



УДК-621.791.317 (037)

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА И ЭРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ МЕДНОГО ВОДООХЛАЖДАЕМОГО АНОДА ДУГОВОГО ИСТОЧНИКА НАГРЕВА

В. А. Шаповалов, О. М. Вислобоков,
Г. А. Мельник, К. А. Цикуленко

Проведены экспериментальные исследования трех медных водоохлаждаемых анодов с различными геометрическими формами наконечников при одинаковых условиях их работы в аргоне. Экспериментально определена оптимальная форма наконечника с целью минимизации эрозии электрода.

Experimental investigations of three copper water-cooled anodes with different geometric shapes of tips at similar conditions of their operation in argon were carried out. Optimum shape of tip to minimize the electrode erosion was defined experimentally.

Ключевые слова: дуговой источник нагрева; медный водоохлаждаемый анод; эрозия электрода; ресурс плазматрона

Опыт эксплуатации дуговых источников нагрева в электрометаллургии показывает, что ресурс их работы в основном определяется скоростью эрозии электродов. Эрозия зависит от материала электро-

дов, их геометрических размеров и взаимного расположения, газового состава рабочей среды, значения тока дуги. Проведены экспериментальные исследования скорости эрозии медного водоохлаждаемого анода в аргоне при различных значениях тока дуги [1].

Цель настоящей работы заключается в исследовании влияния геометрической формы наконечника медного анода на эрозию при всех прочих равных условиях эксплуатации.

Удельная эрозия медного анода зависит от точности поддержания режимных параметров, обеспечивающих диффузный характер привязки дуги к аноду. Переход диффузионного режима к контрагированному способствует значительному локальному разогреву, оплавлению, испарению и выбросу материала анода в окружающее пространство. Даже при разрешении проблемы стабилизации и сжатия дугового разряда для устойчивого диффузного режима работы медного водоохлаждаемого анода требуется, чтобы такие параметры, как ток, длина дуги и диаметр анода находились в некоторой оптимальной области своих соотношений. Для оценки влияния фронтального диаметра анода на режим дугового разряда рассмотрим физические процессы, происходящие между электродами.

На рис. 1 представлена схема движения носителей электрических зарядов в разрядной камере по основанной на многочисленных физических экспериментах модели Кимблина [2].

Горячий катод эмитирует большое количество электронов в окружающее пространство. Покидая катод, часть электронов сразу же сталкивается с

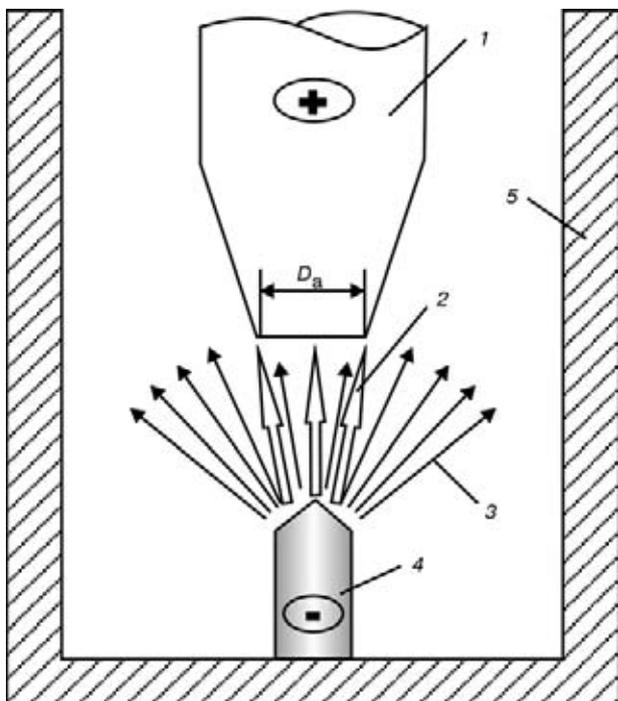


Рис. 1. Схема движения носителей зарядов в камере плазматрона: 1 — анод; 2, 3 — направление движения соответственно ионов и электронов; 4 — катод; 5 — камера; D_a — фронтальный диаметр анода

