

**УДК 621.791.925**

**Юрій Попіль, к.т.н., доц.; Денис Степанов, к.т.н.; Ярослав Богуш**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

### **РОЗРОБКА ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВОДНЕВО - КИСНЕВОЇ ПЛАЗМИ**

Анотація. Використання екологічно чистих джерел енергії стає все більш популярним та необхідним. Було проведено дослідження використання воднево-кисневої плазми в технологіях газотермічної обробки та розроблено елементи вузлів та обладнання для реалізації в плазмових процесах.

Ключові слова: воднево-киснева суміш, електролізно-водяний генератор, воднево-киснева плазма, плазмотрон.

**Yurii Popil, Ph.D., Assoc. Prof.; Denys Stepanov, Ph.D.; Yaroslav Bohush**

### **DEVELOPMENT AND MODERNIZATION OF HYDROGEN-OXYGEN PLASMA EQUIPMENT**

Abstract. The use of environmentally friendly energy sources is becoming more popular and necessary. A study of the use of hydrogen-oxygen plasma for application in gas thermal treatment technologies was carried out, and elements of components and equipment for implementation in plasma processes were developed.

Keywords: hydrogen-oxygen mixture, electrolysis water generator, hydrogen-oxygen plasma, plasmatron.

Перспективний стратегічний вибір промисловості України - це перехід до екологічно чистої енергетики. Враховуючи розмір та очікуване зростання існуючого водневого ринку, розробка проєктів з відновлюваного водню може представити значні інвестиційні можливості для України. Україна є не тільки однією з найбагатших на відновлювані ресурси країн в Європі, але і країною, яка найбільше потребує нових та чистих форм енергії для підтримки економічного розвитку. Щоб здійснити цей перехід є багато проблем, застосування водню не є таким простим. Відомо, що водень – це газ, який складно зберігати. Він має такі властивості, які необхідно враховувати і бути обережним для забезпечення його безпечного використання. Різноманітність способів отримання водню є одним з головних переваг водневої енергетики, так як підвищує енергетичну безпеку, знижує залежність від окремих видів сировини, особливо в даний час. Основні способи отримання водню це: 1 - парова конверсія метану і природного газу; 2 - газифікація вугілля; 3 - електроліз води; 4 - піроліз; 5 - часткове окиснення; 6 - біотехнології; 7 - хімічні реакції. Отримання водню методом електролізу, який досягається за рахунок застосування електролізно-водяних генераторів (ЕВГ) безпосередньо на робочому місці, знижує використання балонного господарства та транспортних витрат. Відомо, що суміш, яка виробляється ЕВГ в пропорції 2:1, містить два об'єми водню та один кисню і може бути паливом газом, при застосуванні такої суміші, як полум'яутворюючої, факел полум'я має низький тепловміст, порівняно з іншими газовими сумішами. Але при іонізації воднево-кисневої суміші (ВКС) в плазмовому генераторі теплові властивості такої плазми значно підвищуються, що є перспективою для широкого застосування в процесах газотермічної обробки матеріалу (ГТОМ) [1].

На кафедрі зварювального виробництва КПІ ім. Ігоря Сікорського розробляються технології ГТОМ та елементи вузлів та деталей обладнання для

застосування в плазмових процесах, де в якості плазмоутворюючого газу використовується ВКС.

На першому етапі, метою роботи було визначити та розрахувати конструкцію, геометричні розміри анодного та катодного вузлів плазмотрону, враховуючи теплофізичні властивості газової суміші. Визначитись з джерелом живлення. Дослідити стійкість та ресурс роботи електродів [2]. Розробити технологію послідовності безпечного початку і закінчення ГТОМ з застосуванням ВКС [3].

Для проведення досліджень в якості обладнання використовувались, електролізно-водяний генератор монополярного типу А1803УХЛЧ, з максимальною продуктивністю по виробленню воднево-кисневої суміші – 1,6 м<sup>3</sup>/год., джерело живлення інверторного типу для плазмового різання СUT-40, з напругою холостого ходу 300 В і максимальним струмом 40 А. За основу конструкції плазмотрону було обрано катодний вузол мікроплазмового пальника ОБ-1160А, який використовується для мікроплазмового зварювання, перероблений на мідний електродотримач з гафнієвою вставкою, який водоохолоджувався. Подача газу в сопло плазмотрону здійснювалось аксіально. Діаметр водоохолоджувального мідного електроду 7 мм, гафнієвої вставки 2 мм, діаметр сопла-анода 3 мм.

Отримання воднево-кисневої плазми здійснювалось, за допомогою пускових газових сумішей, таких, як повітря, при стабільній роботі плазмотрону на ВКС робоча напруга становила 100 В. Схема дослідної установки і її склад представлено на рис. 1.

