

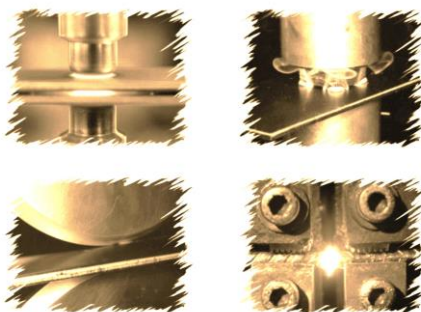
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 2

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ТОЧКОВОГО КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ

з дисципліни
«Технологія та устаткування зварювання тиском»
для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка»
освітньої програми
«Технології та устаткування зварювання»
всіх форм навчання



Методичні вказівки до лабораторної роботи № 2 «Розрахунок параметрів режиму точкового контактного зварювання» з дисципліни «Технологія та устаткування зварювання тиском» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» всіх форм навчання / Укл.: Куликовський Р.А. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 18 с.

Укладач: Р.А. Куликовський, доцент, к.т.н.

Рецензент: М.Ю. Осіпов, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: Р.А. Куликовський

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 3
від 27.10.2016 р.

Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
факультету
Протокол № 3
від 15.11.2016 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	4
2.1 Вплив властивостей зварюваних матеріалів на вибір та розрахунок параметрів режимів зварювання.....	4
2.2 Параметри режиму контактного зварювання.....	5
2.3 Загальний опір в зоні зварювання.....	7
2.4 Нагрів деталей при точковому зварюванні.....	12
3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	15
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.....	15
5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ	15
6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	15
7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ.....	16
8 ЗМІСТ ЗВІТУ.....	17
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	17
Додаток Теплофізичні властивості деяких металів та сплавів.....	18

1 МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є дослідження та засвоєння методики розрахунку параметрів режиму контактного точкового зварювання за заданою товщиною та маркою матеріалу зварюваних зразків.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Вплив властивостей зварюваних матеріалів на вибір та розрахунок параметрів режимів зварювання

На режим зварювання істотно впливають багато властивостей металів (теплофізичні (див. додаток), фізико-хімічні, механічні, тип та параметри кристалічної ґратки, інтервал кристалізації та температурний інтервал крихкості, властивості окисних плівок та інш.).

Питомий опір ρ_0 в багатьох визначає зварювальний струм та тип машини. Чим менше ρ_0 , тим більше повинен бути $I_{зв}$. Наприклад, при зварюванні алюмінієвих сплавів необхідні струми значно більше, ніж при зварюванні сталей.

Коефіцієнт теплопровідності λ та пов'язаний з ним коефіцієнт температуропровідності a обумовлюють розсіяння теплоти в пришовній зоні, її протяжність, а також температуру в контакті електрод-деталь. Зі збільшенням λ зменшують $t_{зв}$, використовують більш жорсткі режими.

Температура плавлення сплаву ($T_{пл}$) впливає на витрати теплоти, на значення $I_{зв}$, а також на температуру в контакті електрод-деталь та інтенсивність масопереносу.

Зі збільшенням коефіцієнту лінійного розширення α та умовного опору пластичної деформації σ_d^* металу підвищується здатність до внутрішніх виплесків, зростає рівень залишкових напружень та деформацій. При зварюванні металів з більшими значеннями σ_d^* необхідно різко підвищувати $F_{зв}$, встановлювати більш «м'який» режим.

Інтервал кристалізації та температурний інтервал крихкості (ТІК) визначають схильність до утворення гарячих тріщин. Чим ширший ТІК, тим вище схильність до гарячих тріщин. Тип та параметр кристалічної ґратки, температура плавлення визначають

спорідненість при зварюванні різнорідних сплавів, кінцеву структуру та властивості металу ядра.

