

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЭЛЕКТРОДА РЕЖУЩЕГО ПЛАЗМОТРОНА

ЖУМАЛИЕВ Ж.М.

*Кафедра «Технология машиностроения», Кыргызский государственный технический университет
им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызская Республика
E-mail: Jekshen59@mail.ru*

В статье приведена математическая модель и результаты исследования нагрева и эрозии шарового медного вращающегося электрода плазмотрона.

Применение плазменной резки обусловило высокие скорости резки цветных металлов специальных сталей и сплавов толщиной до 100 мм и более, а также углеродистых сталей, превышающие скорость автогенной резки в пределах толщин до 30-40 мм. Поэтому необходимо надежность оборудования для плазменной резки [1]. Надежность плазмотрона для резки определяется стойкостью его электрода, так как электрод является наиболее теплонапряженным элементом плазмотрона. В работе [2] нами был разработан плазмотрон, содержащий вращающийся шаровой электрод, обладающий повышенным ресурсом по сравнению с другими электродами. Однако до сих пор отсутствуют теоретические расчеты тепловых потоков распространяющихся во вращающемся шаровом электроде. Поэтому целью настоящей работы является производство расчета теплового режима работы вращающегося шарового электрода режущего плазмотрона.

Износостойкость шарового электрода зависит от температуры его рабочей поверхности, которая в свою очередь определяется теплофизическими свойствами материала шара, условиями охлаждения, скоростью вращения, а также подводимой мощностью и характером плазмообразующего газа. В связи с техническими сложностями измерения температуры вращающегося шара предложена методика расчета температурных полей, основанная на аналитической модели нагрева шара мощным быстро движущимся источником нагрева [3, 4].

На рис. 1 приведена схема плазменной резки с использованием шарового электрода. Во время плазменной резки шаровой электрод охлаждается водой и вращается с угловой скоростью ω . Дуга 5 стабилизируется в сопле 3 путем аксиальной подачи плазмообразующего газа в направлении к разрезаемому материалу. Во время резки активное пятно дуги перемещается по поверхности шарового электрода 2. Выдвинута гипотеза о том, что износостойкость электрода плазмотрона зависит от температуры его поверхности, которая в свою очередь определяется теплофизическими свойствами материала электрода, условиями охлаждения.

Для описания процесса нагрева шарового электрода плазменной дугой мы использовали схему быстро движущегося линейного источника теплоты по поверхности сферической поверхности пластины с суммированием температурных полей от отдельных проходов траектории дуги. В этом случае температура поверхности определяется по следующей формуле

$$T = \sum_n \frac{q}{\omega \cdot R \cdot \delta \cdot \sqrt{4\pi \cdot c\rho \cdot t_n}} \cdot e^{-\frac{x^2}{4\alpha t_n} - bt_n} \quad (1)$$

где q - мощность плазменной дуги, Вт;
 n - количество совершаемых оборотов дуги по поверхности электрода;
 ω - угловая скорость электрода;
 δ - толщина стенки электрода;
 $c\rho$ - объемная теплоемкость материала электрода;
 t_n - время, отсчитываемое с момента зажигания дуги;
 b - коэффициент теплоотдачи, который определяется по формуле

$$b = \frac{2\alpha}{c\rho\delta};$$

α - коэффициент теплоотдачи;

x - ось, вокруг которой вращается электрод. При повороте оси x вокруг точки O (рис. 1) осуществляется подача, т.е. дуга переходит на новую траекторию.

