

МАШИНОЗНАВСТВО. ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

УДК 621.791.85.011:546.56:669

П.А. Гавриш, к.т.н., н.співр.

Донбаська державна машинобудівна академія

І.В. Серов, аспір.

В.В. Чигарьов, д.т.н., проф.

Приазовський державний технічний університет

ЗНИЖЕННЯ РОЗБРИЗКУВАННЯ ПРИ ЗВАРЮВАННІ МІДІ ЗІ СТАЛЛЮ

Досліджено режими зварювання доменної фурми. Визначена залежність розбризкування від режиму зварювання. Отримано рівняння напруги зварювальної дуги від струму зварювання при мінімальному розбризкуванні.

Постановка задачі в загальному вигляді та її актуальність. Розбризкування при зварюванні призводить до істотної зміни якісних показників зварного шва, особливо при застосуванні порошкових електродів. При збільшенні розбризкування знижується продуктивність, підвищується хімічна неоднорідність металу зварного шва, втрати при розбризкуванні ведуть до неповного протікання хімічних реакцій при зварюванні. Дослідження традиційно проводять за відомими методиками [1, 2].

Метою проведених досліджень є визначення залежності коефіцієнтів розбризкування від режимів зварювання та визначений діапазон мінімального розбризкування. Встановлення режиму мінімального розбризкування та визначення математичної залежності між струмом та напругою при мінімальному розбризкуванні.

Викладення основного матеріалу досліджень. Досліджено зміни характеристик плавлення порошкового електрода при зміні зварювального струму від 160 А до 440 А при зварюванні міді зі сталлю (зварювання доменних фурм) з напругою 29–30 В. Як джерело живлення використовували ВС-600. Режими зварювання наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Режими зварювання при проведенні досліджень

Зварювальний струм, А	Напруга, В	Швидкість зварювання, м/г	Виліт порошкового електрода, мм	Діаметр порошкового електрода, мм	Полярність
160–440	28–30	20–22	25	3,0	зворотна

Коефіцієнт розплавлення визначали за формулою [1]:

$$\alpha_P = \frac{V_{PE} \cdot m_{OB}}{I_{ЗВ}}, \text{ (г/А}\cdot\text{г)} \quad (1)$$

де V_{PE} – швидкість подавання електрода, м/г; m_{OB} – питома маса одного погонного метра порошкового електрода, г/м; $I_{ЗВ}$ – величина зварювального струму, А.

Коефіцієнт наплавлювання визначали за такою формулою [1]:

$$\alpha_H = \frac{G_H \cdot 3600}{I_{ЗВ} \cdot t}, \text{ (г/А}\cdot\text{г)}, \quad (2)$$

де G_H – маса наплавленого металу, г; t – термін наплавлювання, г.

Коефіцієнт втрат на розбризкування визначали за такою формулою [1]:

$$\psi_{BP} = \frac{G_{BP}}{G_P} \cdot 100 \% = \frac{G_{BP} \cdot 3600}{\alpha_P (K_{П} \cdot P) I_{ЗВ} \cdot t} \cdot 100 \%, \text{ (г/А}\cdot\text{г)}, \quad (3)$$

де G_{BP} – маса бризок, отриманих під час наплавлювання, г; G_P – маса розплавленого металу, г;

$K_{П} = \frac{G_{Ш}}{G_C} \cdot 100\%$ – відносна маса осердя порошкового електрода; $G_{Ш}$ – маса шихти осердя порошкового електрода, г; G_C – маса стрічки (оболонки порошкового електрода), г; P – частка металеві домішки у шихті осердя.

Відносна маса осердя $K_{П}$ визначається з відомої величини коефіцієнта заповнення K_3 :

$$K_3 = \frac{G_{ш}}{G_{ПЕ}} \cdot 100\%, \text{ (г/А}\cdot\text{г)}, \tag{4}$$

де $G_{ш}$ – маса шихти осердя порошкового електрода заданої довжини, г; $G_{ПЕ}$ – маса порошкового електрода тієї ж довжини, г.

Відносну масу визначали з формули:

$$K_{П} = \frac{K_3}{1 - K_3} \cdot 100\%, \text{ (г/А}\cdot\text{г)}. \tag{5}$$

Для порошкового електрода, який застосовувався при зварюванні, $K_3 = 49\%$ та $P = 71\%$.

