МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 13
з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» для всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 13 з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» для всіх форм навчання /Укл.: О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 10 с*.

Укладач: О.Є. Капустян, ст. викладач
Рецензент: А.О. Шумілов , канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 8 від 1.06.2016

Затверджено
на засіданні НМК ІФФ
Протокол № 10 від 21.06.2016

* Методичні вказівки складено на основі «Методичних вказівок до виконання лабораторних занять з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів спеціальності: 6.092301 для всіх форм навчання / Укл.: Ю.М. Ткаченко»

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ 4
2 ВСТУП 4
3 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ 8
4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ 9
5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ 9
6 ЗМІСТ ЗВІТУ 9
7 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ 10
ЛІТЕРАТУРА 10

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКСИДНИХ КАТОДІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ

1 МЕТА РОБОТИ

Побудувати вольт амперну характеристику дуги оксидного порошкового катоду. Проаналізувати залежність між довжиною дуги, напругою та силою зварювального струму. Порівняти ці параметри оксидного порошкового катоду з параметрами вугільної дуги.

2 ВСТУП

Термоелектронна емісія (ефект Річардсона, ефект Едісона) - явище виривання електронів з металу при високій температурі. Концентрація вільних електронів в металах досить висока, тому навіть при середніх температурах внаслідок розподілу електронів за швидкостями (по енергії) деякі електрони мають енергію, достатню для подолання потенційного бар'єру на кордоні металу. З підвищенням температури число електронів, кінетична енергія теплового руху яких більше роботи виходу, росте, і явище термоелектронної емісії стає помітним.

Дослідження закономірностей термоелектронної емісії можна провести за допомогою найпростішої двоелектродної лампи - вакуумного діода, що представляє собою відкачаний балон, що містить два електроди: катод К і анод А. В найпростішому випадку катодом служить нитка з тугоплавкого металу (наприклад, вольфраму), розжарюється електричним струмом. Анод найчастіше має форму металевого циліндра, що оточує катод. Якщо діод включити в ланцюг, то при прожарюванні катода і подачі на анод позитивної напруги (щодо катода) в анодному ланцюзі діода виникає струм. Якщо поміняти полярність батареї, то струм припиняється, як би сильно катод ні розжарювали. Отже, катод випускає негативні

частинки - електрони.

Якщо підтримувати температуру розжареного катода постійної і зняти залежність анодного струму від анодної напруги - вольт-амперну характеристику, то виявляється, що вона не є лінійної, тобто для вакуумного діода закон Ома не виконується. Залежність термоелектронного струму від анодної напруги в області малих позитивних значень описується законом трьох друге (встановлений російським фізиком С. А. Богуславським і американським фізиком І. Ленгмюром):

При збільшенні анодної напруги струм зростає до деякого максимального значення, званого струмом насичення. Це означає, що майже всі електрони, які вилітають із катод, досягають анода, тому подальше збільшення напруженості поля не може привести до збільшення термоелектронного струму. Отже, щільність струму насичення характеризує емісійну здатність матеріалу катода.

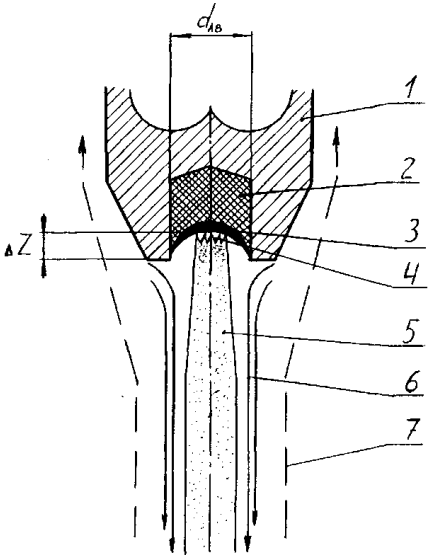
Зменшення роботи виходу призводить до різкого збільшення щільності струму насичення. Тому застосовуються оксидні катоди (наприклад, нікель, покритий оксидом щелочноземельного металу), робота виходу яких дорівнює 1-1.5 еВ.

