

# КЕРУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПОТОКІВ ПЛАЗМИ СИСТЕМИ N–O–C–H

В.М. Пашенко

НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». 03056, м. Київ, просп. Перемоги, 37.

E-mail: vn.paschenko@ukr.net

Розглянуті способи керування параметрами плазмових потоків зміною геометричних розмірів дугового каналу та накладанням зовнішніх магнітних полів. Показана можливість підвищення рівня температур у всьому об'ємі потоку плазми системи N–O–C–H у разі збільшення діаметра соплового отвору дугового каналу, а за рахунок одночасного підвищення витрати плазмоутворювальної суміші компенсувати втрати швидкості без погіршення температурних характеристик. Доведена ефективність застосування зовнішніх поперечних магнітних полів для гармонізації взаємного положення окремих фаз гетерогенного потоку при газотермічному нанесенні покриття. Показано, що застосування поперечного поля зміщує просторове положення високотемпературної зони потоку плазми на  $11...12^\circ$  відносно осі дугового каналу. За умови радіального подавання вихідного матеріалу, коли канали масоперенесення газової та конденсованої фаз двофазного потоку не співпадають, це дає можливість у 1,5...1,7 рази збільшити об'єм напиленого матеріалу за рахунок потрапляння більшої частини вихідного матеріалу в активну зону потоку. Досліджена залежність енергетичних параметрів генератора плазми та розмірів струменя високотемпературного газу від частоти обертання зовнішнього обертального магнітного поля та струму в обмотках електромагнітів. Встановлено, що оптимізацією параметрів генерації обертального поля можна суттєво (до 20 %) підвищити напругу на дузі та на 25...30 % збільшити об'єм високотемпературної зони із одночасним вирівнюванням параметрів по перерізу потоку плазми. Бібліогр. 8, рис. 8.

*Ключові слова:* генератор плазми, дуговий канал, плазмоутворювальна суміш повітря із вуглеводневим газом, температурні та швидкісні профілі потоку, розміри активної зони, зовнішнє поперечне магнітне поле, кут відхилення потоку, зовнішнє обертальне магнітне поле.

**Вступ.** У ході відпрацювання технологій плазмової обробки матеріалів і в процесі реалізації цих технологій широко використовуються способи керування енергетичними параметрами потоків плазми зміною режимних параметрів ведення процесу: струму дуги, витрати та складу плазмоутворювального газу. В багатьох випадках коригування режиму генерації плазми достатньо для досягнення мети керування [1, 2]. Але в окремих випадках, з метою досягнення більш радикального ефекту, необхідно застосовувати засоби, які потребують оптимізації геометричних розмірів дугового каналу або застосування додаткового обладнання для реалізації зовнішніх впливів.

На сьогодні розроблено і застосовується багато способів керування енергетичними і просторовими характеристиками плазмових струменів. Це може бути прямий вплив на параметри і просторове положення високотемпературного газового потоку, або непрямий, через вплив на електричну дугу ще на стадії формування потоку плазми. Найбільш перспективними вважаються магнітні та газодинамічні способи, а також керування зміною конфігурації та геометричних розмірів дугового каналу.

Магнітне керування через вплив на просторове положення електричної дуги широко використовується в технологіях зварювання та споріднених

процесів. Застосування магнітних полів підвищує продуктивність розплавлення електродного металу, робить можливим управління геометричними розмірами поперечного перерізу наплавлених валиків і зварних швів, подрібнює структуру наплавленого металу і швів, збільшує твердість, міцність і пластичність металу шва, підвищує опірність швів утворенню гарячих тріщин [3–6].

Змінюючи діаметр і лінійні розміри вихідного електрода, можна впливати на ККД генератора плазми і змінювати питому енергію плазмового струменя, хоча розподіл енергії в об'ємі струменя змінюється при цьому неконтрольовано. Наприклад, збільшення довжини вузької частини дугового каналу або довжини міжелектродної вставки підвищує значення падіння напруги на дузі, а застосування дугових камер із розширенням діаметра у напрямку витікання газу дозволяє знизити рівень теплових потоків у стінку і досягти високих значень місцевого ККД [7].

Застосування плазмоутворювальних сумішей системи N–O–C–H не змінюючи загальних тенденцій керування згаданими способами, вносить певні корективи в результати практичної реалізації цих способів впливу на енергетичні параметри дуги і, відповідно, потоків плазми, що генеруються. Метою роботи є дослідження особливостей застосування методів зовнішнього магнітного впливу та зміни розмірів дугового каналу (зокрема, діаметра соплового отвору вихідного електрода) з

метою корекції геометричних розмірів, положення у просторі та параметрів потоку плазми газових систем N–O та N–O–C–H.

