

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №6

«Дослідити технологічний процес електроконтактного зварювання тиском. Вивчити елементи конструкції машин зварювання»

з дисципліни «Технологія та устаткування зварювання тиском»

для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №6 «Дослідити технологічний процес електроконтактного зварювання тиском. Вивчити елементи конструкції машин зварювання» з дисципліни «Технологія та устаткування зварювання тиском» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укладачі: В.В. Нетребко, Р.А. Куликовський. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024р. – 21с.

Укладачі: В.В. Нетребко, професор, докт. техн. наук
Р.А. Куликовський, доцент, канд. техн. наук

Рецензент: М.Ю. Осіпов, доцент, канд. техн. наук

Відповідальний
за випуск: В.В. Нетребко, професор, докт. техн. наук

ЗАТВЕРДЖЕНО:
на засіданні кафедри ІТЗ та МК
Протокол №5 від 29.11.2024 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №4
від 17.12.2024 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.....	15
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ	16
5 ВКАЗІВКИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	19
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ	19
7 ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ	20
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	20
Рекомендовані інформаційні джерела	20

1 МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є дослідження та аналіз впливу параметрів точкового електроконтактного зварювання на характер формування зварного з'єднання, засвоєння навичок визначення та встановлення оптимальних параметрів режиму зварювання. Ознайомитись та вивчити елементи конструкції машин для електроконтактного зварювання тиском.

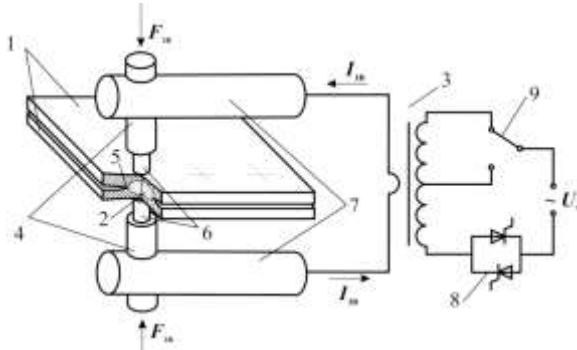
2 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Точкове електроконтактне зварювання – це контактне зварювання напусткових з'єднань заготовок точковими швами, під час якого нагрівання та плавлення з'єднуваних поверхонь відбуваються у межах точкового контакту між (під) електродами, що проводять електроенергію та здійснюють тиск. Нагрівання провідника струмом обумовлене зіткненням валентних електронів, які направлено рухаються з іонами та збільшенням амплітуди коливання останніх від енергії, що передається електронами. Загальна кількість теплової енергії Q_{ee} (Дж), необхідної для нагрівання та плавлення з'єднуваних поверхонь, що виділяється між електродами при проходженні електричного зварювального струму $I_{зв}$ (А) за виділений час зварювання $t_{зв}$ (с) через твердий або рідкий провідник з опором r_{ee} (Ом) визначається за **законом Джоуля-Ленца** залежністю:

$$Q_{ee} = I_{зв}^2 r_{ee} t_{зв}$$

Кожний цикл контактного точкового зварювання починається з попереднього стискування електродами 6 деталей 1 зусиллям $F_{зв}$ (Н) (рис. 2.1) для утворення між ними механічного контакту. При цьому відбувається пластична деформація мікронерівностей в контактах електрод-деталь та деталь-деталь. Після ввімкнення джерела живлення 3, контактором на час зварювання $t_{зв}$ із зварювальним струмом $I_{зв}$, метал зварюваних деталей в зоні електрод-електрод починає нагріватися. Це полегшує вирівнювання мікрорельєфу, руйнує поверхні плівки, та формує зону електричного контакту. Нагрівання зони зварювання та її пластична деформація від зусилля

зварювання $F_{зв}$ супроводжується збільшенням об'єму металу, що нагрівається. За нагрівання метал розширюється та деформується в зазор між деталями, так утворюється ущільнюючий пасок.



- 1 – зварювані деталі; 2 – ядро; 3 – зварювальний трансформатор;
4 – електродотримачі; 5 – ущільнюючий пасок; 6 – електроди; 7 – струмовідвід;
8 – тиристорний контактор; 9 – перемикач ступенів зварювального трансформатора;

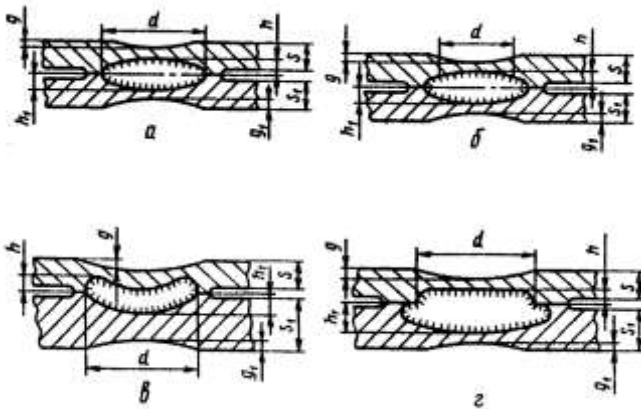
Рисунок 2.1 – Принципова схема електроконтактного точкового зварювання