Деякі метали змінюють свої властивості (ρ_0 , λ , a) зі збільшенням температури. Тому часто додають попередній підігрів додатковим імпульсом струму (для підвищення ρ_0 , зменшення λ та a). Це дозволяє знизити зварювальний струм та полегшити формування з'єднань. Електричні та фізико-механічні властивості поверхневих плівок впливають на тепловиділення в контактах та масоперенос.

2.2 Параметри режиму контактного зварювання

Забезпечення високої якості зварювання та максимальної продуктивності процесу для даної товщини, форми та матеріалу виробу визначається від того, як вірно обрано режим зварювання.

Режимом зварювання називається сукупність електричних, механічних та часових параметрів, що забезпечуються зварювальним обладнанням та необхідних для отримання якісного зварного з'єднання.

Параметри режиму обирають за таблицями, номограмами, розраховують або встановлюють дослідним шляхом. Обрані чи розраховані режими перевіряють або уточнюють для конкретних умов.

Основними параметрами режиму точкового зварювання, від яких залежить якість зварних з'єднань, являються:

- розміри та форма робочої (контактної) поверхні електродів d_e , R_e ;
- зусилля стискання електродів $F_{зв}$;
- час зварювання $t_{зв}$;
- сила зварювального струму $I_{зв}$.

Розмір контактної поверхні електродів d_e , R_e (мм) та її форма істотно впливають на міцність зварної точки, вибір та розрахунок інших параметрів режиму зварювання. При зварюванні низьковуглецевих сталей робоча частина електрода зазвичай виконується у вигляді усіченого конуса з пласкою контактною поверхнею, рідше зі сферичною контактною поверхнею. Існує деяке оптимальне значення площі контактної поверхні електрода. Зменшення площі контактної поверхні призводить до зменшення розмірів зварної точки й зниженню міцності зварного з'єднання.

Збільшення площі контактної поверхні понад деякої оптимальної величини при певній потужності машини також небажано тому, що це призводить до зменшення щільності струму, у зв'язку із чим розміри ядра й міцність зварної точки також знижуються.

При пласкому контакті діаметр поверхні електрода d_e визначають в залежності від товщини s металу, що зварюється:
при $s \leq 2$ мм

$$d_e = 2s + 3,$$

при $s > 2$ мм,

$$d_e = 1,5s + 5,$$

де s - товщина більш тонкої з деталей, що зварюються, мм.

Сферична контактна поверхня електродів при зварюванні сталі зазвичай має радіус 50...100 мм.

Зусилля стискання електродів $F_{зв}$ (Н) впливає на електричний опір у зоні зварювання і, як наслідок, на кількість тепла, що виділяється при зварюванні, а також на ступінь ущільнення ядра точки в процесі кристалізації.

Зусилля стискання електродів залежить від товщини та механічних властивостей зварюваних деталей та від тривалості нагрівання. Необхідне зусилля стискання електродів росте зі збільшенням товщини металу. Орієнтовно при зварюванні гарячекатаної низьковуглецевої сталі на «жорстких» режимах зусилля $F_{зв}$ становить:

$$F_{зв} = (1000 \dots 2000)s;$$

а на «м'яких» режимах:

$$F_{зв} = (600 \dots 1000)s.$$

При зварюванні холоднокатаної сталі зусилля підвищується на 20...30%.

Час протікання зварювального струму (час зварювання) $t_{зв}$ (с) визначається властивостями та товщиною матеріалу, що зварюється.

При зварюванні низьковуглецевої сталі на «жорстких» режимах час зварювання може бути приблизно визначено за формулою:

$$t_{зв} = (0,1 \dots 0,2)s,$$

При зварюванні на «м'яких» режимах:

$$t_{зв} = (0,8 \dots 1,0)s.$$

Величину зварювального струму $I_{зв}$ (А) розраховують за законом Джоуля-Ленца:

$$I_{зв} = \sqrt{\frac{Q_{еe}}{m_r r_{еe} t_{зв}}},$$

де m_r – коефіцієнт, що враховує зміну загального опору між електродами ($r_{еe}$) в процесі зварювання (для низьковуглецевих сталей $m_r \approx 1$, для алюмінієвих та магнієвих сплавів - 1,15, корозійностійких сталей - 1,2, сплавів титану - 1,4);

$Q_{еe}$ – повна кількість теплоти що виділяється між електродами на електричних опорах при проходженні через них зварювального струму за час зварювання ($t_{зв}$), Дж;

$r_{еe}$ – загальний опір в зоні зварювання, Ом.