**Методики досліджень.** Експериментальне дослідження потоків плазми системи N–O–C–H здійснювалось за допомогою ентальпійного зонду Грея [8]. Розподіл параметрів в об’ємі плазмового струменя досліджувався переміщенням пробовідбірника у просторі за допомогою трикоординатного маніпулятора. Для визначення ентальпії за допомогою зонду Грея вимірювався тепловий потік, який сприймав пробовідбірник при прокачуванні через нього проби газу у конкретній локальній точці потоку. Хімічний склад відібраної проби аналізувався на хроматографах типу ХЛ-3 та ЛХМ-8-МД. За відомим складом холодної проби газу розраховувався реальний хімічний склад середовища у точці відбирання проби з урахуванням фактичної температури. Температура визначалась за результатами вимірювань зондом значень ентальпії у конкретній точці потоку плазми. Динамічний напір потоку визначався за допомогою U-подібного водяного манометра, до якого приєднувався капі-

ляр пробовідбірника. Енергетичні характеристики плазмотрона визначались за результатами вимірювання струму, напруги і теплових втрат в елементи конструкції за відомими методиками [8].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Дослідження проводились на двоелектродному плазмотроні потужністю до 50 кВт з термохімічним катодом, вихровою стабілізацією дуги по центру дугового каналу та автогазодинамічною стабілізацією довжини дуги. Визначались локальні значення температури плазми та швидкості потоку, а також хімічний склад середовища в локальних точках об’єму струменя плазми.

За результатами досліджень встановлені розподіли температури, швидкості середовища за довжиною струменя та в його поперечних перерізах.

Найбільш простим в технічній реалізації способом впливу на структуру струменя газоповітряної плазми та його розміри може бути зміна геометричних характеристик ділянок дугового каналу. Зокрема, мова йде про діаметр соплового отвору дугового каналу.

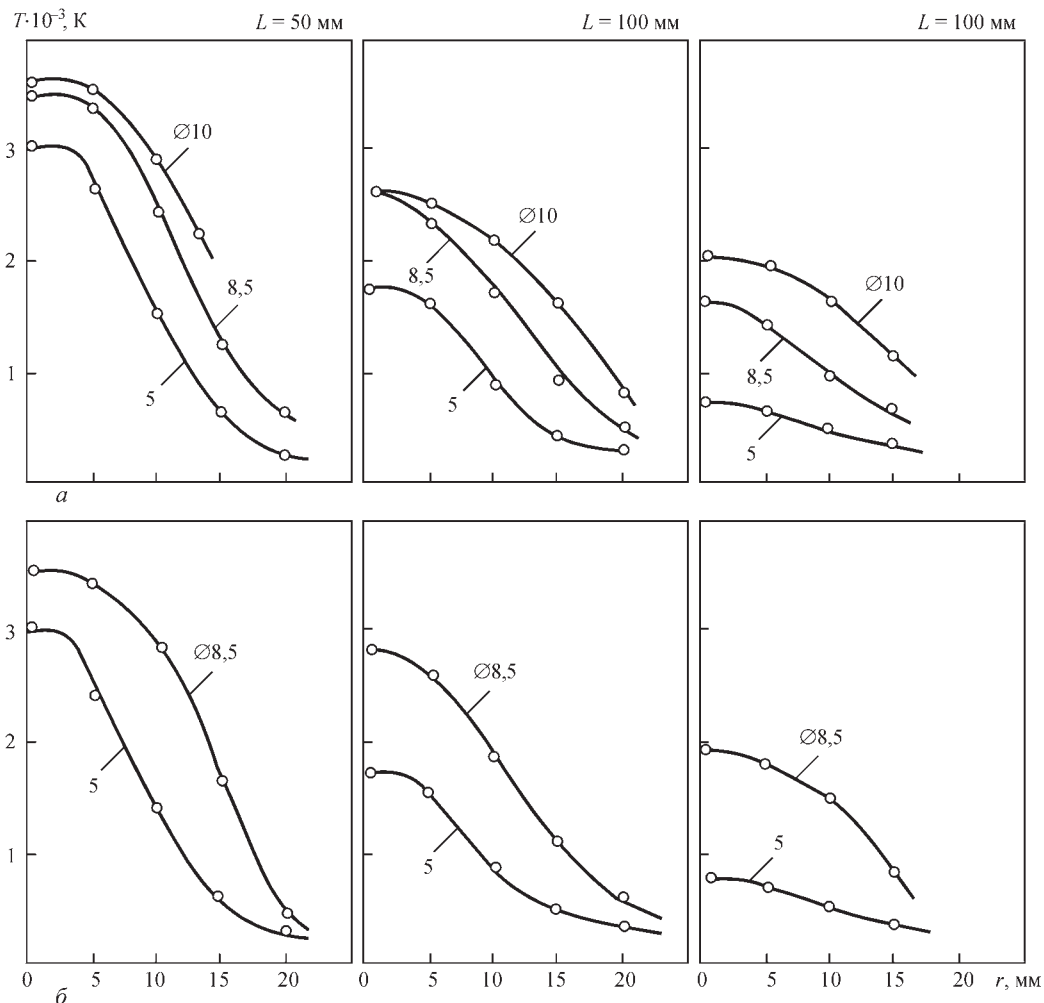


Рис. 1. Радіальні розподіли температури плазмового газоповітряного струменя за умови різних діаметрів соплового отвору дугового каналу: а –  $Q_{\Sigma} = 3,7 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $\alpha = 0,65$ ,  $I = 200 \text{ А}$ ; б –  $Q_{\Sigma} = 7,8 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $\alpha = 0,65$ ,  $I = 200 \text{ А}$  ( $r$  – відстань від осі дугового каналу по перерізу плазмового потоку;  $\alpha$  – коефіцієнт витрати окиснювача)