При подальшому проходженні струму утворюється зона взаємного розплавлення деталей, що зветься **ядром**. Попередньо утворений ущільнюючий пасок надійно оберігає рідкий метал від виплеску розплаву та навколишнього повітря. Тому спеціального захисту зони зварювання не потрібно. Ядро росте до максимальних розмірів – по висоті та діаметру. Формування ядра відбувається під тиском при переважному тепловиділенні в зоні контакту, інтенсивному тепловідводу в електроди та метал і пластичній деформації. При цьому відбувається перемішування рідкого металу ядра та його вирівнювання за складом електромагнітним полем, утвореним зварювальним струмом. Видаляються поверхневі плівки та утворюються металеві зв'язки в рідкій фазі.

Після виключення струму рідкий метал швидко кристалізується під тиском та утворює металеві зв'язки між деталями, що з'єднуються. Так формується лита зона зварного з'єднання. При охолодженні об'єм металу зменшується, що приводить до утворення залишкових напружень. Для зниження рівня цих напружень та запобігання утворенню тріщин та раковин необхідні значні зусилля. Для

отримання наступного з'єднання цикл зварювання, після паузи, повторюється. Лите ядро точки у більшості металів має дендритну структуру, подібну до металу, відлитого в металеву форму (кокіль). Лите ядро, з усіх боків оточене зоною термічного впливу, структура та властивості металу якої змінились за нагрівання в процесі зварювання.

Основним конструктивним елементом литої зони є розрахунковий (мінімальний) діаметр ядра $d_{\text{я}}$ (рис. 2.2, а). Його вимірюють в площині сполучення деталей. Розмір ядра встановлюють виходячи з умови отримання необхідної та стабільної міцності. Фактичний діаметр ядра повинен бути не менше регламентованого. Для з'єднання різних металів та деталей із різною товщиною $d_{\text{я}}$ визначають як найменший діаметр литої зони (рис.2.2, г).



а – неплаковані метали; б – плаковані метали; в – деталі нерівної товщини;
г – різнойменні деталі

Рисунок 2.2 – Конструктивні елементи з'єднань виконані точковим електроконтактним зварюванням

Максимальні розміри ядра обмежуються можливістю утворення різних дефектів, зниженням стійкості електродів. Верхню межу встановлюють на 15...20 % більше мінімально припустимих (при товщині деталей $s \geq 0,5$ мм).

Іншим важливим конструктивним елементом литої зони зварного з'єднання є проплавлення А. Проплавлення визначається як відношення відстані a , від лінії з'єднання до межі литої зони, до

товщини деталі s . Проплавлення визначають для кожної деталі (A_1 , A_2), що входить до з'єднання (див. рис. 2.2):

$$A_1 = a_1 \times 100\%/s_1,$$

$$A_2 = a_2 \times 100\%/s_2$$

Для більшості металів величина проплавлення не повинна перевищувати межу 20...80 %. Мінімальні значення проплавлення повинні відповідати проплавленню тонкої деталі при зварюванні деталей нерівної товщини. На титанових сплавах верхню межу збільшують до 95 %, на магнієвих – зменшують до 70 %. При зварюванні трьох і більше деталей прийнятним є наскрізне проплавлення середніх деталей.

Розміри і розташування ядра зварного з'єднання, його структура та зони термічного впливу, в першу чергу, визначаються співвідношенням параметрів режиму зварювання – силою струму $I_{зв}$, часом зварювання $t_{зв}$, зварювальним зусиллям $F_{зв}$, розміром та формою робочої поверхні електрода d_e , або Re та їх властивостями.

Вплив зварювального струму $I_{зв}$ та часу зварювання $t_{зв}$ на характер формування ядра добре простежується по графічному зображенню закону Джоуля-Ленца. За умови, що $d_{я} = const$, та середнє значення опору між електродами $r_{еє} = const$, закон Джоуля-Ленца має вигляд гіперболічної залежності квадрату величини струму від часу зварювання, яка може бути представлена двома кривими, що обмежують мінімальні та максимальні допустимі рівні проплавлення (допустимий рівень проплавлення знаходиться в межах 0,2...0,8 від товщини деталі). Горизонтальні та вертикальні ділянки кривих мають асимптотичний характер наближення до осей $t_{зв}$ та $I_{зв}$ (рис. 2.3).

