

УДК 621.791.75

Кущій Г. М., Кудряшов С. С.

**ЗАЛЕЖНІСТЬ СТАБІЛЬНОСТІ ПРОЦЕСУ ПОВІТРЯНО-ДУГОВОГО РІЗАННЯ ВІД ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ПРИ РЕМОНТНОМУ ЗВАРЮВАННІ**

Термін служби металоконструкцій, з точки зору їх фізичного зносу, обчислюється кількома десятками років. Незважаючи на тривалий термін служби, металеві конструкції, особливо ті, що експлуатуються в легкому режимі, працюють задовільно. Служби заводів, які здійснюють технічний нагляд за конструкціями, поставлені у важкі умови обслуговування та ремонту. При підготовці конструкції до ремонтного зварювання важливе місце займає підготовка поверхні. У наш час широко застосовуються відомі високопродуктивні методи різання та стругання поверхонь – плазмове різання, гідроабразивне, алмазне та лазерне, що характеризуються високою швидкістю виконання процесу, можливістю автоматизації та високою точністю, але при цьому вони мають суттєві недоліки – висока вартість, пожежогото вибухонебезпечність, обмежений ресурс комплектуючих та здатність лише раз використувати робочу речовину, негативний вплив на навколишнє середовище та неможливість виконання різання в важкодоступних місцях [1].

Одним із широко розповсюджених видів термічної підготовки поверхонь під ремонтне зварювання є повітряно-дугове різання, що може також застосовуватися для виправлення дефектів після зварювання у відповідальних конструкціях (кутові, стикові шви мостових кранів, доменних печей та ін.) [2].

Основними параметрами процесу повітряно-дугового різання плавким електродом є струм ріжучої дуги, швидкість стругання, полярність і витрата повітря. Істотний вплив на геометрію канавки здійснюють кут нахилу і виліт електроду, характер розподілу тиску повітря по поверхні деталі і інші чинники [3]. Основні ускладнення при реалізації процесу повітряно-дугового стругання плавким електродом полягають в забезпеченні стійкості горіння дуги в умовах інтенсивного обдування повітрям [4]. При напрузі холостого ходу джерела живлення рівному 160 В і крутизні характеристики 0,16–0,2 В/А стійке горіння дуги можливе при струмі не менше 450–460 А [5].

Метою роботи є удосконалення технологічного процесу повітряно-дугового різання з метою зниження впливу втрат тиску повітря на стійкість і стабільність процесу та підвищення стабільності та якості процесу різання.

Встановлено, що найбільш ефективно видалення розплавленого металу досягається при супутньому з напрямом стругання подаванні стисненого повітря. З метою збільшення ріжучих властивостей дуги, повітря подається двома близько розташованими паралельними струменями, які інтенсивно обтирають дугу. Відстань між потоками повітря вибрано приблизно рівною ширині прострогуваної канавки, що виключає налипання металу на кромки різа і затікання його в канавку при подачі повітря.

Попередніми експериментами встановлено, що ефективність видалення розплавленого металу при ВДР визначається, в основному, характером тиску повітря на ванну і прилеглу до ванни поверхню металу. Крім того, енергетичні параметри дуги також залежать від зміни впливу на неї потоку повітря. У зв'язку з цим, перевірялися різні схеми процесу стругання, що відрізняються розподілом тиску повітря на поверхню металу і умовами стиснення ріжучої дуги.

Ручне повітряно-дугове різання плавким електродом виконувалось спеціальною приставкою до зварювального напівавтомата. Приставка складається із струмопідвідного мундштука, повітропідвідного захисного кожуха і сопла. Дріт по каналу в струмопідвідному мундштуку подається в зону різання. Повітря, що поступає під тиском з повітроосушувача, інтенсивно обтирає дугу і посилює її ріжучі властивості.