Для досліджуваного генератора плазми, який розроблявся для нанесення покриттів, штатний діаметр соплової частини вихідного електрода (анода) становить 8,5 мм. Цей розмір оптимізувався з точки зору досягнення збалансованого ефекту при напilenні матеріалів всіх найбільш часто застосовуваних груп матеріалів, які можуть суттєво відрізнятися за температурою плавлення та іншими фізико-хімічними характеристиками.

Універсальний розмір соплового отвору дугового каналу не завжди є оптимальним при нанесенні конкретного матеріалу. Нагрівання тугоплавких речовин із низькою теплопровідністю (наприклад, оксидів) потребує збільшення часу перебування частинок в активній зоні струменя плазми та розмірів цієї зони зі збереженням (підвищенням) енергетичних характеристик потоку. Необхідного результату не завжди вдається досягти зміною режимних характеристик ведення процесу. До того ж слід мати на увазі вимогу забезпечення максимально можливої рівномірності профілів температури та швидкості струменя для створення однакових умов нагрівання та прискорення всього масиву вихідно-

го матеріалу у всьому об'ємі двофазного потоку. У цьому випадку одним із шляхів вирішення проблеми може бути зміна діаметра соплового отвору дугового каналу.

На рис. 1, *a* наведено розподіл температури плазмового струменя для трьох різних діаметрів соплового отвору дугового каналу (при незмінних інших режимних параметрах процесу генерації плазми).

Згідно з результатами вимірювань, зі збільшенням діаметра соплового отвору дугового каналу практично пропорційно зростає температура на всіх відстанях від зрізу сопла плазмотрона (рис. 1, *a*). Відносне зростання температури більше на більших дистанціях. Це є результатом інтенсивного перемішування «тонкого» плазмового струменя із навколишнім повітрям із скороченням високотемпературної ділянки плазмового струменя.

Радіальний профіль швидкостей «тонкого» плазмового струменя більш вузький і «гострий» (абсолютне значення швидкості у центральній частині потоку суттєво більше, ніж у профіля швидкості каналу з більшим діаметром). Темп падіння

