

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

© В.І. Носуленко, О.В. Шелепко, 2011

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

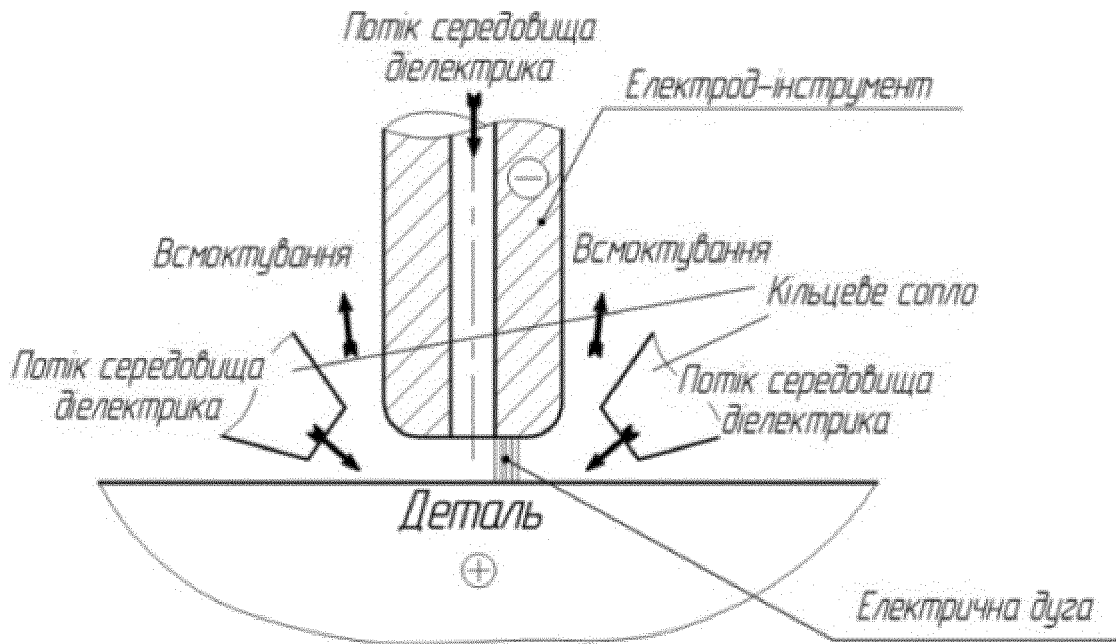


Рисунок 1 – Схема процесу при подачі рідини в порожнину ЕІ при відведенні рідини через сопло із використанням додаткового потоку затоплення

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.

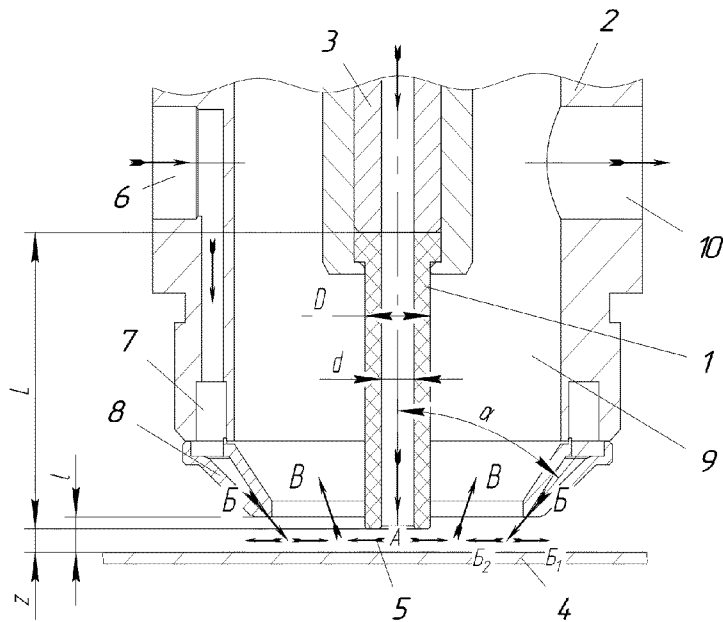


Рисунок 2 – Конструкція ЕЕГ

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 рідини 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 використовуємо 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	6927	69033	693961,
Динамічний тиск на виході з ЕІ	[Па]	61,11	2760	2763	277154,

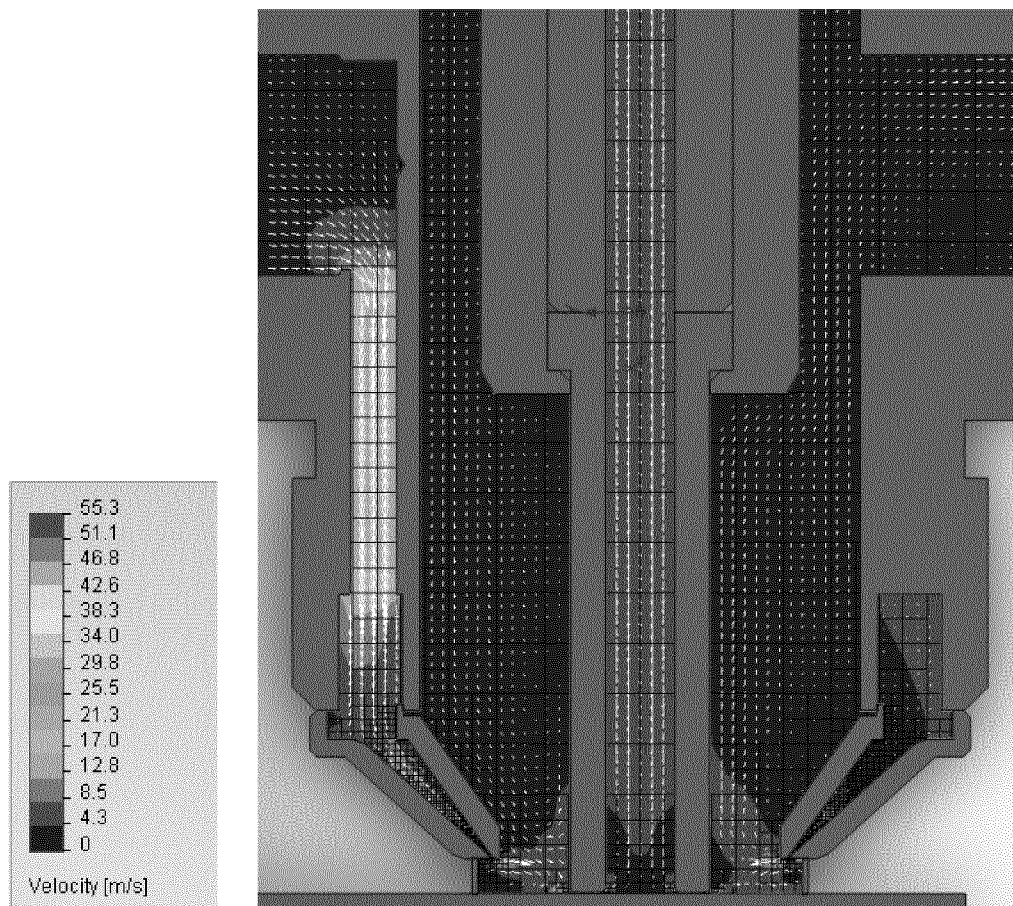


Рисунок 3 – Схема розподілення полів швидкостей в ЕЕГ

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 забезпеченням 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