2.3 Загальний опір в зоні зварювання

Величина $r_{еe}$ та його розподіл залежить від способу зварювання та істотно впливають на опір нагріву. При зварюванні двох деталей рівної товщини з однакового металу **загальний опір $r_{еe}$ (Ом) металу між електродами** становить:

$$r_{еe} = 2r_d + 2r_{ед} + r_{дд},$$

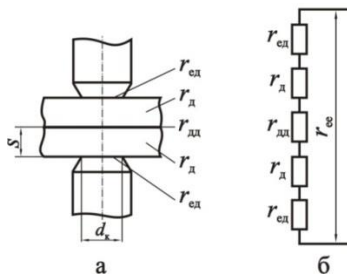
де r_d - власний активний опір зварюваних деталей, Ом;

$r_{ед}$ – перехідний опір в приконтактній зоні деталі з електродом, Ом;

$r_{\text{дд}}$ - опір на ділянці контакту обох деталей (рис. 2.1), Ом.

Опір на ділянці контакту електрод-деталь та деталь-деталь та деталь називають контактним опором $r_{\text{к}}$:

$$r_{\text{к}} = 2r_{\text{ед}} + r_{\text{дд}}$$



а – розподіл опорів; б – еквівалентна електрична схема

Рисунок 2.1 – Електричний опір зони зварювання

Наявність контактних опорів пов'язана з обмеженістю площі електричного контакту із-за нерівної поверхні деталей та електродів, а також із-за різноманітних поверхневих утворень: окисних та гідроокисних плівок, адсорбованої вологи, масел, продуктів корозії, пилу та інш. Тому фактична площа контакту до нагріву значно менше контурної площини контакту.

В цих умовах відбувається згущення силових ліній на окремих електропровідних мікровиступах. Такий «ситовий» характер призводить до різкого збільшення щільності струму та інтенсивному тепловиділенню в зоні контакту.

Значення та характер зміни контактного опору залежить від наступних факторів: 1) стану поверхні деталей; 2) зусилля стиску деталей; 3) роду матеріалу; 4) температури в зоні контакту.

Опір на ділянці електричного ланцюга між електродами при точковому зварюванні в початковий момент визначається в основному контактним опором (рис. 2.2). Після включення зварювального струму мікроконтакти швидко нагріваються, знижується опір металу пластичній деформації, полегшуються умови руйнування поверхневих плівок, та при певних критичних температурах $T_{\text{кр}}$, які характерні для даного металу, $r_{\text{к}}$ різко знижується до нуля (рис. 2.2). Власний опір холодних деталей відносно невеликий, при подальшому нагріванні опір деталей спочатку збільшується внаслідок збільшення питомого

опору ρ_0 , а потім дещо знижується, внаслідок збільшення площини електричних контактів. Ступінь зниження опору залежить від зусилля стискання. При цьому r_{ee} визначається в основному опором самих деталей. Значення $T_{кр}$ для сталей становить $600\dots700^\circ\text{C}$, для алюмінієвих сплавів – $400\dots500^\circ\text{C}$. При збільшенні зусилля зварювання $T_{кр}$ дещо знижується.

Зниження r_k від моменту контакту та до зникнення досягає за час $(1\dots3)\cdot 10^{-3}$ с для сталей та $(5\dots6)\cdot 10^{-3}$ с для алюмінієвих сплавів.