В останні роки для зварювання, наплавлення, пайки, оплавлення і інших процесів використовують оксидний порошковий катод, схема якого показана на рис. 2.1. Він являє собою мідний водоохолоджуваний держатель, в глухе отвір якого запресована активна порошкоподібна вставка. До її складу входять порошки металів (цирконію або гафнію), інші хімічні сполуки і технологічні добавки. Діаметр глухого отвори 3-5 мм. Перше включення дуги з порошкоподібною катодом необхідно виконувати в кислородсодержащей газовій атмосфері. При цьому активна вставка окислюється і на ній утворюється оксидна емісійна плівка, що служить в подальшому рідким емітером катодного електронного струму. В подальшому оксидний катод можна використовувати при горінні як на повітрі, так і в будь-якому активному або інертному газі.

Дугового розряд відрізняється високою самостабілізації. Ефект самостабілізації чітко проявляється починаючи з сили струму дуги 300-325 А. Без додаткового сопла, стабілізуючого потоку газу або магнітного поля можна отримати дугу довжиною 150 мм. При цьому швидкість інтенсивних газових потоків від катода до анода (катодного дуття) досягає 102 м / с.

Стійкість дугового розряду цілковито залежить від стійкості катодних процесів. У стаціонарному режимі горіння дуги дуготрону катодна пляма розташовується у заглибленні катододержателя.

Показана на рис. 2.1 форма емісійної плівки катоду - кратер, яка сприяє стабілізації катодної плями дуги, котрий енергетично вигідно прив'язуватися цілковито до дна кратеру, бо тут найбільша концентрація активуючих присадок (кальцій, барій, стронцій та інше). а також найбільш велика температура емісійної плівки



1 - мідний катододержак, що охолоджується водою; 2 - порошкова активна вставка; 3 - рідка емісійна плівка; 4 - катодна пляма; 5 - прикатодна ділянка стовпа дуги; 6 - струмені катодного дуття; 7 - струмені конвективного потоку повітря.

ΔZ – заглиблення катодного пятна

Рисунок 2.1 - Схема оксидного порошкового катоду

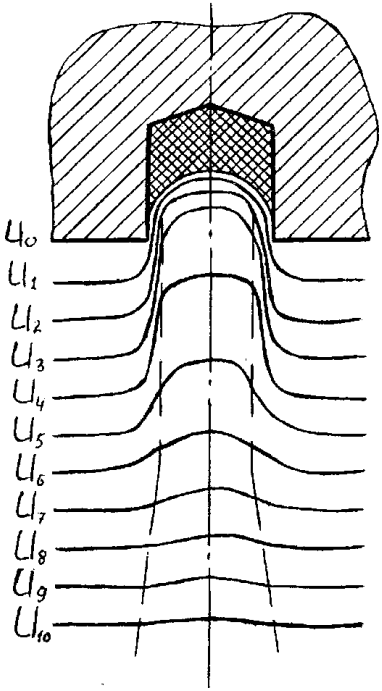


Рисунок 2.2 - Схема електричних полів у оксидному катоду

Дуже велике значення має також кривизна катодної плівки. Якщо поверхня катодної плівки має вигляд площини, то електрони після виходу з катоду внаслідок термоємісії, рухаються прямолінійно по нормам до поверхні катоду і не змінюють напрям руху у стовпу

дуги.

Якщо поверхня катоду крива, то таку саме форму буде мати і торець стовпа дуги. У таких умовах електрони емісії, також будуть рухатися після виходу з катоду по нормам до його поверхні (кривої). Розігнавшись на одній ділянці катодного падіння напруги і пройшовши деякий шар плазми, кожен електрон може увійти на таку ділянку електричного поля, де його рух буде гальмуватися цим полем. У цьому випадку траєкторія руху електрону буде викривлюватися. Розігнавшись на одній ділянці катодного падіння напруги і пройшовши деякий шар плазми, кожен електрон може увійти на таку ділянку електричною поля, де його рух буде гальмуватися цим полем, призведе до збільшення перерізу іонізації газопарової фази стовпа дуги. Цим явищем пояснюють збільшення густини катодного струму у порожнистих катодів, і як наслідок збільшення густини струму є досягнення у катоді, вже при струмі 100 А при заглибленні до 0,2 мм, температури 17000-18000 К. А температура у свою чергу, гарантує постійність термоємісії з катоду і термічної дисоціації молекулярних компонентів дуги. Так, у дузі дуготрону навіть таке термодинамічна міцне з'єднання як азот (U_i = 9,756 В) буде цілком дисоційоване і в значній мирі іонізоване.