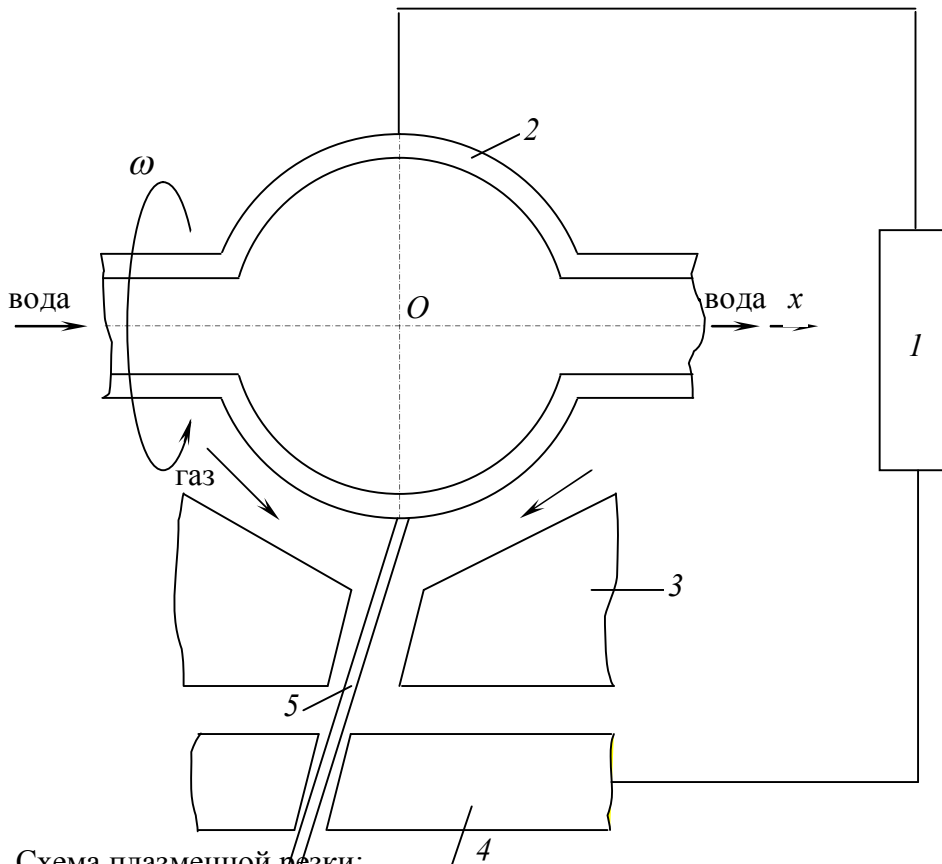


Рис. 1. Схема плазменной резки:
 I – источник питания; 2 – шаровой электрод; 3 – сопло плазмоторна;
 4 – разрезаемый металл; 5 – плазменная дуга

Считали, что электрод изготовлен из меди, охлаждается водой, ток дуги изменяется от 200 до 400 А, катодное падение напряжения составляет 5 В. Результаты расчета температуры поверхности электрода по формуле (1) до совершения электродом одного оборота приведены на рисунках 2-4.

Проведенный нами численный анализ показывает, что зависимости, показанные на рис. 2-4 в основном соответствуют экспериментальным данным и подтверждаются экспериментальными данными.