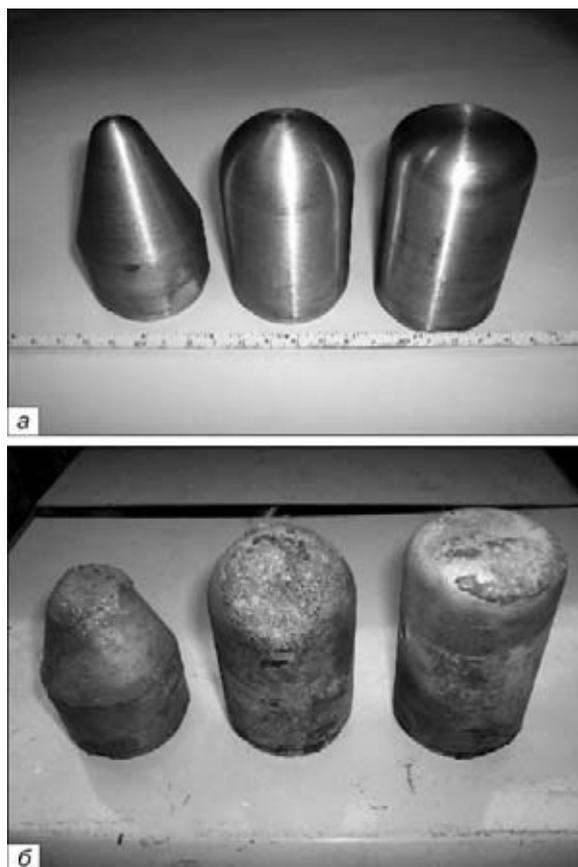


Рис. 2. Анодные наконечники до (а) и после (б) испытаний ближайшими молекулами (атомами) газа с образованием положительных ионов и вторичных электронов.

Легкие электроны (первичные и вторичные) под действием электрического поля устремляются к аноду. Ближайший к катоду слой пространства заполняется инерционными ионами, образуя вокруг катода положительный пространственный потенциальный барьер. Не входящие в этот барьерный слой ионы и ионизированные пары металла катода изотропно истекают в окружающее пространство.

У анода в слое, непосредственно примыкающем к его фронтальной диаметральной поверхности, количество положительных ионов уменьшается, поскольку анод — это коллектор электронов, которых у этой плоскости всегда в избытке, а незначительная часть ионов легко рекомбинируется электронной бомбардировкой.

Таким образом, примыкающая к фронтальной диаметральной плоскости анода часть пространства заряжается отрицательно, т. е. возникает анодный потенциальный барьер. Чем меньше фронтальный диаметр анода, тем меньшая доля положительных ионов попадет на эту плоскость, в то время как большая часть электронов устремляется именно к ней. Следовательно, анодное падение напряжения с

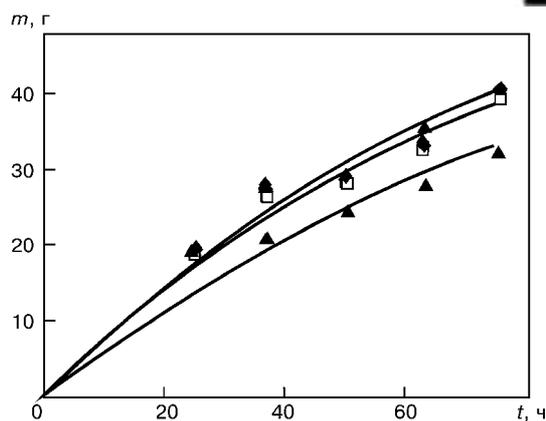


Рис. 3. Эрозия m медного анода в зависимости от его формы и продолжительности испытаний: \blacklozenge — коническая форма; \blacksquare — полусфера; \blacktriangle — цилиндр

уменьшением фронтального диаметра анода будет увеличиваться, что в итоге приведет к возникновению режима контрагированного разряда.

Для определения оптимальной формы наконечника медного анода сравнительным испытаниям последовательно подвергли три образца конической, полусферической и цилиндрической форм (рис. 2, а) на одной и той же установке в техническом аргоне и при токе дуги 400 А в течение 75 ч.

Используемые способы испытаний, технология и оборудование описаны в работе [1]. Внешний вид образцов наконечников анодов после испытаний показан на рис. 2, б. Полученные графики зависимости эрозии от длительности испытаний свидетельствуют, что эрозия конического и полусферического анодов практически одинакова (рис. 3).

Эрозия анода цилиндрической формы заметно меньше, чем у других образцов, поскольку фронтальный диаметр этого электрода больше приведенных фронтальных диаметров конического и полусферического электродов. Удельная эрозия конусообразного и полусферического анода составила $3,7 \cdot 10^{-7}$ г/К, а цилиндрического — $2,9 \cdot 10^{-7}$ г/К.

Таким образом, при разработке дуговых источников нагрева с целью увеличения ресурса их работы следует применять медные водоохлаждаемые аноды с наконечниками цилиндрической формы.

1. Экспериментальное исследование эрозии медного водоохлаждаемого анода // В. А. Шаповалов, Г. А. Мельник, О. М. Вислобоков и др. // Современ. электрометаллургия. — 2006. — № 1. — С. 17–19.
2. Кимблин С. У. Эрозия электродов и ионизационные процессы в приэлектродных областях вакуумных дуг и при атмосферном давлении // Экспериментальные исследования плазмотронов. — Новосибирск: Наука, 1977. — С. 226–253.

Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев
Поступила 31.05.2006