Здійснювали наплавлення на мідні пластини марки М1 розміром 10×120×200 мм. До початку роботи і після наплавлення пластини зважували на технічних вагах ВЛТ-1 з точністю 0,1 г. Зважування бризок виконували на технічних вагах ВЛТ-200 з точністю 0,01 г. На кожному режимі наплавлювали по п'ять валиків та визначали середні значення коефіцієнтів α_P, α_H і $\Psi_{БР}$. За результатами розрахунків формули (1–5) та експериментальних даних побудовані графічні залежності коефіцієнта розплавлення від величини зварювального струму (рис. 1), графічні залежності коефіцієнта наплавлення від величини зварювального струму (рис. 2), графічні залежності коефіцієнта втрат на розбризкування від величини зварювального струму (рис. 3).

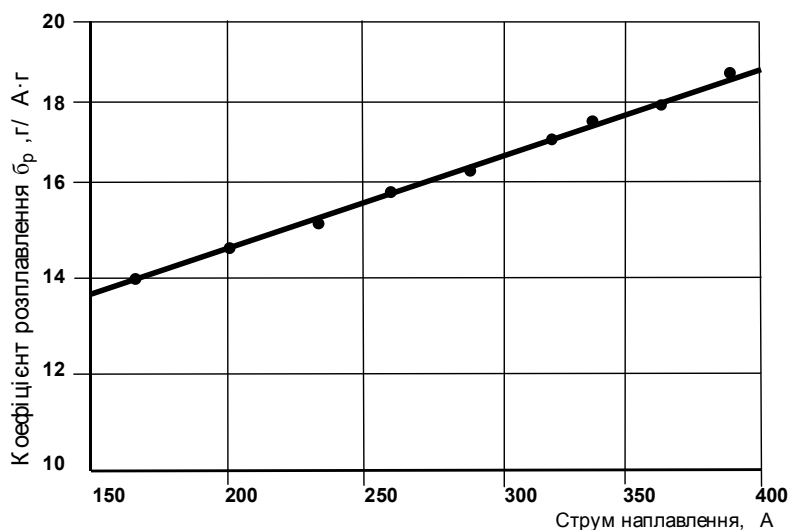


Рис. 1. Залежність коефіцієнта розплавлення від струму наплавлення

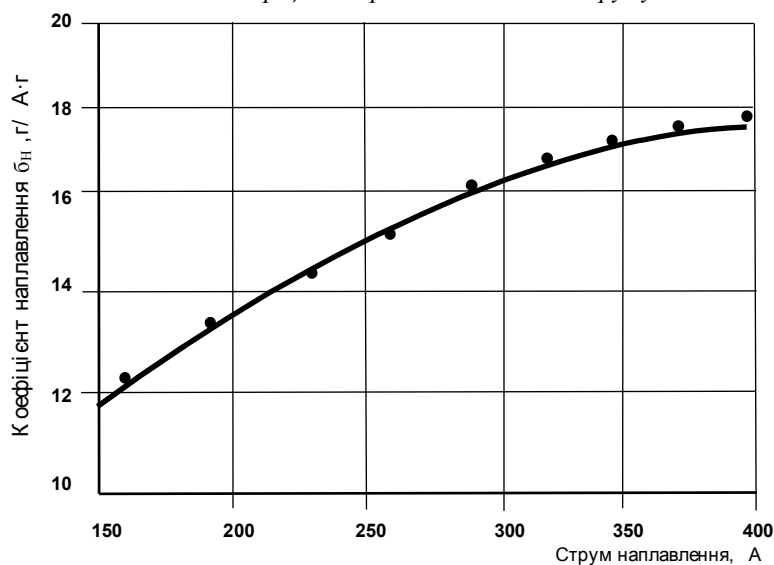


Рис. 2. Залежність коефіцієнта наплавлення від струму наплавлення

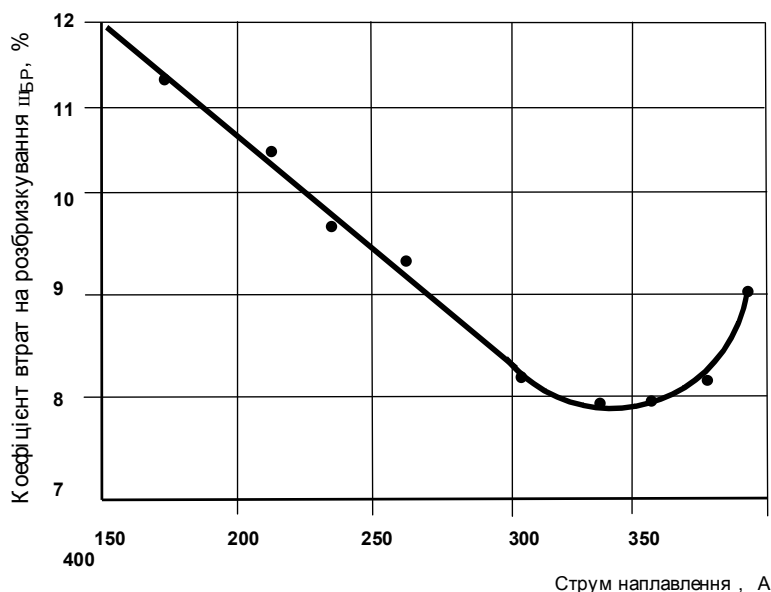


Рис. 3. Залежність коефіцієнта розбризування від струму наплавлення

Результати експериментальних досліджень. Аналізуючи результати досліджень, треба відмітити, що з підвищенням величини зварювального струму значення коефіцієнтів розплавлення та наплавлення монотонно збільшуються. Найбільш стабільно процес наплавлення відбувається при значеннях зварювального струму 300–400 А. Збільшення зварювального струму більше 400А призводить до