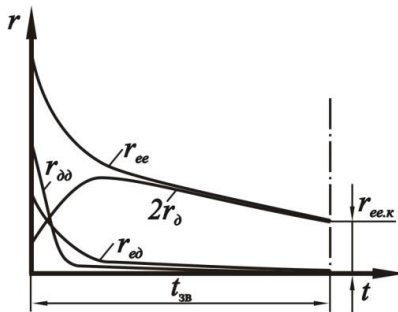


Рисунок 2.2 - Кінетика зміни електричних опорів при точковому зварюванні

Експериментально показано, що доля теплоти, яка виділяється на опору r_k , зазвичай (при зварюванні сталей товщиною не більш 1 мм) не перевищує 5% загальної енергії, що генерується в зоні зварювання. Не дивлячись на те, що r_k існує відносно короткий час, він може оказати вплив на наступне нагрівання, особливо при зварюванні деталей малої товщини, де висота мікрорельєфу поверхні сумірна з товщиною деталей. Попередньо нагріта зона контакту, що має підвищений опір, сприяє більшому тепловиділенню. Але, при збільшенні $r_{дд}$ стабільність тепловиділення невелика, а з підвищенням $r_{ед}$ знижується стійкість електродів.

Таким чином, загальний омичний опір ділянки ланцюга між електродами в процесі контактного зварювання буде визначатися власним опором деталей, що зварюються.

При точковому зварюванні електричний струм підводиться до зварюваної деталі через два нерівних за діаметром контакти: перший з них дорівнює діаметру електроду d_e , інший – діаметру контакту між зварюваними деталями d_k (рис. 2.3). Зварювані деталі нерівномірно нагріті по товщині. Їх температури постійно змінюються по мірі збільшення часу проходження струму.

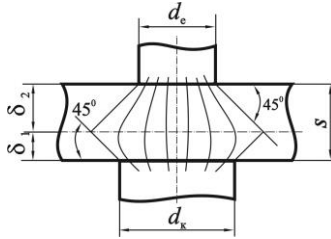


Рисунок 2.3 - Схема поля струму для розрахунку опору деталі з неоднаковими розмірами контактів

Діаметр контакту між деталями к закінченню нагрівання:

$$d_k = d_e + \alpha s,$$

де α - коефіцієнт, що залежить від зусилля стискання електродів. При зварюванні на «жорстких» режимах (при великому $F_{ЗВ}$) $\alpha = 1,5 \dots 1,7$; а при зварюванні «м'яких» режимах (при відносно малому $F_{ЗВ}$) $\alpha = 1,0$.

При $d_k > d_e$ схема ліній струму має несиметричну форму по товщині деталі (рис. 2.3). Лінії струму за рахунок шунтування струму в метал розтікаються по об'єму умовно обмеженому лініями, що проведені під кутом 45° від границі контакту. Для визначення перетину об'єму, у якому перебуває поле ліній струму, з кінців діаметрів проводяться прямі під кутом 45° . При цьому деталь умовно розбивається на дві пластинки нерівної товщини δ_1 і δ_2 :

$$s = \delta_1 + \delta_2;$$

$$s = \frac{d_k - d_e}{2} + \delta_2.$$

Власний опір пластинки товщиною $\delta_1 + \delta_2$, нерівномірно нагрітої в умовах точкового зварювання з контактами неоднакового розміру, можна приблизно розрахувати по формулі як напівсуму опорів двох пластинок товщиною δ_1 і δ_2 , затиснутих відповідно між рівними електродами d_k і d_e :

$$r_D = \frac{1}{2} A_1 k \rho_T' \frac{2\delta_1}{\pi d_e^2} + \frac{1}{2} A_2 k \rho_T'' \frac{2\delta_2}{\pi d_k^2},$$

де A_1 і A_2 - коефіцієнти, що залежать відповідно від співвідношень $\frac{d_e}{2\delta_1}$ та $\frac{d_k}{2\delta_2}$, які враховують те, що фактичний опір деталі менше опору циліндру металу, затиснутого між електродами діаметром d_k і d_e , визначаються за графіком, представленим на рис. 2.4;