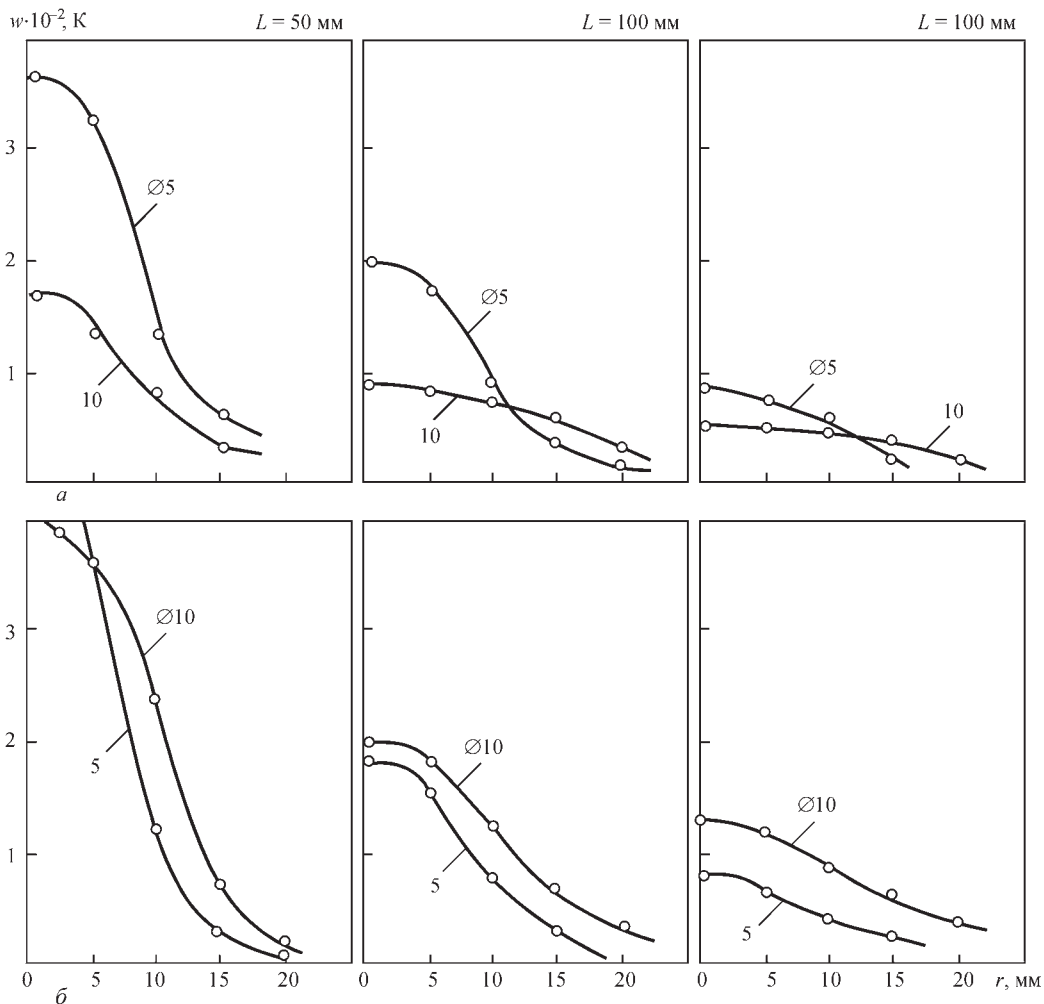


Рис. 2. Радіальні розподіли швидкості плазмового газоповітряного струменя за умови різних діаметрів соплового отвору дугового каналу: *a* –  $Q_2 = 3,7 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $\alpha = 0,65$ ,  $I = 200 \text{ А}$ ; *б* –  $Q_2 = 7,8 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $\alpha = 0,65$ ,  $I = 200 \text{ А}$

швидкості приблизно однаковий для обох діаметрів, але починаючи з дистанції 7...8 калібрів вихідного діаметра дугового каналу, струмінь генератора плазми з більшим діаметром соплового отвору дугового каналу у периферійній частині поперечного перерізу має вже більші швидкості, ніж у плазмотрона з меншим діаметром каналу (рис. 2, а).

Враховуючи сказане, у загальному випадку збільшення вихідного діаметра соплового отвору дугового каналу покращує теплові характеристики плазмового струменя системи N–O–C–H, але при цьому його швидкісні параметри погіршуються.

Можливим компромісом може бути спроба компенсувати падіння швидкості при збільшенні соплового отвору дугового каналу збільшенням витрати плазмоутворювальної суміші (поєднання способів керування енергетичними параметрами плазмового струменя зміною режиму генерації плазми і зміною геометричних розмірів дугового каналу). На рис. 1, б та рис. 2, б представлено результати такого керування.

Падіння швидкості потоку через збільшення прохідного отвору дугового каналу у 2,9 рази (з діаметра 5 мм до діаметра 8,5 мм) скомпенсоване підвищенням витрати плазмоутворювальної суміші у 2,16 рази. За цих завідомо гірших умов (компенсація зниження витрати неадекватна збільшенню прохідного отвору), плазмовий струмінь генератора з більшим діаметром соплового отвору дугового каналу має вищі температури на всіх дистанціях по всьому перерізу струменя. При цьому темп спадання швидкості потоку вздовж осі струменя менший, а рівень швидкості на периферії – більший. При переході на традиційні плазмоутворювальні суміші, наприклад, повітря (система N–O) або азот, такого ефекту не спостерігається.

Враховуючи сказане, у загальному випадку збільшення вихідного діаметра соплового отво-

ру дугового каналу покращує теплові характеристики плазмового струменя системи N–O–C–H, але при цьому його швидкісні параметри погіршуються.

На рис. 3 показані профілі температури та швидкості струменя плазми для розглянутого випадку. Використання генераторів плазми зі збільшеним діаметром соплового отвору дугового каналу і одночасною компенсацією падіння швидкості підвищенням витрати плазмоутворювальної суміші дозволяє збільшити об'єм активної зони потоку плазми більш ніж у 3 рази, а її довжину – у 1,6 рази (без погіршення швидкісних характеристик потоку плазми).

Деяко складнішим у практичній реалізації є застосування зовнішніх впливів (зокрема, магнітних) для керування параметрами плазмового потоку. Вплив на потік плазми здійснюється опосередковано, через дію на електричну дугу. Для організації такого керування необхідне застосування спеціальних магнітних систем. На відміну від магнітного впливу, який застосовується у технологіях зварювання та наплавлення, в методах інженерії поверхні, зокрема, технології нанесення покриття, магнітна система, зазвичай, розміщується на корпусі генератора плазми, а електромагнітне поле діє на дугу, що горить в дуговому каналі в межах конструкції плазмотрона [8].

Практичне застосування в технологіях інженерії поверхні знайшли зовнішні поперечні магнітні поля (ЗПМП) постійного та знакозмінного напрямку та обертальне магнітне поле (ЗОМП).

