 208 с.
11. Українсько-російський словник зварювальної термінології : словник. / укладачі: В.М. Бернацький, О.С. Осика, Л.О. Симоненко, Л.С. Філоненко. – К.: Екотехнологія, 2001. – 224 с.
12. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование/ Николаев Г.А., Винокуров В.А. – М. : Высшая школа, 1990 – 560 с. 76

13. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие Под ред. В.В.Смирнова, СПб: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000. - 848с.
14. Технология и оборудование контактной сварки / Под. ред. Б.Д. Орлова. - М: Машиностроение, 1986. - 352 с.
15. Кочергин К. А. Контактная сварка. Справочник Л.:Машиностроение, 240с., 1987г.
16. Основы теории и технологии контактной точечной сварки: монография / С. Н. Козловский; СибГАУ. -- Красноярск:, 2003. -- 273 с.
17. Гуляев А.И. Технология и оборудование контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1985г.
18. Орлов Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1986г.
19. Гуляев А.И. Технология точечной и рельефной сварки стали. - М.: Машиностроение, 1978г.
20. Амосов А.А. Вычислительные методы для инженеров: Учебное пособие. / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копчёнова. - М.: Издательство МЭИ, 2003. – 596 с.
21. Климов А.С. Расчётное определение коэффициента мощности контактной сварочной машины при осуществлении автоматического управления процессом сварки / А.С. Климов, А.А. Герасимов, А.Н. Анциборов, М.С. Гончаров // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2006. – № 1.– С. 85–88.23.
22. Барановський В., Олексієнко Н. Аналіз процесу деформування деталей під час точкового зварювання Зб. Тез IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020.: ТНТУ, 2020. С.104.
23. Baranovskiy V.M., Chicory root crops combined harvester/ Baranovskiy V.M., Pankiv M.R., Skalsky O.Yu., Pastushenko A.S. INMATEH – Agricultural Engineering. – INMA Bucharest : National Institute of research-development

for machines and installations designed to agriculture and food industry, 2017. – Vol. 53. – No. 3/2017. – P. 41–50 (SciVerse SCOPUS).

24. Gedeon S.A. Measurement of dynamic electrical and mechanical properties of resistance spot welding / S.A. Gedeon, C.D. Sorensen, K.T. Ulrich and T.W. Eagar // *Welding Journal*. – 1987. - № 65 (12). – P. 378–385