збільшення коефіцієнта розбризування та до погіршення формування наплавлених валиків. Задля отримання оптимально сформованих наплавлених валиків традиційно підвищують напругу дуги. Разом з тим, як показали дослідження, збільшення напруги призводить до підвищення втрат металу на розбризування.

Характер залежності коефіцієнта розбризування від струму наплавлення (рис. 3) показує, що мінімальне розбризування має місце при таких режимах: струм наплавлення – 340А...390А, напруга – 29В (табл. 1). Для інших напруг можна отримати аналогічні залежності.

Для визначення залежності напруги від струму наплавлення при мінімальному розбризуванні проводили наступне дослідження. При напрузі 24, 26, 28, 30, 32В визначали залежність коефіцієнта розбризування від струму наплавлення. До цього ж граничні значення струму і напруги вибирали з урахуванням стабільного протікання процесу та доброго формування наплавленого валика (табл. 2).

Таблиця 2

Режими наплавлення при визначенні коефіцієнта розбризування

Напруга дуги, В	Зварювальний струм, А	Напруга дуги, В	Зварювальний струм, А
24	170	30	250
	190		290
	210		330
	230		370
	250		410
26	210	32	290
	240		330
	270		370
	300		410
	330		450
28	230		
	260		
	300		
	340		
	380		

Виконували наплавлення валиків порошковим електродом при фіксованій напрузі та при зміні величини зварювального струму. Отримані результати визначення коефіцієнта розбризування представлені на рис. 4.