З графіка видно, що процес контактного зварювання в залежності від обраного режиму може протікати в одній з трьох характерних областей: області повного непровару, області провару, яка обмежена мінімально та максимально допустимими рівнями проплавлення та точками ABFH, а також в області зварювання з виплесками.

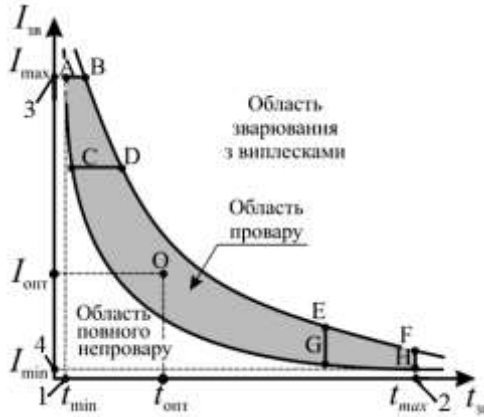


Рисунок 2.3 – Вплив співвідношення зварювального струму $I_{зв}$ та часу зварювання $t_{зв}$ на положення характерних областей та зон режимів контактного зварювання

На рис. 2.4 подано залежність міцності точки від тривалості ввімкнення зварювального струму $t_{зв}$. Всі параметри процесу при цьому окрім $t_{зв}$ залишаються незмінними. Аналогічну залежність дає зварювання зразків з поступовим збільшенням струму $I_{зв}$ при $t_{зв} = const$. Дані залежності характерні для любого матеріалу та мають круту ділянку LM, що відповідає зварюванню без розплавлення, та полого частину МО при зварюванні з розплавленим ядром, що поступово збільшується.

Якщо з області провару (точка O) (див. рис. 2.3 та 2.4) збільшувати $t_{зв}$ то кількість теплової енергії, що виділяється, а відповідно, розміри та міцність з'єднання почнуть збільшуватись, але не безмежно (див. рис. 2.3 та 2.5). Через деякий визначений час $t_{зв}$ при заданих $I_{зв}$, $t_{зв}$ та $F_{зв}$ існує критичне значення $t_{зв}$, при якому якість зварного з'єднання різко погіршиться за рахунок значних виплесків, та збільшених даремних теплових втрат. Обраний режим зварювання потрапить в область з виплесками. Точно такий же вплив на якість зварного з'єднання чинить і збільшення зварювального струму $I_{зв}$. За отримання, на тих самих деталях, зварних з'єднань однакового розміру та якості можливо тільки при визначених співвідношеннях цих параметрів.

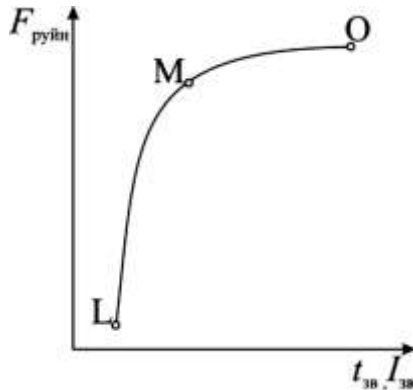


Рисунок 2.4 – Вплив тривалості зварювання $t_{\text{зв}}$ та струму зварювання $I_{\text{зв}}$ на міцність зварної точки

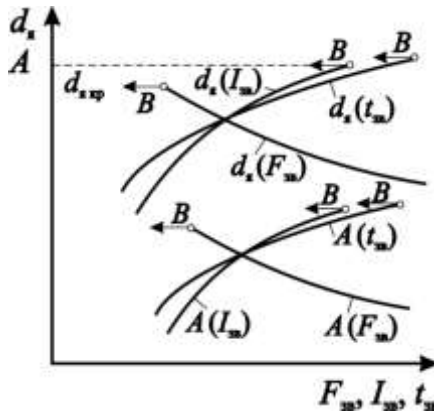


Рисунок 2.5 – Вплив струму $I_{\text{зв}}$, зусилля зварювання $F_{\text{зв}}$ та тривалості зварювання $t_{\text{зв}}$ на діаметр ядра $d_{\text{я}}$ та проплавлення A (B– виплеск)

Зменшення у відомих межах $I_{\text{зв}}$ може бути скомпенсоване відповідним збільшенням $t_{\text{зв}}$ та навпаки. Аналогічно ці параметри впливають і на проплавлення A. Точки стабільної міцності (постійного перерізу) отримують тільки при зварюванні з розплавленням, тому що при зварюванні без розплавлення через крутизну ділянки AB, навіть незначні коливання $t_{\text{зв}}$ та інших параметрів, що впливають на нагрів, значно змінюють їх міцність. Таким чином в області провару можна виділити три характерних зони режимів:

– зона **жорстких режимів** ABCD (відносно великий $I_{ЗВ}$ та малий $t_{ЗВ}$), при яких на глибину проплавлення впливає тільки час зварювання. При цьому лита зона розвивається найбільш інтенсивно та внаслідок малого впливу тепловідводу величина проплавлення найбільша. Ізотерма температури ліквідусу ядра має при цьому в перерізі форму близьку до прямокутника (рис. 2.6), кути якого витягнуті в сторону зон з підвищеною щільністю струму (до периферії контактів). Подальше збільшення струму не викликає збільшення провару, але вимагає невиправданого збільшення потужності машини. Ця зона складає приблизно 15 % загальної області зварювання з проваром;

– зона **середніх режимів** CDEG, при яких глибину проплавлення можна регулювати як зміною $I_{ЗВ}$, так зміною $t_{ЗВ}$ у відносно широкому діапазоні значень. Зона складає приблизно 70 % загальної області зварювання з проваром;

– зона **м'яких режимів** GEFH (малі $I_{ЗВ}$ та великі $t_{ЗВ}$), при яких глибина проплавлення змінюється тільки за рахунок зміни струму в дуже вузькому діапазоні значень. При цьому збільшення проплавлення припиняється раніше, ніж діаметр ядра, так як через інтенсивний тепловідвід температура в осьовому напрямленні стабілізується раніше, ніж в радіальному. Ізотерма форми ліквідусу ядра має форму овалу або еліпсу (рис. 2.6).

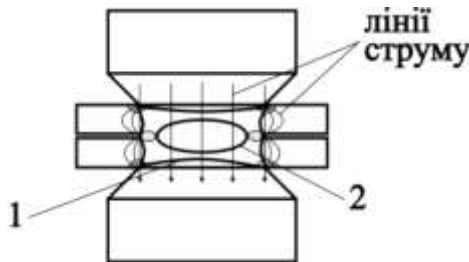


Рисунок 2.6 – Форма ядра при зварюванні на жорстких (1) та м'яких (2) режимах. Заштриховані зони найбільшої щільності струму

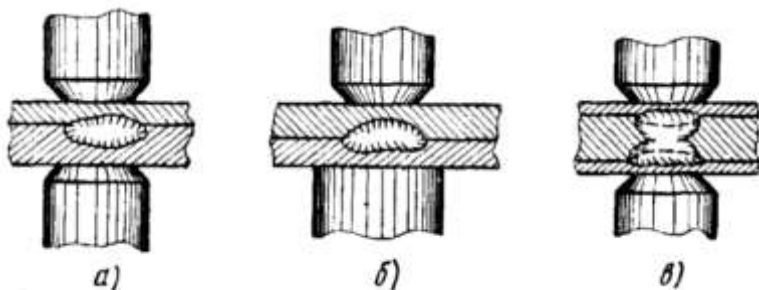
Подальше збільшення часу зварювання $t_{ЗВ}$ не збільшує ні проплавлення, ні ядро точки. При цьому знижується продуктивність праці, збільшуються витрати електроенергії, відбувається перегрів металу ядра, виникає значний теплообмін між зварюваними деталями

та деталей з електродами. Ця зона складає приблизно 15% загальної області зварювання з проваром. Точки 1 та 2 (див. рис. 2.3) вказують мінімально та максимально допустимий час зварювання даної товщини певних матеріалів, при яких ще можна отримати мінімально допустиме проплавлення на максимальному та мінімальному струмах, що відповідають точкам 3 та 4.

Форма та розташування литої зони при зварюванні на жорсткому режимі, в основному, визначається характером розподілу щільності струму в контакті деталь-деталь, яка в свою чергу, залежить від співвідношення товщини зварюваних деталей та розмірів робочої поверхні електродів. Крім того, так як зварювання відбувається при малих $t_{зв}$, процеси тепловідводу практично не впливають на формування литої зони.

При зварюванні на м'якому режимі форма та розташування литої зони відносно площини деталей залежать від процесів тепловідводу в метал зварюваних деталей та в електроди.

Особливо істотно на розташування литої зони впливає характер режиму зварювання (жорсткий або м'який) при з'єднанні деталей різної товщини, а також металів з різними теплофізичними властивостями. При зварюванні тонкої деталі з більш товстою ядро зсувається в товсту деталь тим більше (рис. 2.7, а), чим м'якше режим зварювання і навпаки при зварюванні на жорстких режимах лита зона розташовується практично симетрично площині деталей, що поєднуються.