ρ_T' та ρ_T'' - питомі електричні опори при температурах T_1 і T_2 відповідно для пластинок δ_1 і δ_2 (при зварюванні сталі до кінця процесу $T_1 = 1200^\circ\text{C}$ ($0,8T_{\text{пл}}$) та $T_2 = 1530^\circ\text{C}$ ($T_{\text{пл}}$), а для алюмінієвих сплавів 450 та 630°C відповідно);

k - коефіцієнт, що враховує нерівномірність нагрівання пластинок товщиною δ_1 і δ_2 . При зварюванні сталей $k = 0,85$, для алюмінієвих та магнієвих сплавів $0,9$.

Питомі електричні опори ρ_T' та ρ_T'' залежать від роду металу, виду його термомеханічної обробки та температури (рис. 2.5).

При зварюванні деталей рівної товщини загальний опір між електродами дорівнює $2r_d$.

При зварюванні деталей різної товщини проводиться розрахунок для обох деталей і береться їхня сума.

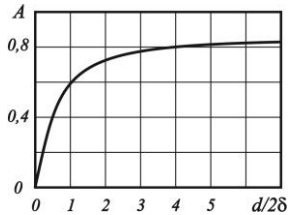


Рисунок 2.4 - Залежність коефіцієнта A від співвідношення $\frac{d}{2\delta}$

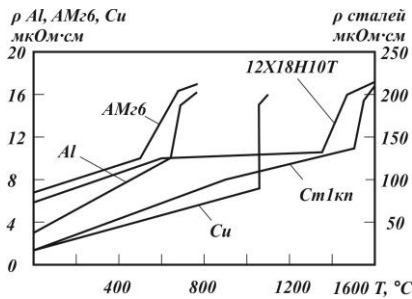


Рисунок 2.5 - Коефіцієнти питомого опору деяких металів в залежності від температури нагріву

2.4 Нагрів деталей при точковому зварюванні

В умовах точкового зварювання виділення теплоти викликано дією рядом джерел. Головне джерело – об'ємно розподілене з питомою потужністю $j^2 \rho_T$ (j – густина струму). Другорядні – плоскі джерела з питомою потужністю $j^2 r_{\text{дд}} / (\frac{\pi d_{\text{к}}^2}{4})$ та $j^2 r_{\text{дд}} / (\frac{\pi d_{\text{е}}^2}{4})$, зв'язані з генеруванням теплоти на відповідних контактних опорах. Доля плоских джерел в загальному тепловому балансі не перевищує 10%.

Кількість тепла $Q_{\text{еє}}$ (Дж), необхідного для зварювання окремої точки, можна розрахувати через теплоту що знаходиться в металі к закінченню процесу зварювання та кількість теплоти, що відведена від зони зварювання в процесі формування з'єднання. Для цього використовують умовні схеми теплопередачі в зоні зварювання та розподілу в ній температури (рис. 2.6). Такий розподіл теплоти описується так званим «**рівнянням теплового балансу**», котре було запропоноване ще у 30-х роках минулого століття та використовується по наш час в інженерних методиках розрахункового визначення зварювального струму:

$$Q_{\text{еє}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4,$$

де Q_1 – кількість теплоти, що витрачається на нагрівання до температури плавлення $T_{\text{пл}}$ умовно виділеного центрального стовпчика металу висотою $2s$ і діаметром $d_{\text{е}}$, затиснутого між електродами (рис. 2.6) ($Q_1 \approx 20 \dots 30\%$ від $Q_{\text{еє}}$), Дж;

Q_2 – кількість теплоти, що витрачається на нагрівання металу у вигляді кільця шириною x_1 , що оточує центральний стовпчик ($Q_2 \approx 20\%$ від $Q_{\text{еє}}$), Дж;

Q_3 – кількість теплоти, що передана в електроди за рахунок теплопровідності ($Q_3 > 50\%$ від $Q_{\text{еє}}$), Дж;

Q_4 – втрати тепла випромінюванням з поверхні деталей, що зварюються, радіаційним і конвективним теплообміном (теплообмін з навколишнім середовищем), Дж.