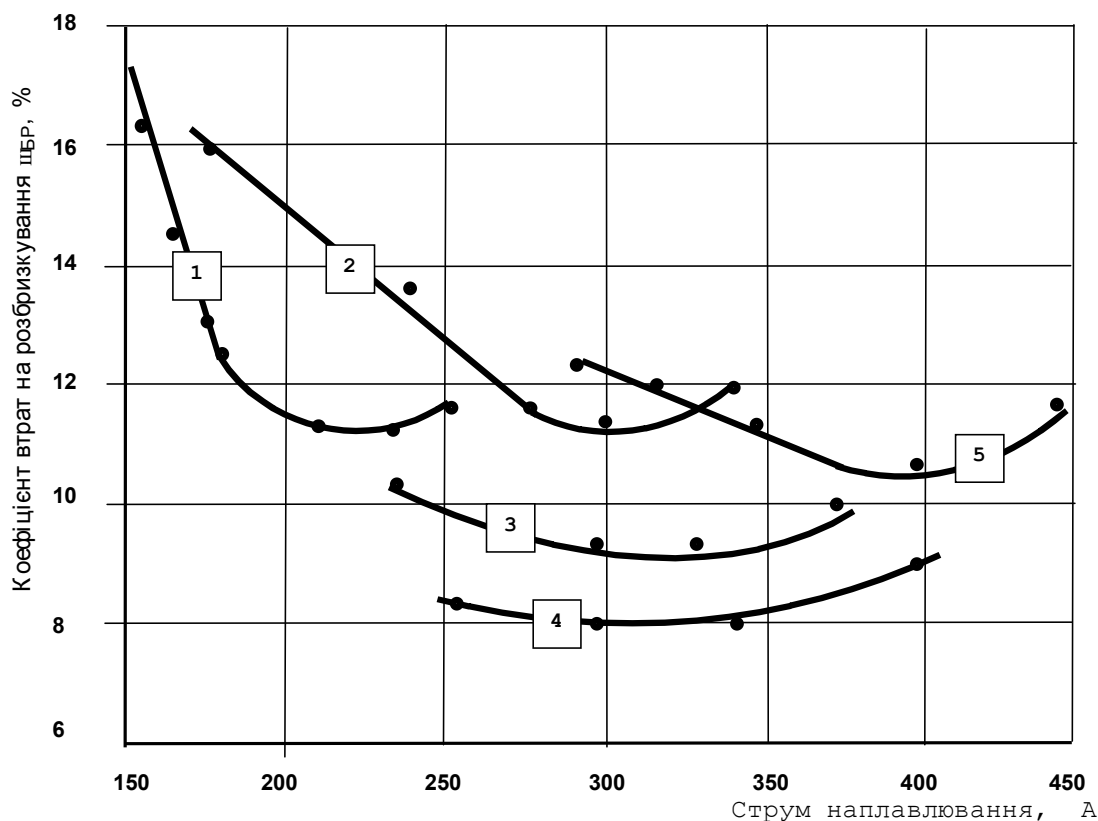


Рис. 4. Залежність коефіцієнта розбризкування від струму наплавлення для фіксованої напруги:
 1 – 24В; 2 – 26В; 3 – 28В; 4 – 30В; 5 – 32В

Аналіз результатів дослідження коефіцієнта розбризкування показує, що:

- мінімальне розбризкування 8–9 % має місце при стабільному протіканні процесу наплавлення, напруга 28–30 В;
- кожному значенню напруги відповідає мінімальне розбризкування у відповідному діапазоні струму;
- мінімальному розбризкуванню відповідає лінійна залежність напруги від струму.

В табл. 3 представлені мінімальні значення коефіцієнтів розбризкування при оптимальному струмі наплавлення.

Таблиця 3

Ψ _{БР} , %	Напруга, В	Струм наплавлення, А
11	24	230
10,8	26	290
9,1	28	330
7,9	30	340
10,2	32	400

На рис. 5 побудовано графік залежності напруги від струму при мінімальному розбризкуванні.

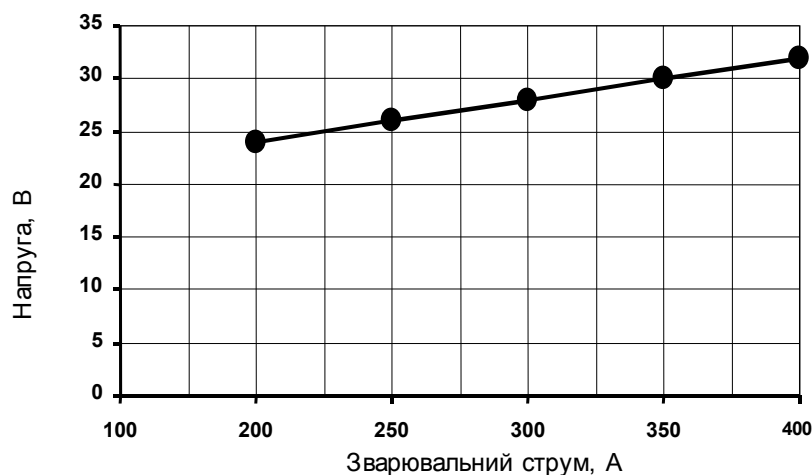


Рис. 5. Залежність напруги від зварювального струму при мінімальному розбризкуванні

Апроксимуючи залежність напруги від зварювального струму при мінімальному розбризкуванні, приводимо рівняння до такого [2]:

$$y = 0,047x + 12,7 . \quad (6)$$

Таким чином визначаємо напругу y , якщо відомий струм зварювання x .

З метою дослідження наявності щілин та інших недоліків проводили обстеження ультразвуковим дефектоскопом УД2-12 № 5174, свідоцтво про перевірку № 222 від 05.04.2005 – щілин та інших дефектів не виявлено. На рис. 6 показано фотографію зварного з'єднання рильної частини фурми з діафрагмою, яка була зварена на оптимальних режимах без розбризкування.