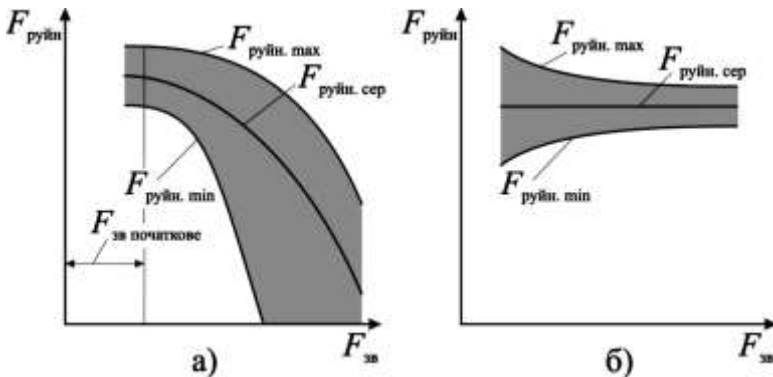
а – зварювання деталей різної товщини однаковими електродами; б – зварювання деталей однакової товщини різними електродами; в – зварювання товстої деталі в середині та двох тонких ззовні однаковими електродами

Рисунок 2.7 – Формування точки при зварюванні деталей

Формування литої зони при зварюванні на м'якому режимі аналогічно формуванню литої зони в одному листі, товщина котрого дорівнює сумарній товщині двох деталей. Так при 4...5 – кратній відмінності у товщині ядро без регулювання тепловідводу взагалі не торкається тонкої деталі.

При зварюванні на м'якому режимі електродами різного діаметру ядро зміщується в сторону електроду меншого діаметру (рис. 2.7, б). У випадку зварювання трьох деталей ядра спочатку утворюються на ділянках їх контакту, а потім обидва ядра зливаються (рис. 2.7, в).

Вплив зусилля зварювання $F_{зв}$ на характер формування ядра неоднозначне. За збільшенням $F_{зв}$ від деякого оптимального значення при незмінних $I_{зв}$ та $t_{зв}$ відбувається збільшення пластичної деформації, площі контактів та зниження щільності струму, що приводить до зменшення розмірів та міцності зварних точок $F_{руйн}$ при одночасному зниженні їх стабільності (рис 2.8, а). В цьому випадку зі збільшенням $F_{зв}$ зменшується середнє значення навантаження руйнування зварної точки $F_{руйн}^{сеп}$, а $F_{руйн}^{мін}$ стане набагато менше $F_{руйн}^{макс}$. Але, якщо збільшення $F_{зв}$ супроводжується таким збільшенням $I_{зв}$ та $t_{зв}$, що середні розміри точок залишаються без змін, то за збільшенням $F_{зв}$ міцність точок залишається більш стабільною (рис. 2.8, б).



а – зміна тільки зусилля електродів; б – зміна зусилля стиснення електродів, що супроводжується одночасною зміною зварювального струму або часу його дії
Рисунок 2.8 – Залежність зусилля руйнування при випробовуванні на зріз від зусилля стиснення електродів при зварюванні $F_{зв}$

Це пояснюється тим, що майже завжди частина зусилля $F_{зв}$ витрачається на попереднє деформування нещільно зібраних деталей для утворення між ними контакту. Чим більше $F_{зв}$, тим непостійне за величиною зусилля, необхідне для деформування деталей, менш позначається на зусиллі, що розвивається в контакті, тим стабільніші умови зварювання. При зменшенні $F_{зв}$, у порівнянні з оптимальним значенням росте контактний опір між деталями, збільшується виділення теплоти та знижується тепловідвід до електродів, що призводить до росту ядра та його виходу за межі зони ущільнюючого паска, внаслідок чого відбувається виплеск розплавленого металу.

В режимах різної жорсткості контактне зварювання повинно здійснюватись при різних зусиллях $F_{зв}$ на електродах. Так, в зв'язку з тим, що при зварюванні на жорстких режимах метал біля шовної зони нагріто менше, через негативний вплив великих швидкостей нагріву та охолодження, ніж при зварюванні на м'яких режимах, що може призвести до утворення виплеску розплавленого металу. Для створення надійного пластичного паска навкруги розплавленого металу в першому випадку необхідні більші зварювальні зусилля $F_{зв}$, ніж в другому, для конкретного поєднання товщини деталей та марки металу.

Вплив форми та розміру робочої поверхні електроду (d_e або R_e) на формування ядра пов'язано зі зміною щільності струму. Електроди зі сферичною робочою поверхнею забезпечують більш інтенсивний нагрів при відносно низьких зварювальних струмах та кращий тепловідвід, менш чутливі до перекосів осей електродів при їх встановленні та мають більшу стійкість ніж електроди з плоскою робочою поверхнею. Зі збільшенням робочої поверхні плоского електроду d_e знижується щільність струму в контакті між деталями, що знижує питоме виділення теплоти та діаметр ядра $d_{я}$. При цьому зменшення розмірів литої зони в більшій мірі відбувається при зварюванні більш пластичного металу, ніж при зварюванні високоміцного металу (рис. 2.9). При зварюванні електродами зі сферичною робочою поверхнею зміна $F_{зв}$ в більшій мірі впливає на розміри литої зони, ніж при використанні електродів з плоскою поверхнею, особливо при зварюванні пластичних металів. Але, при зменшенні $I_{зв}$ та $t_{зв}$ значення діаметра ядра та проплавлення знижуються менше при зварюванні електродами зі сферичною поверхнею, ніж при зварюванні електродами з плоскою поверхнею.