З урахуванням схованої теплоти плавлення за середню температуру нерівномірно нагрітого центрального стовпчика можна прийняти температуру плавлення $T_{\text{пл}}$. Тоді при зварюванні двох деталей товщиною s :

$$Q_1 = \frac{\pi d_c^2}{4} 2s \gamma T_{пл},$$

де s - середня теплоємність при нагріванні до температури $T_{пл}$ (для низьковуглецевої сталі $s = 0,67$ КДж/(кг·К);

γ – густина зварюваного матеріалу (див. додаток).

У металі, що оточує центральний стовпчик, температура поступово знижується від $T_{пл}$ до кімнатної (рис. 2.6). Середня температура кільця, що нагрівається, шириною x_2 наближається до $T_{пл}/4$. Ширина кільця x_2 росте зі збільшенням тривалості нагрівання та залежить від температуропровідності металу (a_m), що зварюється:

$$x_2 = 4\sqrt{a_m t_{зв}}.$$

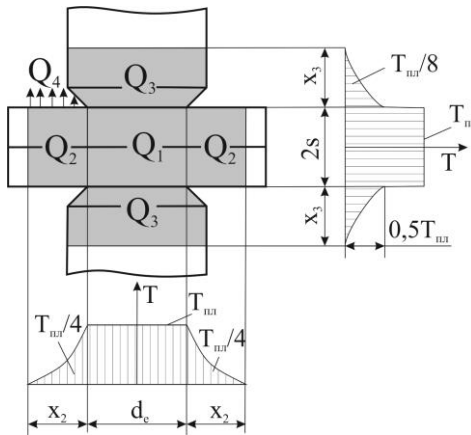


Рисунок 2.6 - Розрахункова схема теплового балансу при точковому зварюванні

Втрати тепла на нагрівання деталей поза центральним стовпчиком при зварюванні двох деталей товщиною s становлять:

$$Q_2 = k_1 \pi x_2 (d_c + x_2) 2s \gamma \frac{T_{пл}}{4},$$

де $\pi x_2 (d_c + x_2) 2s$ - об'єм умовного кільця;

k_1 - коефіцієнт, що враховує, що дійсна середня температура кільця дещо менше $T_{пл}/4$ у зв'язку зі складним розподілом температури по

ширині цього кільця тому, що найбільш інтенсивно нагріті ділянки розташовані біля внутрішньої поверхні кільця, ($k_1 \approx 0,8$).

Втрати тепла в електроди можна приблизно визначити, приймаючи температуру на їхній контактній поверхні рівною $T_{пл}/2$. При цьому середня температура ділянки електродів, що нагрівається інтенсивно, довжиною x_3 (об'єм $k_2 \pi d_e^2 x_3 / 4$) дорівнює $T_{пл}/8$ (рис. 2.6). Область поширення тепла в електроди x_3 залежить від тривалості нагрівання й температуропровідності матеріалу електродів (a_e):

$$x_3 = 4\sqrt{a_e t_{зв}}.$$

Сума втрат тепла у два електроди:

$$Q_3 = 2k_2 \frac{\pi d_e^2}{4} x_3 c_e \gamma_e \frac{T_{пл}}{8},$$

де k_2 - коефіцієнт, що враховує форму електрода (для циліндричного електрода з пласкою контактною поверхнею $k_2 = 1$, для конічного електрода з пласкою контактною поверхнею $k_2 = 1,5$, для електрода зі сферичною робочою поверхнею $k_2 = 2$);

c_e і γ_e - теплоємність і густина металу електродів відповідно (див. додаток).

