

В.Хромов, Є.Свіридов

Відновлення і зміцнення деталей машин надзвуковим електродуговим напиленням

У статті представлена технологія надзвукового електродугового напилення, як однієї з найбільш перспективних технологій газотермічного напилення.

V.Hromov, E.Sviridov

Restoration and hardening of details of cars the ultrasonic arc spray

This article is about the ultrasonic arc spray technology as one of the most perspective technology of the thermal spraying.

Получено 15.09.11

УДК 621.9.048.4-229.2

В.І. Носуленко, проф., д-р техн. наук, О.В. Шелепко, асп.

Кіровоградській національній технічній університет

Електроерозійна головка для розмірної обробки електричною дугою непрофільованим електродом

Запропоновано, розроблено, виготовлено та експериментально апробовано електроерозійну головку для розмірної обробки електричною дугою непрофільованим електродом-інструментом.
обробка, електрична дуга, електроерозійна головка, електрод-інструмент, гідродинамічні характеристики, кільцеве сопло, COSMOSFlo Works

При виборі матеріалу для деталей сільськогосподарських машин перевагу надають важкооброблюваним металам та сплавам. В цьому зв'язку, за сучасних умов, все більш широке застосування отримують фізико-технічні способи обробки і, зокрема, спосіб розмірної обробки електричною дугою (РОД) [1], який порівняно з традиційними способами металообробки забезпечує більш високу продуктивність, а за умови використання непрофільованого електрода-інструмента (ЕІ), до того ж, дозволяє обробляти поверхні порівняно великих розмірів[2].

Проте, запропоновані технологічні схеми формоутворення РОД непрофільованим ЕІ[2] вимагають подальшої розробки та реалізації в умовах конкретних технологій, що передбачає розробку та впровадження у виробництво відповідних технічних рішень у вигляді так званих електроерозійних головок (ЕЕГ) і, в кінцевому підсумку, створення верстатів, що мають забезпечити відповідні рухи подачі ЕЕГ, а отже і електрода-інструмента (ЕІ).

В цьому зв'язку розроблено ЕЕГ, що реалізує одну із описаних принципових технологічних схем формоутворення [2], згідно якої використовують порожнистий ЕІ з отвором і кільцеве сопло (рис.1), за допомогою якого, назустріч потоку робочої рідини, що виходить із міжелектродного зазору, переважно на заготовку, подають додатково потік (так званий потік запирання) регульованого тиску, а надалі, отриманий сумарний

потік робочої рідини, разом з продуктами ерозії, спрямовують у напрямку зливної магістралі за рахунок самотечії та всмоктування