Поряд з ручним повітряно-дуговим різанням досліджувався процес механізованого різання з залежною від довжини дуги швидкістю подачі електродного дроту. Швидкість подання електродного дроту залежить від продуктивності його розплавлення і повинна знаходитися в межах 346 м/год. При дотриманні вказаних режимів різання забезпечується максимальна швидкість плавлення основного металу при достатній стійкості дуги. Збільшення швидкості подання вище 360 м/год не рекомендується щоб уникнути нагріву зварювальних перетворювачів і виходу їх з ладу. Зменшення швидкості подання нижче 283 м/ч утрудняє підтримку стійкого горіння дуги. Продуктивність виплавлення складає 20–25 кг/год при витраті дроту 7–9 кг/год. Прийнята схема процесу показана на рис. 1.

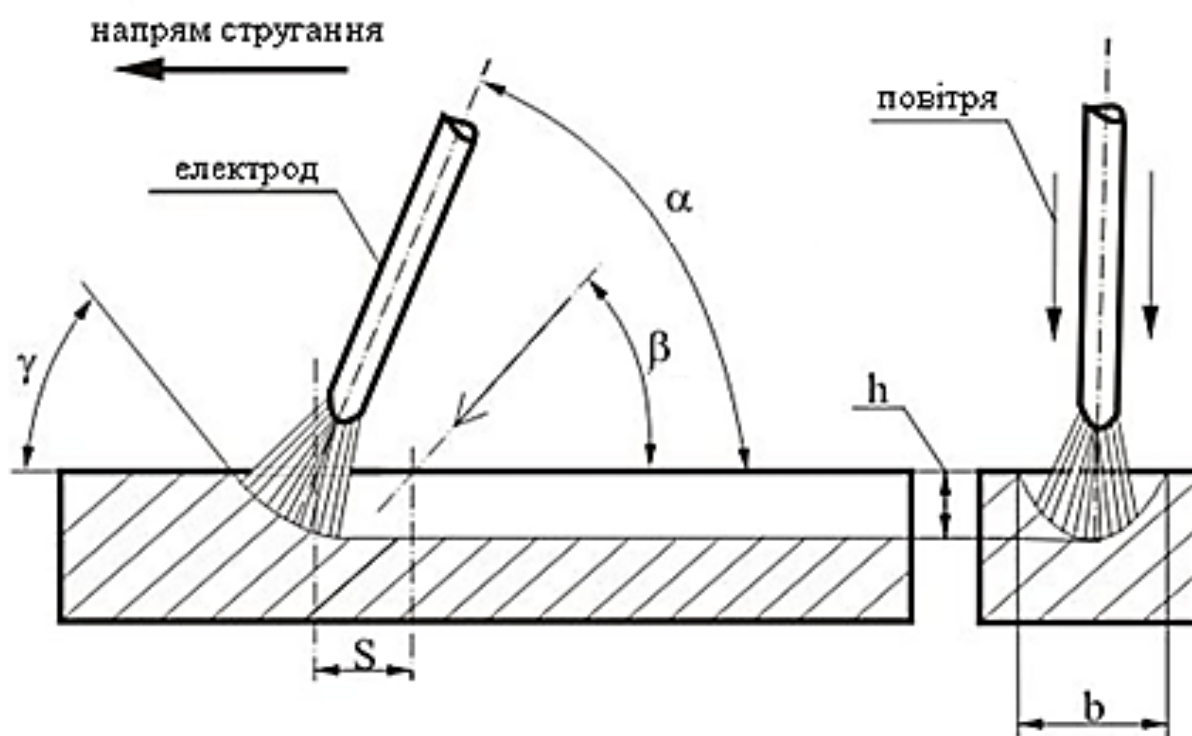
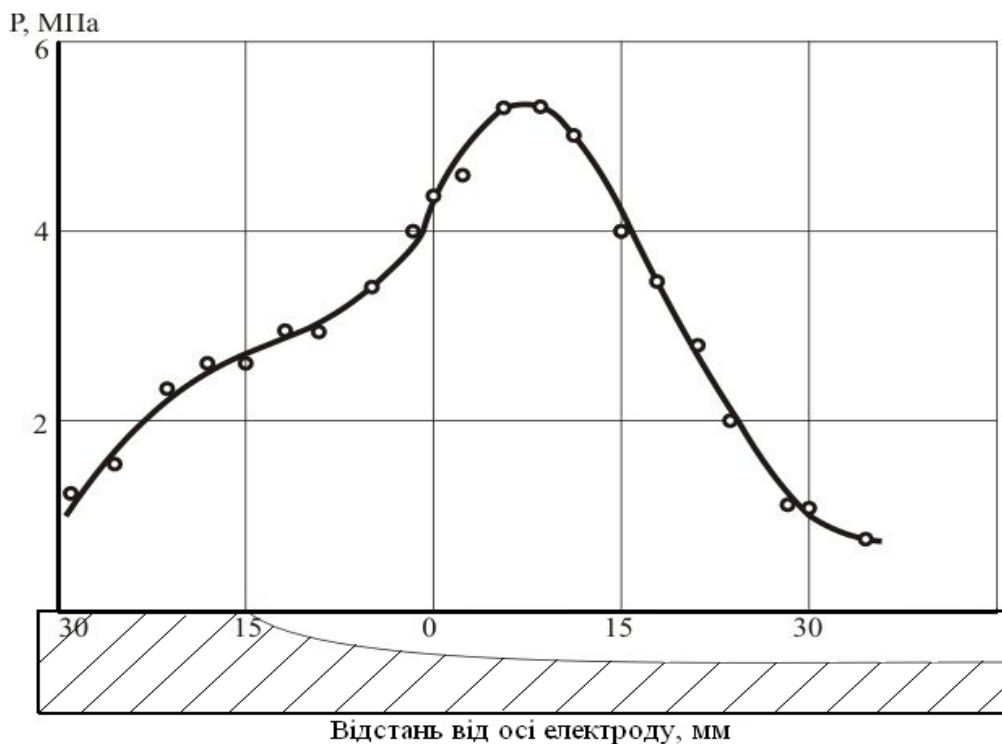