При точковому зварюванні, особливо на «жорстких» режимах, втрати тепла Q_4 , через короткочасність процесу, незначні, тому в розрахунках ними можна знехтувати.

Зазвичай кількість тепла Q_1 , яке необхідне безпосередньо на утворення зварної точки, називають корисним теплом $Q_{кор}$, а тепло, що витрачається на нагрівання ядра що оточує метал та електроди називають втратами тепла $Q_{втр} = Q_2 + Q_3$.

У деяких визначених межах $Q_{кор}$ не залежить від тривалості нагріву та визначається об'ємом нагрітого металу V до температури T при умовній теплоємності c та густині γ ($Q_{кор} = Vc\gamma T$).

Втрати теплоти збільшуються зі збільшенням часу нагрівання, тому підвищується і загальна кількість теплоти $Q_{еє}$, тобто зі збільшенням часу зварювання ККД процесу нагрівання завжди зменшується. При цьому неминуче розширюється зона нагріву при високому коефіцієнті температуропровідності зварюваного матеріалу.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Перед тим, як приступати до виконання лабораторної роботи студент зобов'язаний вивчити дані методичні вказівки, або за допомогою рекомендованої літератури самостійно ознайомитися з методикою розрахунку параметрів режиму контактного точкового зварювання [1 (с. 21...23); 2 (с. 14...18)]; вивчити інструкцію по техніці безпеки; відповісти на контрольні запитання викладача та отримати у нього дозвіл на виконання роботи.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

4.1 Назвіть основні параметри режиму точкового зварювання.

4.2 Як визначаються параметри режиму точкового зварювання?

4.3 Як записується рівняння теплового балансу для точкового зварювання?

4.4 Як по заданим зварювальному струму та загальному опорі зони зварювання визначити необхідний ступінь зварювального трансформатора?

4.5 Від чого залежить значення та характер зміни контактної опору?

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ

Машина для електричного контактної точкового зварювання МТ-1816, паспорт контактної машини або її опис.

Зразки для зварювання (матеріал зразків – низьковуглецева сталь, алюміній; товщина зразків за вказівкою викладача).

Набір слюсарного та вимірювального інструментів (динамометр, штангенциркуль, молоток, зубило).

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Студенти, що виконують роботу на машині МТ-1816 повинні пройти інструктаж з техніки безпеки при роботі електроустановками до 1000 В.

Для захисту від бризок та виплесків металу при зварюванні зварник повинен працювати в спеціальних прозорих окулярах або за прозорими щитами та мати відповідний спецодяг.

Перебуваючи біля рухомих частин машини МТ-1816 при подачі повітря та електричного живлення необхідно дотримуватися мір обережності (можливе спрацьовування пневматичного приводу машини при несправних регуляторі або елементах пневматичного пристрою).

Зміну коефіцієнту трансформації необхідно виконувати тільки після відключення машини від мережі автоматичним вимикачем. Рукоятку автомата необхідно перевести в положення «вимкнено».

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Лабораторну роботу слід виконувати в наступній послідовності:

1. Розрахувати параметри режиму контактного точкового зварювання за заданими матеріалом та товщиною зразків.

2. Вивчити особливості будови та принцип дії машини МТ-1816.

3. За розрахованими значеннями зварювального струму $I_{зв}$ та загального опору $r_{еe}$ визначити ступінь регулювання вторинної напруги зварювального трансформатора машини МТ-1816, що забезпечує необхідний зварювальний струм для зварювання деталей даної товщини та марки матеріалу. Для визначення необхідного ступеня слід використовувати навантажувальні характеристики зварювальної машини МТ-1816 $I_{зв} = f(r_{еe})$ для конкретного розхилу, які приводяться в її паспорті (рис. 5.1).

4. Настроїти параметри режиму зварювання на машині МТ-1816 згідно виконаного розрахунку.

5. Виконати зварювання першої групи зразків виготовлених з матеріалу та товщиною за якими був виконаний розрахунок параметрів режиму зварювання.