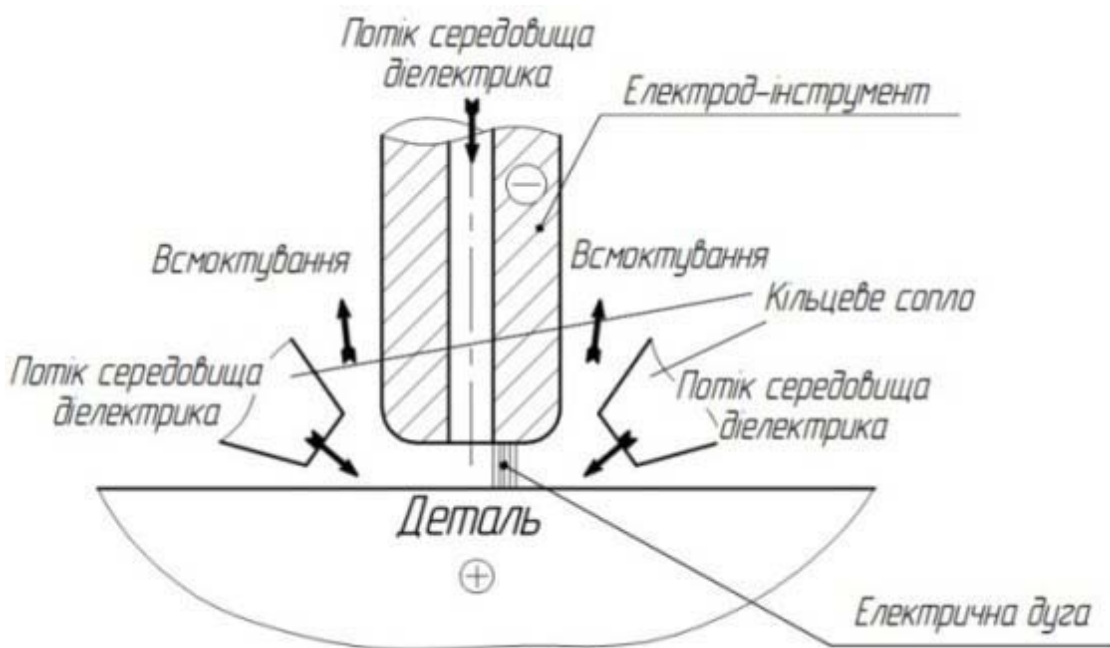


Рисунок 1 – Схема процесу при подачі рідини в порожнину ЕІ при відведенні рідини через сопло із використанням додаткового потоку затоплення

Конструктивно ЕЕГ складається (рис.2) з корпусу 2, в якому передбачено, три глухі отвори 6, з'єднані з напірною магістраллю, і один наскрізний отвір 10, що з'єднаний із зливною магістраллю. Вхідні отвори 6 внутрішніми каналами з'єднані з порожниною 7, яка поєднана з соплом 8. Порожнистий електрод, який, власне, визначає геометричні параметри ЕЕГ, з'єднаний з напірною магістраллю за допомогою електродотримача 3.

Для забезпечення якісних та кількісних показників обробки необхідно забезпечити оптимальні характеристики гідродинамічних потоків в зоні обробки. За цих умов приймаємо до уваги, що рух робочої рідини в ЕЕГ (рис.2) розділено на два потоки. По-перше, це потік А, що зустрічається з заготовкою 4 та надходить в міжелектродний зазор 5, забезпечуючи таким чином необхідні гідродинамічні характеристики робочої рідини в зоні обробки. По-друге, потік Б, що надходить до ЕЕГ і надалі до кільцевого сопла 8, стикається з заготовкою, утворюючи при цьому два потоки Б₁ і Б₂. Потік Б₁ направлений назовні, а потік Б₂ стикається з потоком А, локалізуючи, таким чином, зону обробки і до того ж він дозволяє зберегти швидкість робочої рідини на виході з міжелектродного зазору 5. При цьому утворюється новий потік В, що спрямований в напрямку порожнини 9 (зона меншого тиску), створюючи передумови для видалення робочої рідини разом з продуктами ерозії із зони обробки, через отвір 10, в магістраль зливу.

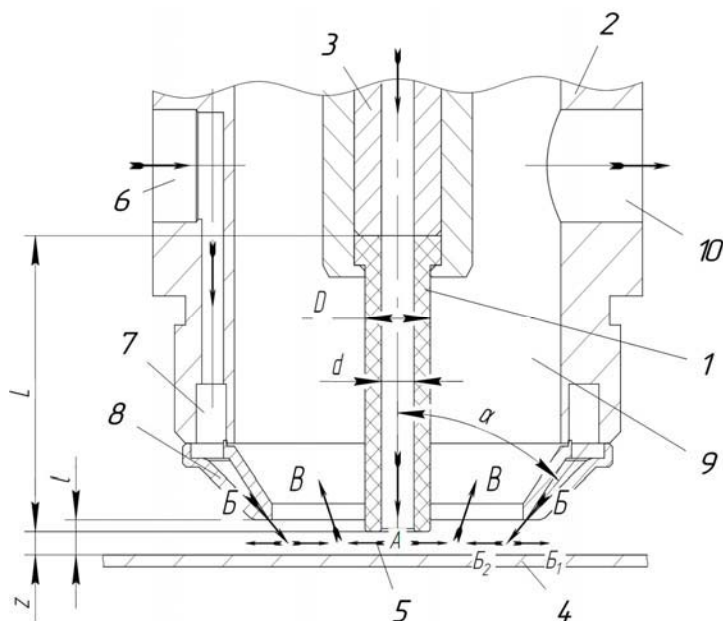


Рисунок 2 – Конструкція ЕЕГ

Для забезпечених якісних та кількісних характеристик обробки і уникнення видовжених дуг необхідно на виході з міжелектродного зазору забезпечити динамічний тиск робочої рідини не менше, 0,1...0,3 МПа. Необхідно також визначити оптимальні значення кута нахилу α і відстані l (рис.2), що дозволять, по-перше, локалізувати зони обробки, по-друге, зберегти швидкості робочої рідини на виході з міжелектродного зазору, по-третє, видалити робочу рідину разом з продуктами ерозії із зони обробки в магістраль зливу. В цьому зв'язку для розробленої ЕЕГ необхідним є розрахунок гідродинамічних характеристик за умови, що геометричні параметри такої ЕЕГ обумовлені розмірами ЕІ (рис.2), а саме: $D = 12$ мм $d = 6$ мм $L = 50$ мм, а також при міжелектродному зазорі $z = 0,1$ мм. Для цього використаємо рівняння Бернуллі