Метою магнітного керування ЗПМП постійного напрямку при нанесенні покриття є просторове узгодження каналів масоперенесення твердої та газової фази гетерогенного потоку. У випадку застосування ЗПМП напрямком індукції магнітного поля перпендикулярний напрямку струму в стовпі дуги. Змінюючи за допомогою магнітного поля положення електричної дуги в межах дугового каналу та місце прив'язування дуги, можна

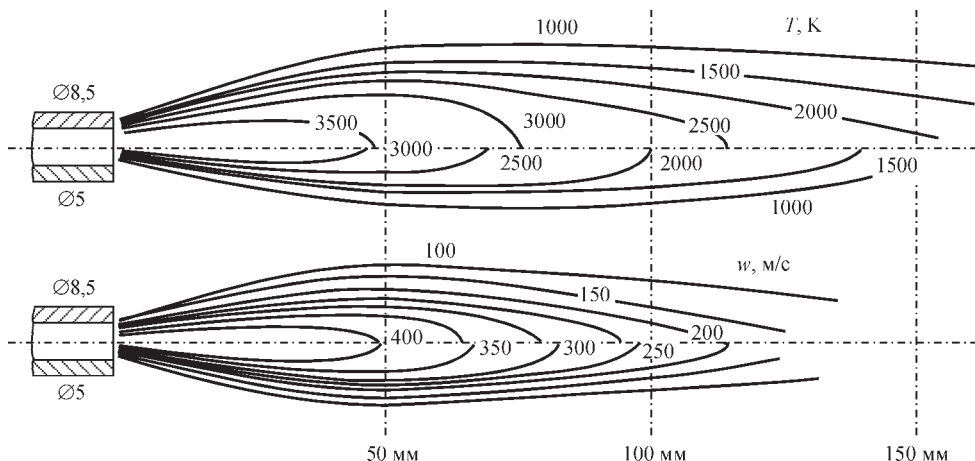


Рис. 3. Профілі температури та швидкості для двох діаметрів соплового отвору із компенсацією втрати швидкості збільшенням витрати плазмоутворювальної суміші

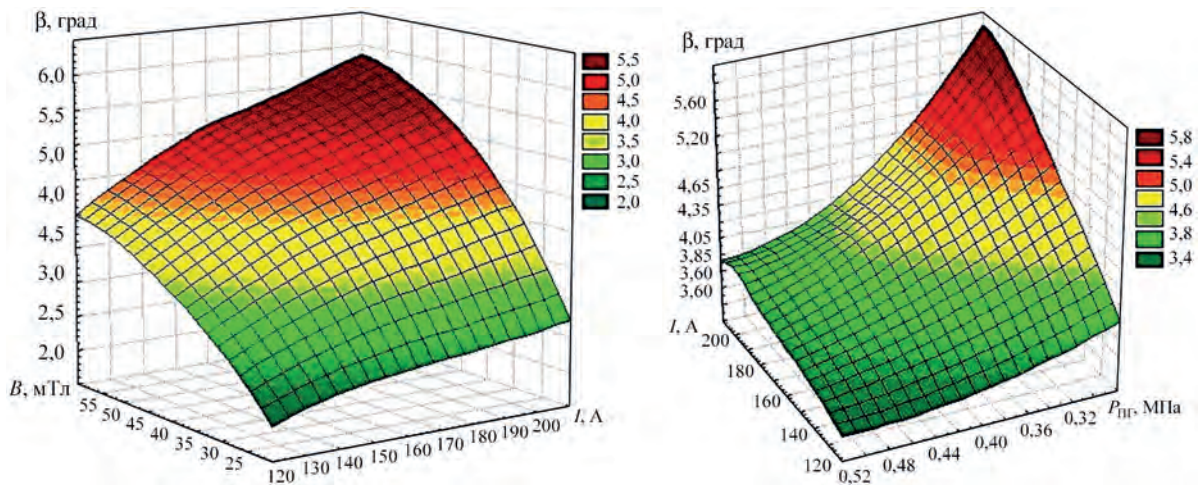


Рис. 4. Залежності кута відхилення потоку від режимних параметрів генерації плазми та характеристик магнітного поля

перебудувати у просторі енергетичні характеристики дуги (як інтегральні, так і локальні значення ентальпії, швидкості, хімічного складу робочого середовища). Практично, результатом дії ЗПМП є відхилення напрямку витікання потоку плазми від поздовжньої осі дугового каналу. Відомо, що напрямок перенесення твердої фази у двофазному потоці у разі застосування найбільш поширеного у практиці нанесення газотермічних покриттів радіального подавання вихідного матеріалу у газовий потік не співпадає (на кілька градусів) із напрямком витікання струменя плазми із осесиметричного каналу. Таким чином, застосовуючи ЗПМП, з'являється можливість узгодити напрямки перенесення твердої фази гетерогенного потоку і просторові профілі температури та швидкості потоку високотемпературного газу. Результатом такого узгодження буде покращання умов нагрівання та прискорення більшої долі частинок вихідного матеріалу і, відповідно, якості отриманого покриття та продуктивності процесу напилення.

Напрямок та кут відхилення залежать від напрямку індукції магнітного поля.

Залежності кута відхилення струменя плазми  $\beta$  від індукції зовнішнього магнітного поля  $B$  і тиску плазмоутворювального газу  $P_{\text{пр}}$  при різних значеннях струму дуги  $I_d$  представлено на рис. 4.

Індукція магнітного поля змінювалась у діапазоні  $18 \dots 55 \cdot 10^{-3}$  Тл, а струм дуги плазмотрона  $I_d$  в межах  $130 \dots 200$  А. Як видно із рис. 4 підвищення струму дуги та значення індукції магнітного поля призводять у загальному випадку до зростання кута відхилення плазмового потоку через пропорційне зростання сили Ампера. У дослідженому діапазоні зміни режимних параметрів сумарний можливий кут відхилення сягає  $11 \dots 12^\circ$ .