Рис. 1. Схема процесу поверхневого різання плавким електродом стисненою дугою:  
 $\alpha$  – кут нахилу електроду;  $\beta$  – кут подачі повітря;  $\gamma$  – кут видалення розплавленого металу;  $h$  – глибина канавки;  $b$  – ширина канавки

Дослідним шляхом було встановлено, що дуже важливе значення має місце подання повітря по відношенню до дуги (відстань  $S$  на рис.1), при цьому найкраща стабільність процесу і чистота обробки спостерігається при величині  $S = 6\text{--}14$  мм. Зменшення цієї відстані призводить до збільшення шорсткості канавки, зниження стійкості дуги і появи натіків в проструганій канавці. Збільшення вказаної відстані понад 16 мм призводить до зменшення тиску повітря на розплавлений дугою метал і утворення натікань на кромках різання, які важко потім усунути.

Тиск повітря визначався шляхом підсумовування швидкісних напорів на осі. При цьому забірня трубка (датчик) розташовувалася по ходу руху різачка і проти ходу, а швидкісний напір вимірювався водяним диференціальним манометром. Як видно з рис. 2, максимум тиску зміщений в область, розташовану за дугою.

У реальних умовах процесу різання отримана картина може істотно змінюватися. Про це свідчить характер розподілу швидкісного напорів на поверхні зразка при введенні в зону вимірювань дроту  $\varnothing 3$  мм.

Рис. 2. Розподіл тиску повітря  $P$  вздовж осі канавки

Процес стругання досліджувався на чотирьох режимах, що відрізняються між собою силою струму  $i$ , відповідно, швидкістю подання електродного дроту. Під час ручного повітряно-дугового стругання різак знаходиться в положенні під кутом  $45^\circ$  до оброблюваного виробу, причому швидкість переміщення різака для отримання рівномірної глибини канавки відносно висока і досягає  $0,83$  м/хв. Стругання виконують «кутом уперед», витримуючи відстань від наконечника до виробу  $10$ – $15$  мм і не допускаючи торкання наконечником поверхні.

Стругання виконувалось на постійному струмі прямої полярності (табл. 1).