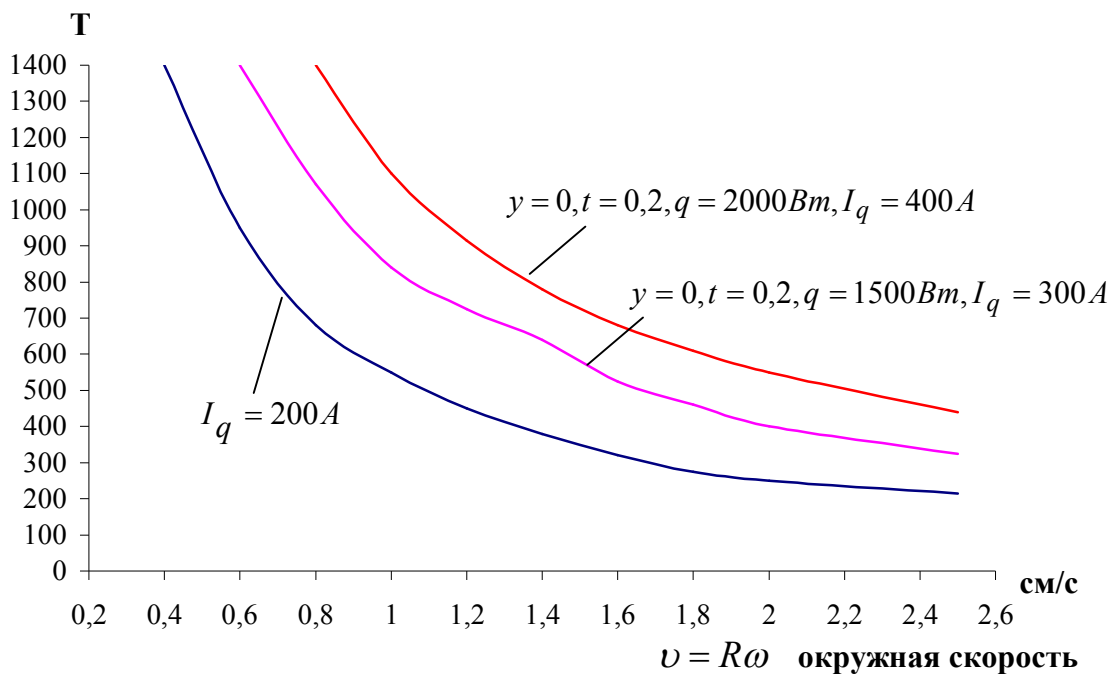


Рис. 2. Зависимость температуры поверхности электрода от его окружной скорости

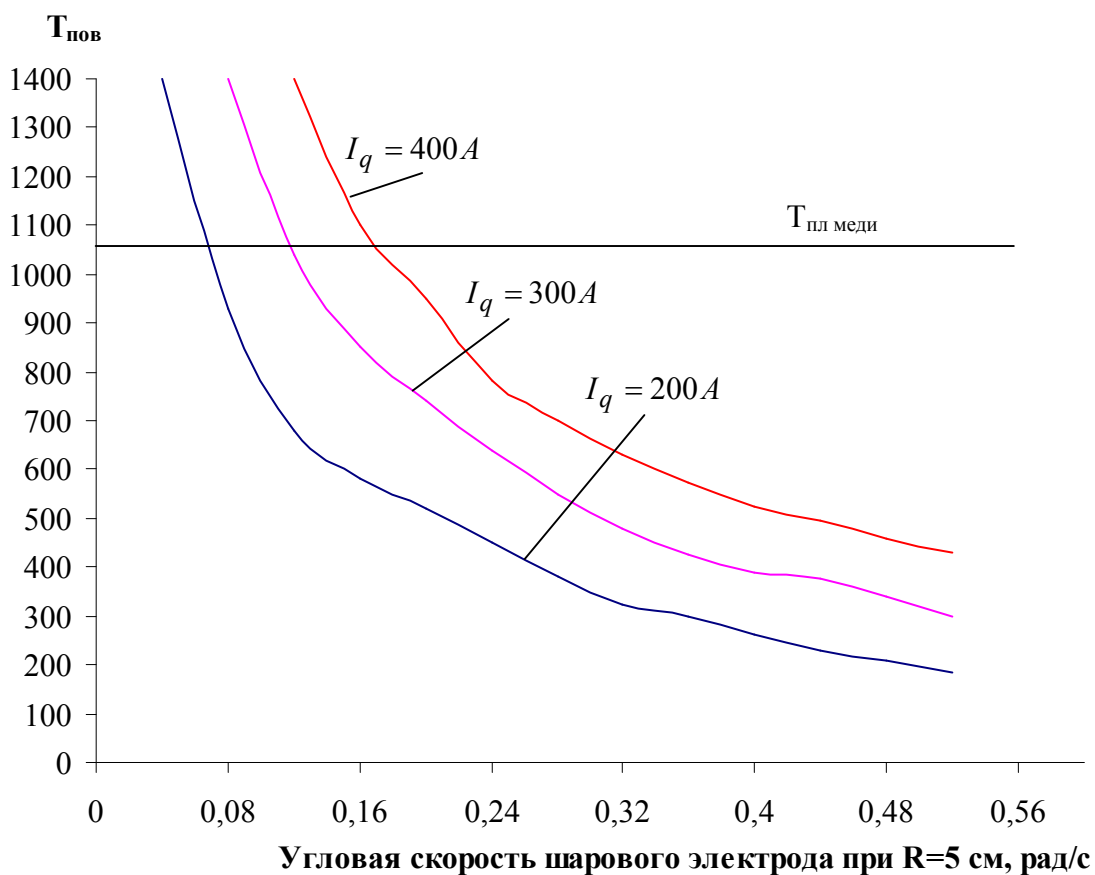


Рис. 3. Зависимость температуры поверхности электрода от его угловой скорости

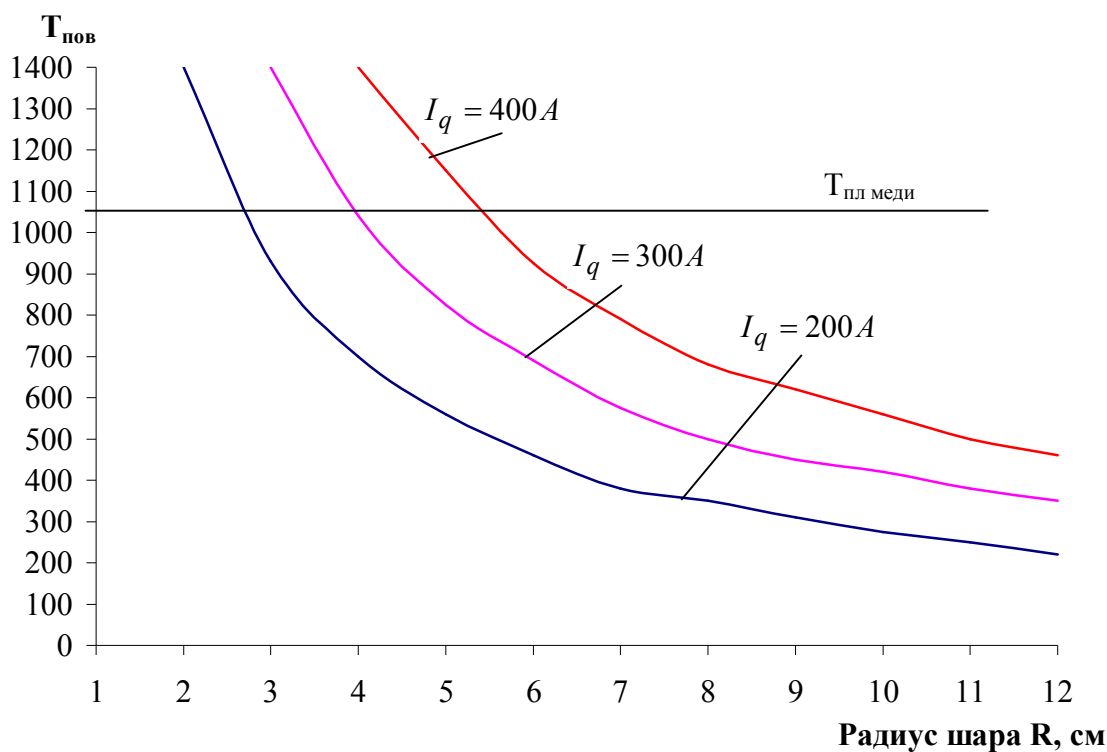


Рис. 4. Зависимость температуры поверхности электрода от его радиуса при различных токах дуги

Выводы:

1. Для определения температуры поверхности тонкостенного охлаждаемого шара при его нагреве плазменной дугой можно воспользоваться формулой (1).
2. При вращении шарового электрода температура поверхности шарового электрода падает.
3. Путем изменения траектории дуги по поверхности шарового электрода можно достичь минимального износа электрода.

Литература

1. Васильев К.В. Плазменно-дуговая резка – перспективный способ термической резки. – Сварочное производство 2002 №9 стр. 28-32.
2. Кыдыралиев С.К., Жумалиев Ж.М. и др. Плазмотрон. А.С.СССР №1307692 от 16.09.85.
3. Теоретические основы сварки. Под ред. В.В. Фролова – М: «Высшая школа», 1970.
4. Теория сварочных процессов. Под ред. В.В. Фролова – М: «Высшая школа», 1988.