У випадку застосування ЗПМП у ході нанесення покриття вплив магнітного поля найбільш яскраво можна спостерігати на прикладі форму-

вання на поверхні основи «плями напилення» (рис. 5). Форма плями напилення стає більш симетричною і помітно збільшується за площею.

За умови застосування поля постійного напрямку значно (наприклад, для порошку ПГ-19М-01 у  $1,5 \dots 1,7$  рази) збільшується об'єм напиленого матеріалу і суттєво підвищується товщина шару покриття, особливо в центральній частині плями напилення.

Метою магнітного керування зовнішнім обертальним магнітним полем (ЗМП) при нанесенні покриття є вирівнювання параметрів плазмового струменя у поперечних перерізах на активній ділянці потоку та інтенсифікація теплообміну між фазами гетерогенного потоку. Застосовується багатополосна магнітна система, в якій у певній послідовності вмикається пара взаємно перпендикулярних полюсів електромагніту [8]. В результаті створюється обертальне магнітне поле, яке за програмою змінює напрямок та швидкість обертання, а також значення магнітної індукції в зазорі між полюсами.

Дослідження доводять, що у ході накладання обертального магнітного поля змінюється видимий об'єм високотемпературної зони струменя плазми (рис. 6).

Зміна об'єму може бути зафіксована фотографуванням цифровою камерою із наступною обробкою отриманих знімків за допомогою програми аналізу растрових зображень.

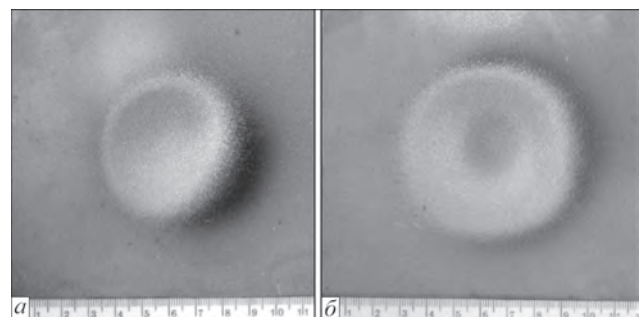


Рис. 5. Пляма напилення феромагнітного матеріалу ПГ-10Н-04: а – без поля; б – ЗПМП постійного напрямку

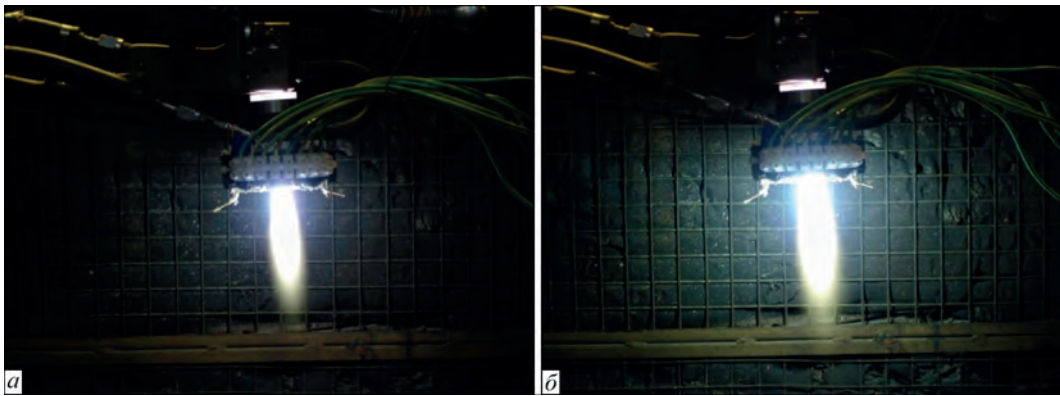


Рис. 6. Струмій плазми за умови дії обертального магнітного поля: *a* – за відсутності поля; *б* – за наявності магнітного поля

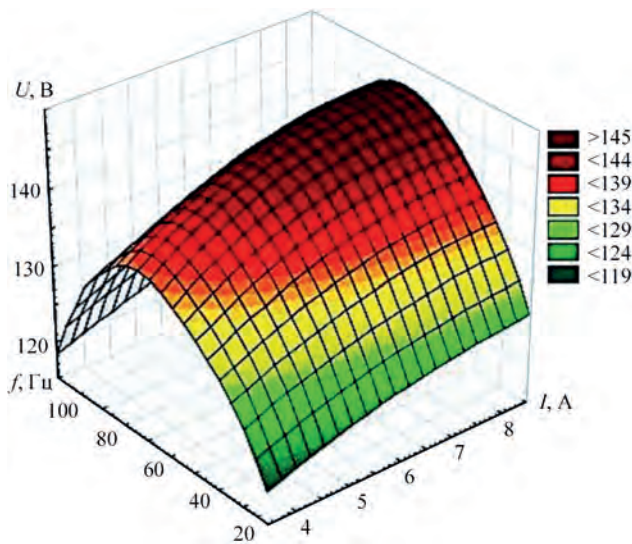


Рис. 7. Вплив частоти обертання поля та струму в обмотках електромагнітів на інтегральне значення напруги на дузі

Встановлено, що у разі збігу напрямків обертання магнітного поля і початкового закручування газу суттєвої видимої зміни об'єму високотемпературної області потоку не спостерігається у всьому дослідженому діапазоні зміни частоти обертання поля. Практично не змінюється і значення напруги на дузі.