$$\gamma z_1 + p_1 + \gamma \frac{a_1 v_1^2}{2g} = \gamma z_2 + p_2 + \gamma \frac{a_2 v_2^2}{2g} + \lambda \zeta_{\text{мережі}}, \quad (1)$$

де γ – вага рідини в одиниці об'єму;

z – ордината, що визначає висоту положення центру вибраного перерізу над довільною горизонтальною площиною порівняння;

p – статичний тиск потоку в даному перерізі;

$\gamma \frac{a_1 v_1^2}{2g}$ – динамічний тиск потоку в даному перерізі;

$\zeta_{\text{мережі}}$ – загальний коефіцієнт втрати повного тиску у мережі.

Проте, такий розрахунок є складним. Тому доцільно використати відповідні програмні продукти. Нами було використано розрахунковий модуль COSMOSFLO Works [3].

Модуль COSMOSFlo Works базується на останніх досягненнях розрахункової гідродинаміки і дозволяє розраховувати широке коло різновидів течій: двовимірні і тривимірні, ламінарні, турбулентні і перехідні, с до-, транс- і понадзвуковими ділянками, стаціонарні і нестаціонарні течії багатоконпонентних текучих середовищ в

каналів або навколо тіла, з врахуванням гравітації, пограничного шару, у тому числі з врахуванням шорсткості стінок; течії рідин, що стискаються; двофазні течії як рух рідини або твердих частинок в потоці текучого середовища [4].

Використання такого програмного продукту дозволило отримати розподілення полів швидкості руху робочої рідини в зоні обробки (рис.3) визначити оптимальний кут виходу $\alpha = 42^\circ$ робочої рідини із сопел і відстань $l = 3\text{мм}$ останніх від заготовки. Також визначено гідродинамічні характеристики робочої рідини в зоні обробки. Результати такого розрахунку наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – гідродинамічні характеристики робочої рідини в зоні обробки

Назва параметру	Одиниці виміру	Значення	Середнє значення	Мінімальне значення	Максимальне значення
Швидкість на виході з ЕІ	[м/с]	23,3	23,4	23,38	23,43
Статичний тиск на вході ЕІ	[Па]	98,79	6929	69033	693961,
Динамічний тиск на виході з ЕІ	[Па]	61,11	2760	2763	277154,