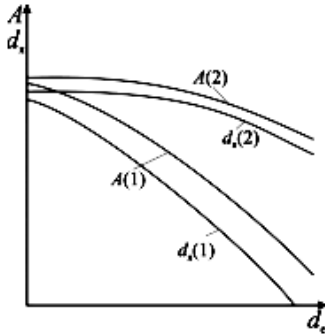
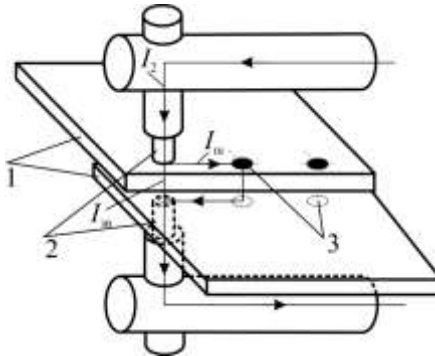


Рисунок 2.9 – Залежність розмірів литого ядра (d_k) та проплавлення (A) від діаметра робочої поверхні електродів при зварюванні пластичної (1) та високоміцної (2) сталей

Також на зменшення росту висоти ядра впливає зниження теплопровідності електродних матеріалів. Окрім вказаних параметрів на формування литої зони та її міцність впливає величина шагу. Наявність розташованих близько до зони з'єднання електричних контактів, наприклад при двосторонньому зварюванні раніш зварених точок, може призвести до того, що частина струму буде проходити (шунтуватися) через ці контакти. Шунтування проявляється в зниженні щільності струму в зоні, що обернена до контакту шунтування (рис. 2.10). Це призводить до зменшення тепловиділення в зоні зварювання та розмірів ядра.



1 – зварювані деталі; 2 – електроди; 3 – зварні точки; I_2 – струм у вторинному контурі;
 $I_{зв}$ – зварювальний струм; $I_{ш}$ – струм шунтування

Рисунок 2.10 – Розподіл струмів шунтування в багато точковому з'єднанні

Значення шунтування збільшується при зменшенні відстані (шага) між точками. Зокрема, знижується сила струму, що проходить через зону зварювання $I_{зв}$, зменшується діаметр ядра d_j та знижується міцність точки, тому оптимальне значення шагу в залежності від товщини металу обмежено. У відповідності до характеру розподілу щільності струму при малій відстані між точками, малому діаметру ядра попередньої точки, переріз ядра в плані відрізняється по формі від кола – ширина ядра помітно більше його довжини. Крім того, ядро видовжено в сторону зварювання (від попередньої точки). За збільшенням товщини деталей та зменшенням питомого опору металу роль шунтування зростає. Таким чином, не дивлячись на різноманіття зварювальних режимів, всі вони повинні виконуватись з урахуванням ряду вимог, що забезпечують отримання якісних зварних з'єднань.

Машини для точкового зварювання поділяються наступним чином: по призначенню – на універсальні і спеціалізовані; по характеру установки – на стаціонарні і пересувні; по виду живлення – на однофазні змінного струму, трифазні низькочастотні, трифазні з випрямленням у вторинному контурі, імпульсні; по способу підводу зварювального струму до виробу – на машини з одностороннім і двостороннім підводом струму; по числу одночасно зварюваних точок – на одноточкові і багатоточкові; по типу привода стиснення – на машини з пневматичним, гідравлічним, електромеханічним, важільним, пружинним, електромагнітним приводами; по характеру переміщення електродів – на машини з прямолінійним рухом електродів і радіальним. Точкові машини загального використання складаються з корпусу, який служить для встановлення всіх вузлів машини; вторинного контуру, зварювального трансформатора; апаратури керування.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 3.1. Поясніть сутність контактного точкового зварювання.
- 3.2. Назвіть основні параметри режиму точкового зварювання.
- 3.3. За допомогою формули Джоуля-Ленца та її графічного зображення, поясніть, що представляють собою жорсткий та м'який режими контактного точкового зварювання.

3.4. Які дефекти можуть утворитись в зварному з'єднанні внаслідок невірної вибору параметрів електроконтактного точкового зварювання: $F_{зв}$, $t_{зв}$, $I_{зв}$, $d_{ел}$?

3.5. Як на машині контактного зварювання обираються та встановлюються необхідні параметри?

3.6. Поясніть особливості змін залежностей $F_{руйн} = f_1(t_{зв})$ та $F_{руйн} = f_2(I_{зв})$.