Розмір катодної плями достатньо великий і при струмі 450 – 600 А дорівнює у перерізі 1,3-1,8 мм. Густина струму, при змінені струму у два рази, не змінюється і стабілізується при значеннях біля 300 А/мм (при активній вставці діаметром 4 мм).

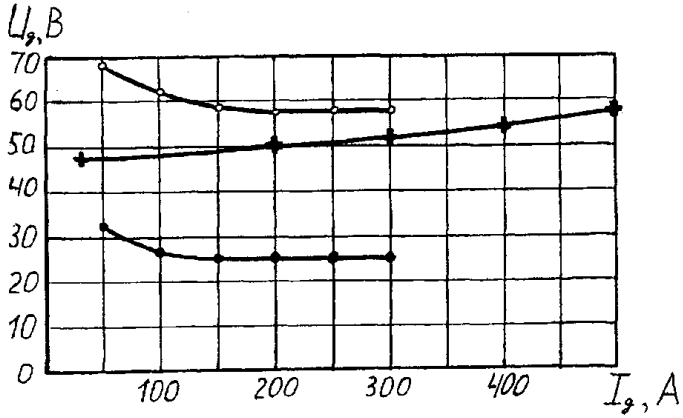
Але не тільки надійною термоемісією пояснюється стабільність дуги дуготрону.

У стовпі дуги, а особливо перед катодом, утворюється просторовий заряд, який відтворює між електродами дуже нерівномірний розподіл потенціалів (рисунок 2.2).

У електропровідній частині ставка дуги лінії еквіпотенціалів викривлюються, причому чим ближче до катоду, тим більше, у заглибленні катоду еквіпотенціали розміщуються дуже щільно, що вказує на великий градієнт напруг и у цьому місці (до десятків вольтів на мм довжини дуги). Велика напруга у стінок оксидного катоду стабілізує процес автоелектронної емісії.

Для виявлення параметрів в дузі з оксидним порошковим катодом (оксиди лантану, ітрію, цирконію, барію) побудуємо вольтамперну характеристику дуги (ВАХ) у повітрі. Для порівняння

поряд з нею покажемо ВАХ вольфрамової дуги у аргоні, та ВАХ компактного оксидного катоду у повітрі (рисунок 2.3).



° - вольфрамовий катод у аргоні;

• - компактний оксидний цирконієвий катод у повітрі;

+ - порошковий оксидний катод у повітрі.

Рисунок 2.3 - Вольтамперна характеристика дуги при довжині дуги 40 мм та мідному аноді

ВАХ порошкового оксидного катоду прямолінійно висхідна. Така ВАХ буває тільки у дузі плазмотронів, де стовп дуги обтискується соплом плазмотрону. У випадку з порошковим оксидним катодом такий вигляд ВАХ пов'язаний з дослідженням максимальною ступеню іонізації у дузі у склад якої входять оксиди цирконію, барію, стронцію та ін. елементів, що легко іонізуються, у цьому випадку максимальний ступінь іонізації досягається вже при невеликих значеннях струму та температури.

3 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Дуготрон.
2. Вимірювальні прилади постійного струму та напруги.
3. Пластина з міді.

4. Лінійка.
5. Випрямлювач ВДУ-506.

4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охороні праці та пожежної безпеки.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

5.1 Ввімкнути випрямлювач ВДУ-506.
5.2 Запалити дугу дуготрону.
5.3 Зняти показники струму та напруги
5.4 Виключити прибори.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

Побудувати вольтамперну характеристику дуги. Зробити пояснення та висновки про будову ВАХ.

7 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

7.1 Що таке вольтамперна характеристика?
7.2 Будова дуги.
7.3 Процеси на катоді?
7.4 Які процеси відбуваються у стовпі дуги?
7.5 Що таке потенціал іонізації
7.6 Іонізуючі елементи?
7.7 Рівняння Сага?
7.8 Залежність ступеню іонізації від складу катода?
7.9 Які бувають катоди?
7.10 Види електропровідності у стовпі дуги?
7.11 Падіння напруги у стовпі дуги?
7.12 Струм насичення у дузі?

ЛІТЕРАТУРА

1. Лакомский В.И. Оксидные катоды электрической дуги. Запорожье: Интеграл, 1977. - с. 188.

2. Теоретические основы сварки. /Под ред. Фролова В.В. -М.: Высшая школа, 1970. .

3. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга - М.: Машиностроение, 1970.

4. Багрянский К.В. и др. Теория сварочных процессов - М.: Высшая школа, 1977.