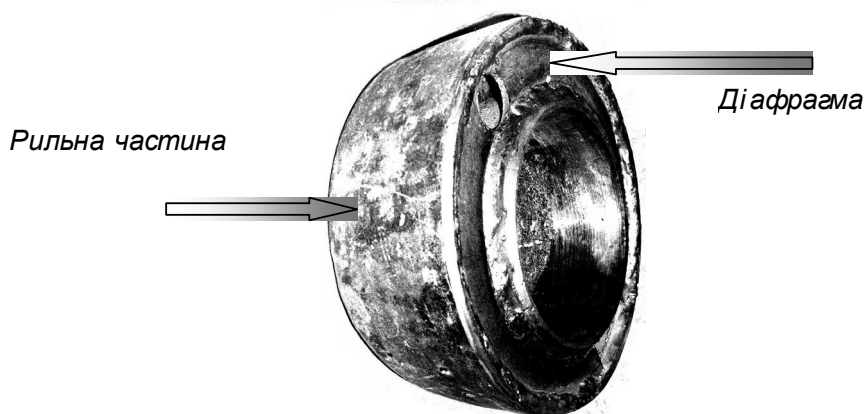


Рис. 6. Зварні шви рильної частини з діафрагмою

Висновки.

1. Досліджені режими зварювання доменних фурм порошковим електродом та визначені особливості застосування режимів зварювання мідних деталей зі стальними.

2. Визначені залежності коефіцієнтів розбризкування від режимів зварювання та діапазон мінімального розбризкування.

3. Встановлено, що кожному значенню напруги відповідає мінімальне розбризкування у визначеному діапазоні струму.

4. Встановлено математичну залежність між струмом та напругою при мінімальному розбризкуванні для визначеного порошкового електрода. Отримано рівняння, з допомогою якого можливо розрахувати напругу для відомого струму при застосуванні конкретного порошкового електрода.

Таким чином, для визначеного типу порошкового електрода треба застосовувати режими зварювання, які відповідають мінімальному розбризкуванню, з метою підвищення якостей зварного з'єднання.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Ерохин А.А.* Основы сварки плавлением. – К.: Наукова думка, 1973. – 448 с.
2. *Тукельтауб Г.М.* Механизованная сварка в судоремонте. – М.: Транспорт, 1967.– 148 с.
3. *Гусев В.А., Мордкович А.Г.* Математика: Справ. материалы: Кн. для учащихся.– 2-е изд. – М.: Просвещение, 1990. – 416 с.

ГАВРИШ Павло Анатолійович – кандидат технічних наук, науковий співробітник кафедри зварювання Донбаської державної машинобудівної академії.

Наукові інтереси:

- термодинаміка зварювання кольорових металів;
- електрошлакове зварювання;
- порошкові електроди.

СЄРОВ Ігор Васильович – аспірант кафедри «Металургія і технологія зварювального виробництва» Приазовського державного технічного університету.

Наукові інтереси:

- підвищення якості зварювання міді та сталі.

ЧИГАРЬОВ Валерій Васильович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Металургія і технологія зварювального виробництва» Приазовського державного технічного університету.

Наукові інтереси:

– прикладні та теоретичні проблеми створення електродних матеріалів з поліпшеним комплексом службових якостей, технологічні процеси їх виготовлення.

Подано 20.07.2005

Гавриш П.А., Серов І.В., Чигарьов В.В. Зниження розбризкування при зварюванні міді зі сталлю
Гавриш П.А., Серов І.В., Чигарьов В.В. Снижение разбрызгивания при сварке меди со сталью
Gavrish P.A., Serov I.V., Chigarev V.V. Decline of splashing at welding of copper with steel

УДК 621.791.85.011:546.56:669

Зниження розбризкування при зварюванні міді зі сталлю/П.А. Гавриш, І.В. Серов, В.В. Чигарьов

Досліджено режими зварювання доменної фурми. Визначена залежність розбризкування від режиму зварювання. Отримано рівняння напруги зварювальної дуги від струму зварювання при мінімальному розбризкуванні.

УДК 621.791.85.011:546.56:669

Снижение разбрызгивания при сварке меди со сталью / П.А. Гавриш, И.В. Серов, В.В. Чигарев

Исследованы режимы сварки доменной фурмы. Определена зависимость разбрызгивания от режимов сварки. Получено уравнение напряжения на дуге в зависимости от тока сварки при минимальном разбрызгивании.

УДК 621.791.85.011:546.56:669

Decline of splashing at welding of copper with steel / P.A. Gavrish, I.V. Serov, V.V. Chigarev

The modes welding of the blast-furnace tuyere are explored. Dependence of splashing on the mode of welding is certain. Equalization of tension on an arc from the current of welding at the minimum splashing.