3.7. Як параметри точкового електроконтактного зварювання впливають на якість зварного з'єднання?

8. Поясніть ефект шунтування струму, як він впливає на якість зварного з'єднання.

9. Поясніть, чому зусилля руйнування зварних точкових з'єднань на зріз в 1,5...2 рази більше ніж на відрив.

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ

4.1 Машина МТ – 1816 (рис.4.1) складається з корпусу 1, зварювального трансформатора 2 з перемикачем ступенів 3, контактора тиристорного 4, регулятора циклу зварювання 5, струмопідводів верхнього і нижнього та привода зварного зусилля 6.

На верхній площині пневмоциліндра закріплений електропневматичний клапан 7 з мастилорозподільником 8 і регулятором тиску повітря 9. На боковій поверхні корпусу закріплений кран управління 10. На задній стінці корпусу встановлений автоматичний вимикач 11. Машина має переносну педальну кнопку 12. Верхній струмопідвід складається з контактної колодки 13, гнучкої шини 14 і контактної конуса 15, в якому закріплюється електродотримач 16. Контактна колодка електрично ізольована від привода зварювального зусилля. Нижній струмопідвід складається з кронштейна 17 і кришки 18, з'єднання яких утворює гніздо, в яке вставлений хобот 19 з закріпленим на ньому електродотримачем 20. Кронштейн вставляється на корпусі і закріплюється болтами. Передбачена можливість ступінчасто переставляти кронштейн на корпусі по висоті на 140 мм через кожні 70 мм, в залежності від форми зварювальних деталей. Привод зварного зусилля, що забезпечує опускання верхнього електроду і

стиснення деталі при зварюванні складається із направляючої, циліндра, кришки, двох поршнів зі штоками і ущільнювальних кілець.

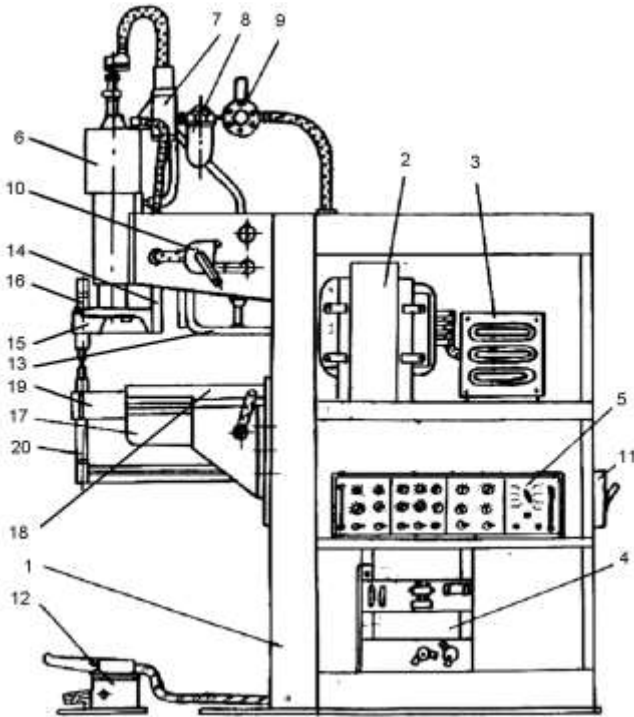


Рисунок 4.1 – Будова точкової машини МТ-1816

Використання регулятора циклу зварювання РЦС-502, що призначений для управління циклом зварювання точкових машин змінного струму, дозволяє підвищити якість зварювання, надійність роботи і швидкість роботи машини (до 300 зварних точок за хвилину) за рахунок більш точного регулювання затримок часу, використання більш жорстких режимів зварювання, безконтактної схеми управління. Регулятор дозволяє змінювати час витримки в межах 0,02...2,0 сек на 5-ти позиціях: попереднє стискання; стискання; зварювання; проковування; пауза.

Оптимальні параметри режиму контактного точкового зварювання визначають розрахунковим методом, експериментальним

шляхом або за довідковими даними. В даній роботі параметри режиму обираються за довідковими даними в залежності від типу зварюваного матеріалу та його товщини. За довідником визначаються технологічні параметри режиму зварювання $I_{зв}$, $t_{зв}$, $F_{зв}$, d_c . Конструктивні елементи зварного з'єднання ($d_я$, мінімальний шаг між точками, величина напущки) визначаються за вимогами Нормативних документів. Після вибору, параметри режиму встановлюються на машині.

Наладку контактних машин та встановлення необхідних режимів зварювання виконують при вимкненому струмі в наступній послідовності. Відкривають вентилі стиснутого повітря та охолоджувальної води. Встановлюють потрібні розміри вильоту і розхилу, а також домагаються співвісності електродів. Площа, що охоплюється контуром зварювальної машини повинна бути мінімальною, але достатньою та зручною для зварювання деталей.