У випадку протилежних напрямків обертання поля і початкового закручування плазмоутворювального газу, внаслідок суттєвої зміни умов теплообміну дуги з газом, на 15...20 % підвищується інтегральне значення напруги на дузі (вочевидь, через локальне підвищення напруженості поля на частині стовпа дуги та приелектродній ділянці дуги на вихідному електроді) (рис. 7).

Залежності носять екстремальний характер. Максимальне значення напруги досягається на певній частоті обертання поля (причому положення екстремуму змінюється залежно від струму в обмотках електромагнітів).

Підвищення напруги при незмінному струмі веде до зростання потужності пристрою, що, у свою чергу, призводить до збільшення об'єму високотемпературної області потоку плазми (рис. 8). Одночасно відбувається вирівнювання профілів температур та швидкостей у плазмовому струмені.

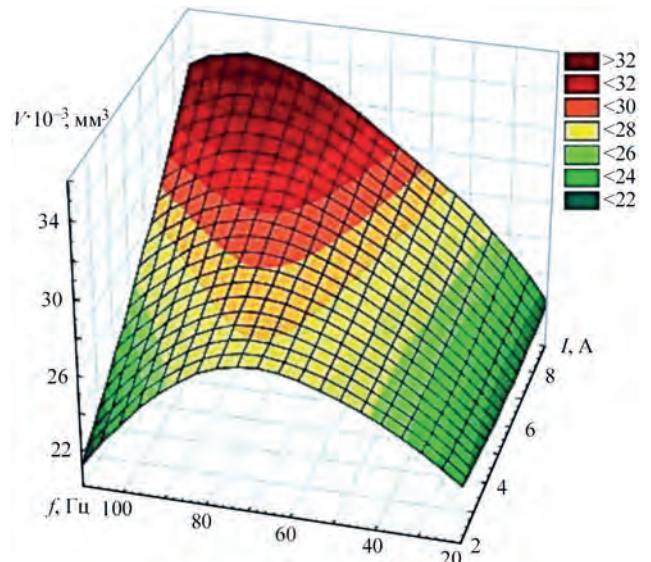


Рис. 8. Залежність об'єму струменя плазми від частоти обертання зовнішнього магнітного поля та струму в обмотках електромагнітів

Залежність об'єму високотемпературної частини струменя від частоти має екстремальний характер. Положення екстремуму певною мірою залежить і від струму в обмотках електромагнітів: він зміщується в область більш низьких частот зі зменшенням струму.

Поява екстремуму може бути пояснена потраплянням дуги у свій «гарячий» слід у дуговому каналі генератора плазми при збільшенні частоти обертання поля.

При цьому характер теплообміну дуги із газом помітно змінюється додатковими факторами, які впливають на появу екстремальної залежності об'єму від частоти, є зменшення радіусу прецесії дуги у випадку відставання її швидкості від швидкості поля, а також зменшення ефективного значення струму в обмотках електромагнітів через зростання їх індуктивного опору і зменшення часу протікання струму в кожній обмотці.

### Висновки

Застосування сумішей повітря з вуглеводневими газами робить перспективним спосіб ке-

рування розмірами активної температурної зони плазмового струменя зміною діаметра соплового отвору дугового каналу з одночасною компенсацією втрати швидкості збільшенням витрати плазмоутворювальної суміші. Застосування такого способу дозволяє збільшити об'єм активної зони потоку плазми більш ніж у 3 рази, а її довжину – у 1,6 рази (без погіршення швидкісних характеристик потоку плазми).

Зовнішнє поперечне магнітне поле через вплив на положення електричної дуги в дуговому каналі генератора плазми гармонізує взаємне положення каналів масоперенесення газової та конденсованої фази двофазного потоку при радіальному подаванні вихідного матеріалу, що дозволяє суттєво, у 1,5...1,7 рази, збільшити об'єм напиленого матеріалу і підвищити товщину шару покриття, особливо в центральній частині плями напилення.

У випадку застосування обертального зовнішнього магнітного поля внаслідок суттєвої зміни умов теплообміну дуги із газом та зміни напруженості на окремих ділянках стовпа дуги та її приелектродній ділянці, значно, на 15...20 % зростає напруга на дузі та на 25...30 % збільшується об'єм високотемпературної зони з одночасним вирівнюванням параметрів по перерізу потоку плазми.