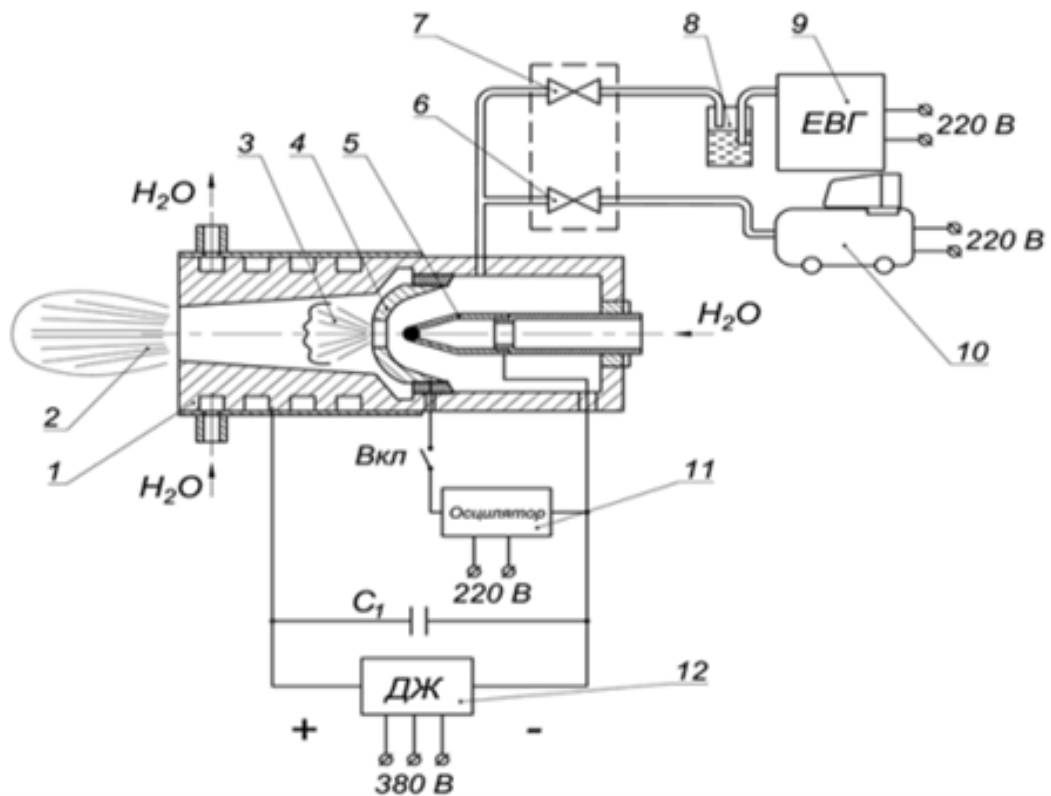


Рисунок 1 – Схема дослідної установки для отримання воднево-кисневого плазмового струменю.

1 – плазмотрон; 2 – плазмовий струмінь; 3-чергова дуга; 4 – міжелектродна вставка; 5 – мідний катод з гафнієвою вставкою; 6,7 - вентилі 8 – запобіжний пристрій (водяний затвор); 9 – ЕВГ; 10-повітряний компресор; 11 – осцилятор; 12 – джерело живлення.

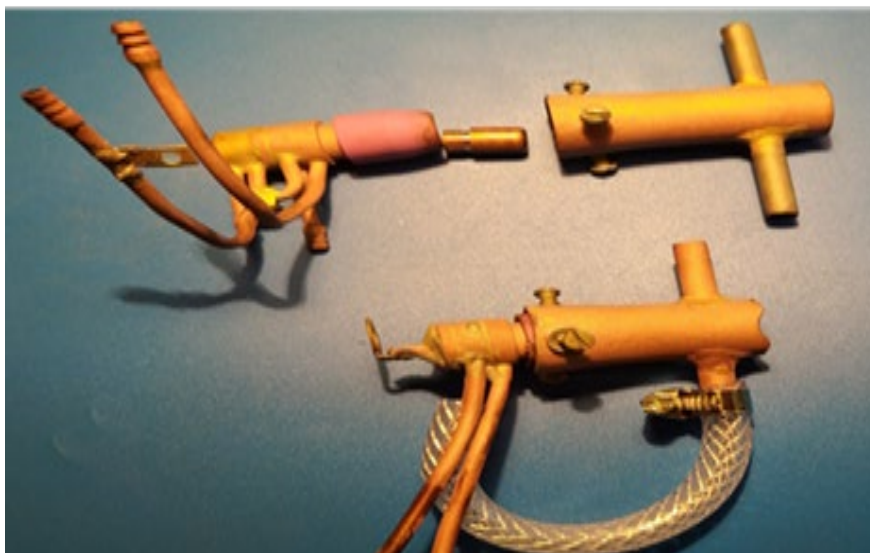


Рисунок 2 – Плазмотрони

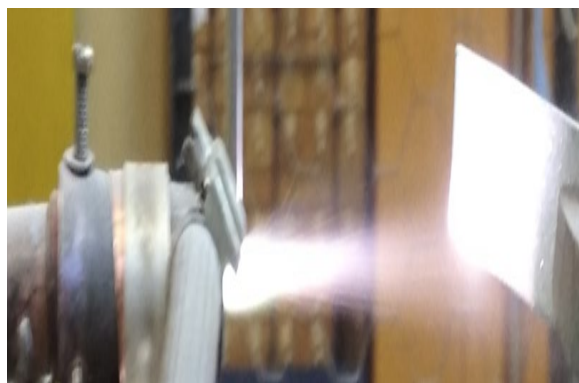


Рисунок 3 – Процес напilenня.

#### Висновки

1. Для безпечного запуску плазмотрона на ВКС, повинен використовуватись пусковий газ.
2. Для підвищення ресурсу роботи катодно-анодного вузла в плазмотроні, який працює на ВКС, треба збільшувати площу охолоджувальних елементів та кількість охолоджувальної рідини.

#### Перелік посилань

1. Ю.С.Попіль, В.М.Корж, В.Я.Черняк, Є.А. Захаров. Діагностика воднево-кисневого плазмового струменя для застосування в газотермічному напilenні //Автомат. зварювання.-2020.-№11.-С.41-45.
2. M Klochok, Y. Popil V Chernyak, V Iukhymenko . On the Issue of the Thermal Emission Cathode Resource on the Oxide Films of Hafnium and Zirconium. Plasma Physics and Technology, 2019. 6 (3), 247-250 P.
3. Патент на корисну модель „Спосіб спалювання водовугільного палива в воднево-кисневому плазмовому струмені”. Патент України №153012 /опубл.10.05.2023. Бюл.№19. Попіль Ю.С., Чорний А.В., Клочок М.В., Захаров Є.А.