Потім перевіряють цілісність заземлення на регуляторі. Після цього вмикають автоматичний вимикач машини. Тумблер «Струм» встановлюють в положення «Вимкнуто». Тумблер роду роботи встановлюють в положення «Одиночне зварювання». Після цього встановлюються потрібні тривалості кожної позиції циклу зварювання. При цьому необхідно враховувати, що величина позиції «Стиснення» має бути достатньою для опускання та стиснення деталей електродами, а також для наростання тиску повітря у приводі до потрібного рівня. Не дозволяється встановлювати тривалість жодної позиції у положення «0». Якщо при встановлених $t_{зв}$ та $F_{зв}$ не вдається отримати литу зону необхідних розмірів через виплески металу, то спочатку збільшують $F_{зв}$, а потім підвищують $I_{зв}$. Для отримання стійкого режиму без небезпеки виплеску максимальний діаметр литого ядра $d_я^{мин}$, при якому починаються виплески, повинен бути в середньому на 15% більше необхідного номінального діаметру $d_я^{ном} = 1,15 d$. Якщо діаметр ядра відповідає регламентованому, то параметри режиму зварювання вважають оптимальними.

4.2 Засоби індивідуального захисту (окуляри, рукавиці, халат, тощо).

4.3 Зразки для зварювання з різних матеріалів та товщиною.

4.4 Демонстраційні матеріали.

5 ВКАЗІВКИЗ ОХОРОНИ ПРАЦІТА ТЕХНІКИБЕЗПЕКИ

До лабораторних (практичних) робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці, при роботі з електроустановками до 1000 В та пожежної безпеки.

Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.

Для захисту від бризок та виплесків металу при зварюванні студент повинен працювати в спеціальних прозорих окулярах або за прозорими щитами та мати відповідний спецодяг. Перебуваючи біля рухомих частин машин при подачі повітря та електричного живлення необхідно дотримуватися заходів безпеки (можливе спрацювання пневматичного приводу машини при несправних регуляторі або елементах пневматичного пристрою).

Вимірювання необхідно виконувати тільки після відключення машин від мережі автоматичним вимикачем. Рукоятку автомата необхідно перевести в положення «вимкнено».

У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.

У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності з затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

6.1. Перед тим, як приступати до виконання лабораторної (практичної) роботи студент зобов'язаний вивчити методичні вказівки, або за допомогою рекомендованої літератури самостійно ознайомитися з матеріалами конкретних робіт; вивчити інструкцію по техніці безпеки; відповісти на контрольні запитання викладача та отримати у нього дозвіл на виконання роботи.

6.2. Студенти ознайомлюються з технологічним процесом та обладнанням для електроконтактного зварювання тиском. Для зразків запропонованих викладачем студенти визначають режими зварювання відповідно до циклограми зварювання. Проводять дослідження впливу режимів зварювання на міцність з'єднання та визначають оптимальний режим зварювання зразків.

- 6.3. Перевірити якість з'єднання та оцінити процес зварювання.
- 6.4. Зробити ескізи досліджуваних зразків (об'єктів).
- 6.5. Зробити вимірювання, розрахунки чи опис об'єктів.
- 6.6. Оформити звіт на загальних засадах. Зробити опис та призначення елементів обладнання.
- 6.7. Опрацювати контрольні запитання.

7 ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Звіт по виконаній роботі повинен містити наступні відомості:

- мета роботи;
- опис методики проведення експериментів чи досліджень;
- результати експериментів чи досліджень відобразити у вигляді таблиць, графіків чи ескізів або опису вивченого об'єкту;
- аналіз отриманих результатів опис та висновки по роботі повинні містити інформацію про проведені дослідження.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кривцун, І. В. Спеціальні способи зварювання: підручник. [Текст] / І. В. Кривцун, В. В. Квасницький, С. Ю. Максимов, Г. В. Єрмолаєв, за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Б. Є. Патона. – Миколаїв: НУК, 2017. – 346 с.
2. Бугаєнко, Б. В. Технології та устаткування зварювання тиском: навчальний посібник. [Текст] / Б. В. Бугаєнко, А. М. Тубальцев, Є. А. Бутурля. – Миколаїв: НУК, 2018. – 135 с.

Рекомендовані інформаційні джерела

1. Журнал «Автоматичне зварювання». Вид. Міжнародна Асоціація "Зварювання". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.
2. Журнал «Сварщик». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://welder.stc-paton.com/ru/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

3. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

4. Наукова бібліотека НУ "Запорізька політехніка". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://library.zntu.edu.ua/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

5. Кафедра Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zp.edu.ua/kafedra-integrovanih-tehnologiy-zvaryuvannya-ta-modelyuvannya-konstrukciy> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.