6. Виконати зварювання другої групи зразків наданими за вказівкою викладача (матеріал зразків другої групи повинен відрізнятися від матеріалу зразків першої групи, у разі, якщо матеріали зразків обох груп однакові, товщина зразків другої групи повинна бути більшою) на параметрах режимів зварювання, розрахованих для зразків першої групи.

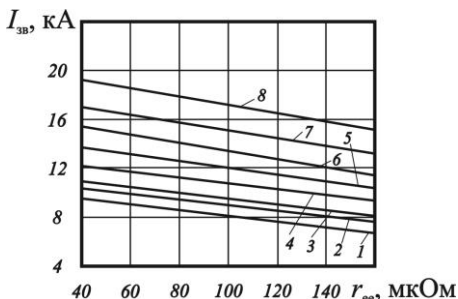


Рисунок 5.1 – Навантажувальні характеристики машини МТ 1816 при розхилі 200 мм (1... 8 – ступені для регулювання струму).

7. Провести дослідження якості отриманих точкових з'єднань обох груп зразків на зріз (розрив) та порівняти діаметри зварених точок обох груп зразків з їх розрахунковим значенням $d_T = (0,9 \dots 1,4)d_e$.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт по виконаній роботі повинен містити наступні відомості:

- мета роботи;
- розрахунок параметрів режиму точкового контактного зварювання за заданою товщиною та маркою матеріалу зварюваних зразків;
- графік визначення робочого ступеню зварювального трансформатора машини МТ-1816;
- аналіз методики розрахунку параметрів точкового контактного зварювання (пояснення, які чинники враховані при розрахунку параметрів зварювання; які чинники проігноровано і як це впливає на точність розрахунків);
- висновки по роботі (оцінка якості отриманих зварних з'єднань різних пар матеріалів та пояснення причин їх відмінності; рекомендації щодо підвищення якості зварного з'єднання другої пари зразків).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Чуларис А.А., Рогозин Д.В. Технология сварки давлением. – Ростов н/Д: Феникс, 2006, 221 с.
2. Технология и оборудование контактной сварки / Под ред. Б.Д. Орлова – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.

Додаток

Теплофізичні властивості деяких металів та сплавів

Метал	Питомий електроопір при 0° С ρ_0 , мкОм·см	Коефіцієнт теплопровідності при 20° С λ , кВт/(м·К)	Коефіцієнт температуропровідності α , 10^{-6} м ² /с	Питома теплоємність при 20° С c_p , кДж/(кг·К)	Густина при 20° С γ , кг/м ³	Температура плавлення $T_{пл}$, °С
Алюміній	2,7	0,2	-	1	2800	658
Алюмінієві сплави:						
АМц	4,2	0,16	25	0,82	2800	654
Д16Т	7,3	0,125	-	0,9	2900	633
АМг6	7,5	0,1	-	0,82	2780	620
Бронза БрБ2	6,5	0,08	52	0,47	8230	-
Вольфрам	5,5	0,17	-	0,25	19300	3500
Жароміцні сплави:						
ХН78Т	98	0,015	-	0,46	8350	-
ХН60ВТ	120	0,01	-	0,44	8800	1400
Магнієвий сплав МА 2-1	12	0,1	45	1,04	1780	632
Мідь	1,75	0,36	83	0,38	8900	1083
Молібден	5,5	0,17	-	0,25	10220	2622
Сталі:						
Низьковуглецева 08кп	13	0,06	8	0,46	7800	1530
30ХГСА	21	0,04	-	0,48	7850	1480
Х15Н5Д2Т	85	0,018	-	0,46	7760	-
12Х18Н10Т	75	0,016	3	0,46	7860	1440
Титанові сплави:						
ОТ4	142	0,01	2	0,58	4590	1660
ВТ6	160	0,008	-	0,54	4600	-
ВТ15	155	0,008	-	0,5	4890	-
Цирконій	41	0,017	-	0,28	6500	-