### Список літератури

1. Borisov, Yu.S., Vojnarovich, S.G., Kislitsa, A.N. et al. (2017) Development of technology of microplasma spraying for restoration of local damages of enamel coating. *The Paton Welding J.*, **7**, 28–32.
2. Borisov, Yu.S., Vojnarovich, S.G., Kislitsa, A.N., Kalyuzhny, S.N. (2016) Influence of technological factors of microplasma spraying of TiO<sub>2</sub> on the degree of spraying material utilization. *Ibid.*, **10**, 46–47.

3. Рижов Р. М., Кузнецов В. Д. (2010) *Магнітне керування якістю зварних з'єднань*. Київ, Екотехнологія.
4. Размышляев О.Д., Агеева М.В., Білик О.Г., Халед Е. (2021) Вплив поздовжнього керуючого магнітного поля на ефективність процесу дугового наплавлення. *Автоматичне зварювання*, **8**, 9–13.
5. Kachinskiy, V. (2012) Magnetically-impelled arc butt welding for manufacture of hollow parts of mass production. *Welding Technology Journal Japan*, **60**.
6. Hua, A., Yin, S., Chen, S. et al. (2010) Behavior of arc and drop transfer of mag welding controlled by longitudinal magnetic field. *Journal of Mechanical Engineering*. **46**, 14, 95–100.
7. Даутов Г.Ю., Дзюба В.Л., Карп И.Н. (1984) *Плазмотроны со стабилизированными электрическими дугами*. Киев, Наукова думка.
8. Пашченко В.М. (2018) *Дугові генератори в технологіях інженерії поверхні*. Харків, Мачулін.

### References

1. Borisov, Yu.S., Vojnarovich, S.G., Kislitsa, A.N. et al. (2017) Development of technology of microplasma spraying for restoration of local damages of enamel coating. *The Paton Welding J.*, **7**, 28–32.
2. Borisov, Yu.S., Vojnarovich, S.G., Kislitsa, A.N., Kalyuzhny, S.N. (2016) Influence of technological factors of microplasma spraying of TiO<sub>2</sub> on the degree of spraying material utilization. *The Paton Welding J.*, **10**, 46–47.
3. Ryzhov, R.M., Kuznetsov, V.D. (2010) *Magnetic quality control of welded joints*. Kyiv, Ekotekhnologiya [in Ukrainian].
4. Razмышляев, O.D., Ahicieva, M.V., Bilyk, O.G., Khaled, E. (2021) Influence of longitudinal control magnetic field on efficiency of arc surfacing process. *Automatic welding*, **8**, 9–13
5. Kachinskiy, V. (2012) Magnetically-impelled arc butt welding for manufacture of hollow parts of mass production. *Welding Technology J. Japan*, **60**.
6. Hua, A., Yin, S., Chen, S. et al. (2010) Behavior of arc and drop transfer of MAG welding controlled by longitudinal magnetic field. *J. of Mechanical Engineering*. **46**(14), 95–100.
7. Dautov, G.Yu., Dzyuba, V.L., Karp, I.N. (1984) *Plasmatrons with stabilized electric arcs*. Kyiv, Naukova Dumka [in Russian].
8. Pashchenko, V.M. (2018) *Arc generators in technologies of surface engineering*. Kharkiv, Machulin [in Ukrainian].

## CONTROL OF ENERGY PARAMETERS OF PLASMA FLOWS OF N–O–C–H SYSTEM

V.M. Pashchenko

NTUU «Igor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute». 37 Peremohi Ave., 03056, Kyiv, Ukraine.

E-mail: vn.paschenko@ukr.net

The methods to control the plasma flow parameters by changing the geometrical dimensions of the arc channel and superposition of external magnetic fields are discussed. The possibility of increasing the temperature level in the entire volume of plasma flow of N–O–C–H system in the case of increasing the diameter of nozzle opening of the arc channel and compensating the speed losses without deterioration of temperature characteristics due to a simultaneous increase of plasma-forming mixture flow rate is shown. The effectiveness of application of external transverse magnetic fields for harmonizing the relative position of separate phases of the heterogeneous flow at thermal deposition of the coating was proved. It is shown that transverse field application shifts the spatial position of the high-temperature zone of the plasma flow by 1...12° relative to arc channel axis. Under the condition of radial feed of the initial material, when the channels of mass transfer of the gas and condensed phases of the two-phase flow do not coincide, it allows increasing the volume of spray-deposited material by 1.5...1.7 times, due to penetration of the greater part of the initial material into the active zone of the flow. Dependence of energy parameters of plasma generator and dimensions of the high-temperature gas jet on the frequency of rotation of the external rotating magnetic field and current in electromagnet windings was studied. It was established that optimization of the rotating field parameters allows significantly (up to 20 %) raising the arc voltage parameters and increasing the volume of the high-temperature zone by 25...30 % with simultaneous equalizing of the parameters over the plasma flow cross-section. 8 Ref., 8 Fig.

*Keywords: plasma generator, arc channel, plasma-forming mixture of air with hydrocarbon gas, temperature and speed profiles of the flow, active zone dimensions, external transverse magnetic field, angle of flow deviation, external rotating magnetic field*

Надійшла до редакції 26.09.2022