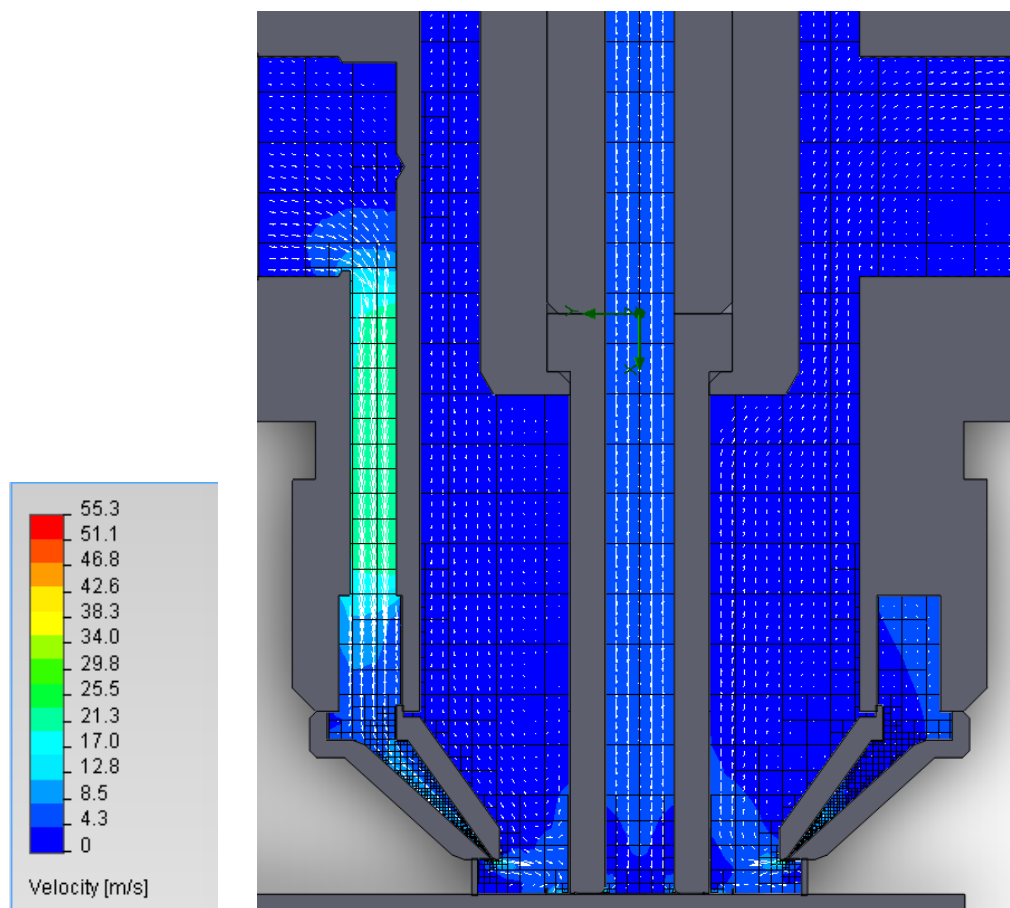


Рисунок 3 – Схема розподілення полів швидкостей в ЕЕГ

На підставі наведених розрахунків було виготовлено та експериментально апробовано ЕЕГ з зазначеними геометричними параметрами. Як наслідок, отримано сталий процес обробки, відсутність видовжених дуг на обробленій поверхні, забезпечено оптимальні гідродинамічні характеристики потоків робочої рідини в зоні

обробки і видалення продуктів ерозії у магістраль зливу і, в кінцевому підсумку, підтвердити забезпечення кількісних і якісних показників процесу

Процес РОД непрофільованим ЕІ є одним із високопродуктивних фізико-технічних способів обробки. Проте, він вимагає подальшої розробки та реалізації в умовах конкретних технологій, що передбачає розробку та впровадження у виробництво відповідних технічних рішень у вигляді так званих ЕЕГ. В цьому зв'язку було розроблено і виготовлено ЕЕГ. За допомогою розрахункового модуля COSMOSFLO Works отримано розподілення полів швидкості руху робочої рідини в зоні обробки, визначено оптимальний кут виходу α робочої рідини із сопел та відстань l останніх від заготовки. Розраховано гідродинамічні характеристики робочої рідини в зоні обробки. Доведено, що запропонована ЕЕГ забезпечує якісні та кількісні показники процесу обробки.

В подальшому необхідним є дослідження електротехнологічних характеристик процесу та практична реалізація ЕЕГ в системі ВПД за умови забезпечення відповідних рухів ЕІ.

Список літератури

1. Носуленко В.И. Электрическая дуга в поперечном потоке среды – диэлектрика как источник тепла для новых технологий /В.И. Носуленко// Электронная обработка материалов, – 2005. – № 2. – С. 26-32.
2. Носуленко В.І., Шелепко О.В. Розмірна обробка електричною дугою непрофільованим електродом-інструментом як альтернатива традиційним технологіям // Збірник наукових праць КНТУ/Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/- Вип.42, ч.2 - Кіровоград: КНТУ, 2011. –238 с.
3. SolidWorks Flow simulation [Электронный ресурс] // Официальный сайт разработчика – Режим доступа к ресурсу: <https://www.solidworks.com/sw/products/cfd-flow-analysis-software.htm>.
4. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008 Компьютерное моделирование в инженерной практике /А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, М.Б.Пономарев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008.-1040с.: ил. + DVD – (Мастер).

В. Носуленко, А. Шелепко

Электроэрозионная головка для размерной обработки электрической дугой непрофилированным электродом

Предложено, разработано, изготовлено и экспериментально апробировано электроэрозионную головку для размерной обработки электрической дугой непрофилированным электродом-инструментом.

V.Nosylenko, A.Shelepko

Electro-erosive head for size treatment a voltaic arc by the unprofiled electrode

It is offered, worked out, made and an electro-erosive head is experimentally approved for size treatment a voltaic arc by the unprofiled electrode-instrument.

Одержано 10.10.11