Таблиця 1

Режими стругання	
Параметр	Значення
Діаметр дроту, м	2
Струм, А	500
Напруга холостого ходу, В	160
Напруга на дузі, В	70–80
Витрати повітря, м <sup>3</sup> /ч	35–40

Оскільки вплив струму різання на геометрію канавки і продуктивність процесу принципово відомий [3], то в цій роботі його величина прийнята рівною  $480$ – $520$  А і не змінювалася в усіх дослідях. Стійкість дуги, що оцінюється за величиною її розривної довжини, досить різко знижується при збільшенні витрати повітря. Оптимальні результати, тобто досягнення задовільної чистоти поверхні для проструганої канавки і майже повна відсутність грапу, були досягнуті на наступному режимі: зварювальний струм  $500$  А, напруга на дузі  $80$  В, тиск повітря –  $0,35$  МПа, швидкість подачі електродного дроту,  $437$  м/год.

Впливи зміни витрати повітря на стійкість дуги і стабільність процесу стругання додатково досліджувалося шляхом осцилографування струму і напруги. Аналіз осцилограм струму показує, що при великих витратах повітря горіння дуги супроводжується мікропульсаціями

з частотою близько 100 Гц і амплітудою складової 30...50 % середньої величини струму. При менших витратах повітря частота мікропульсацій виражена не чітко, а амплітуда не перевищує 20–25 % середньої величини струму. Первинне збудження дуги також істотно залежить від витрати повітря. Згідно отриманим даним, продуктивність стругання вище, а питома витрата дроту нижче при зворотній полярності (табл. 2).

Таблиця 2

## Показники продуктивності процесу

Полярність	Струм, А	Продуктивність виплавлення, кг/ч	Витрата дроту, кг/ч	Питома витрата дроту, %
Пряма	500	30,8	11,5	37,4
Зворотна	515–520	38,5	10,4	27,0

Зміна вильоту електроду слабо впливає на геометрію канавки, але помітно позначається на стійкості самого процесу. Зі зменшенням вильоту електроду помітна тенденція до зменшення кута викиду розплавленого металу. Отже, виліт електроду доцільно вибирати мінімально можливим, але більшим, ніж розривна довжина дуги на цьому режимі.

## ВИСНОВКИ

Для досягнення найбільш ефективного видалення розплавленого металу стисненого повітря необхідно подавати супутньому з напрямом стругання. Отже, ручне повітряно-дугове різання плавким електродом виконувалось спеціальною приставкою до зварювального напівавтомата, за допомогою якої повітря в зону різання подавалося двома близько розташованими паралельними струменями, які інтенсивно обтискають дугу з метою збільшення ріжучих властивостей дуги.

Шляхом осцилографування струму і напруги досліджено вплив зміни витрати повітря на стійкість дуги і стабільність процесу стругання. Аналіз осцилограм струму показує, що при великих витратах повітря горіння дуги супроводжується мікропульсаціями з частотою близько 100 Гц і амплітудою складової 30–50 % середньої величини струму. При менших витратах повітря частота мікропульсацій виражена не чітко, а амплітуда не перевищує 20–25 % середньої величини струму.

Для рівномірного збільшення глибини і зменшення ширини канавки необхідно збільшувати витрати повітря. При цьому покращується чистота дна канавки і ефективність видалення розплавленого металу. Подальше збільшення витрати повітря (понад 50 м<sup>3</sup>/год) призводить до нестабільності процесу і коливань ширини канавки. Таким чином, величину витрати повітря необхідно вибирати мінімально можливою за умови відповідності якості стругання необхідним вимогам.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бобух К. А. Оборудование и технологические процессы лазерной обработки материалов / К. А. Бобух // Мир техники и технологий. – 2008. – № 5. – С. 34–37.
2. Малаховский В. А. Руководство для обучения газосварщика и газорезчика : практическое пособие / В. А. Малаховский. – М. : Высш. шк., 1990. – 303 с.
3. Соколов И. И. Газовая сварка и резка металлов / И. И. Соколов. – М. : Высшая школа, 1978. – 235 с.
4. Кортес А. П. Сварка, резка, пайка металлов / А. П. Кортес. – Аделант, 2007. – 192 с.
5. Костенко Е. М. Сварочные работы : практическое пособие для электрогазосварщика / Е. М. Костенко. – Энас, 2007. – 240 с.