

ципа построения позволяет повысить универсальность и производительность этого оборудования за счет его оснащения дополнительно несколькими одновременно работающими обрабатывающими модулями, сверлильным модулем для механической обработки отверстий, перехода к пятикоординатной обработке для выполнения профильной резки, реза со скосом, снятия фасок, введением дополнительной угловой координаты для сообщения вращательного движения заготовке, например, при вырезке отверстий в трубах.

УДК 681.7:068

ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ УЧАСТКОВ И КРОМОК ДЕТАЛЕЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ИЗНОСУ

А. И. Веремейчик, М. И. Сазонов, В. М. Хвисевич
Брестский государственный технический университет

Работа посвящена созданию мощных плазмотронов постоянного тока для различных технологических процессов и проведения лабораторных занятий. С этой целью проведены широкие исследования электрической дуги, горящей в продольном потоке аргона. Разработана методика расчета плазмотронов постоянного тока в критериальной форме. Проведены исследования основных характеристик разработанного плазмотрона и поверхностного слоя упрочненных деталей.

Плазменные потоки используются в различных практических приложениях: для изучения движения тел при входе в плотные слои атмосферы Земли и других планет, для промышленного получения различных химических веществ, которые трудно либо вообще невозможно получить; при сварке, резке и упрочнении металлов, нанесении износостойких тонких пленок на детали машин, в металлургии, химической промышленности и многих других процессах [1, 2]. Одним из промышленных способов получения плазмы является применение плазмотронов постоянного тока, в которых горит электрическая дуга в потоке рабочего газа. С целью определения исходных данных для расчета и разработки плазмотронов проведены исследования напряженности электрического поля дуги, горящей в потоке аргона. Величины напряженности электрического поля E вдоль дуги определены методами изменения длины дуги и измерения потенциалов изолированных друг от друга секций разрядной камеры плазмотрона. Напряженность электрического поля дуги определялась по наклону кривой распределения потенциала вдоль оси z [3].

Установлено, что в исследованном диапазоне параметров, указанных в таблице, зависимость напряженности электрического поля от тока была линейно восходящей, а вдоль дуги величина E возрастает.

Таблица

Диапазон изменения параметров при исследовании дуги в аргоне

d, мм	10	20	30
a, мм	154	252	358
I, А	100 – 180	30 – 180	30 – 180
G, г/с	0,5 – 4	0,5 – 4	0,5 – 4

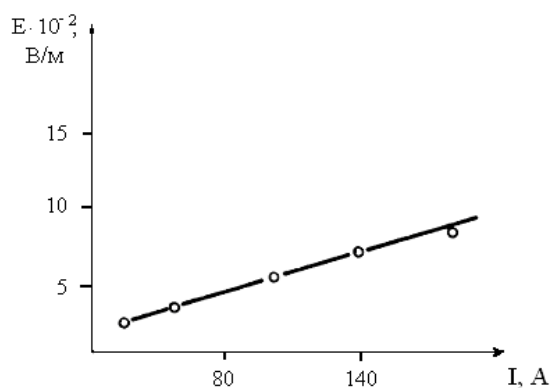


Рис. 1. Напряженность электрического поля дуги, горящей в потоке аргона при $d = 1$ см, $G = 4$ г/с

На рисунке 1 изображена типичная зависимость напряженности электрического поля аргоновой дуги от тока I .

На основе теории подобия разработана методика расчета плазмотронов. Учитывая особенности горения дуги в аргоне, обобщенную зависимость напряженности электрического поля E от определяющих критериев будем искать в виде:

$$E_H d = c \left(\frac{G}{d} \right)^\beta (pd)^\gamma \left(c_0 + c_1 \frac{I}{d} \right) \cdot f \left(\frac{z}{d} \right). \quad (1)$$

Экспериментальные данные обобщаются следующей критериальной формулой:

$$E_H d = 4,2 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{G}{d} \right)^{0,11} \left(135 + 10^{-2} \frac{I}{d} \right) \cdot \left(0,9 + 1,6 \cdot 10^{-4} \frac{z}{d} \right), \quad (2)$$

где G – расход аргона; d – диаметр разрядной камеры.

На основе разработанной методики с использованием критериальной формулы для E сконструирован и создан плазмотрон, который рекомендуется для проведения лабораторных занятий и промышленного использования [3]. Принципиальная схема плазмотрона, его электропитания и поджига приведена на рисунке 2.

Проведены исследования энергетических характеристик плазмотрона. Одновременно с исследованием вольт-амперных характеристик дуги проводились измерения тепловых потоков в элементы плазмотрона: катод, анод и поджигающий электрод. Это позволило вычислить тепловой КПД плазмотрона, энтальпию и среднемассовую температуру газа в зависимости от ве-

личины тока дуги и длины анода при различных расходах аргона. Установлено, что тепловой к.п.д. равен 0,68 – 0,74, а рассчитанная температура на выходе плазмотрона равна $T = 3700 - 7200$ К. Тепловые потери в катод почти не зависят от диаметра вольфрамового стержня.

Выполнен микроструктурный анализ сталей при термообработке образцов. На рисунке 3 показана микроструктура поверхностного слоя стали 45. Металлографический анализ упрочненной стали с использованием оптической и электронной микроскопии показал, что зона влияния плазменной струи имеет форму сегмента (рис. 3, а) и по своему строению аналогична зоне влияния при термообработке стали лазером и электронным лучом.

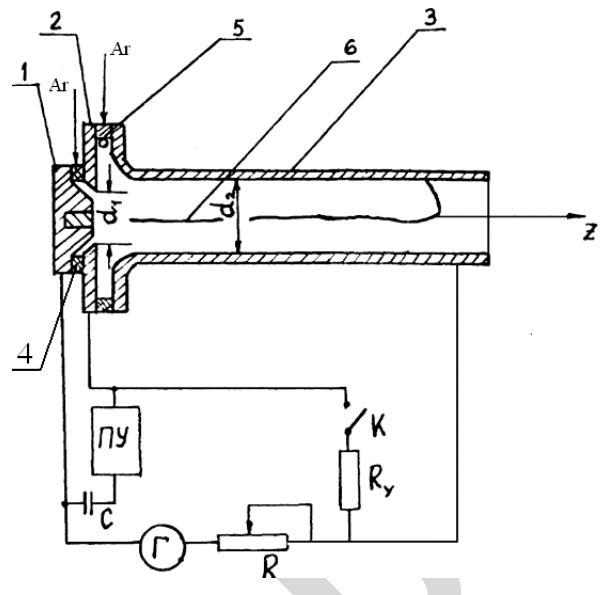


Рис. 2. Схема плазмотрона и электропитания: 1 – катод; 2 – поджигающий электрод; 3 – анод; 4 и 5 – изоляторы; 6 – дуга

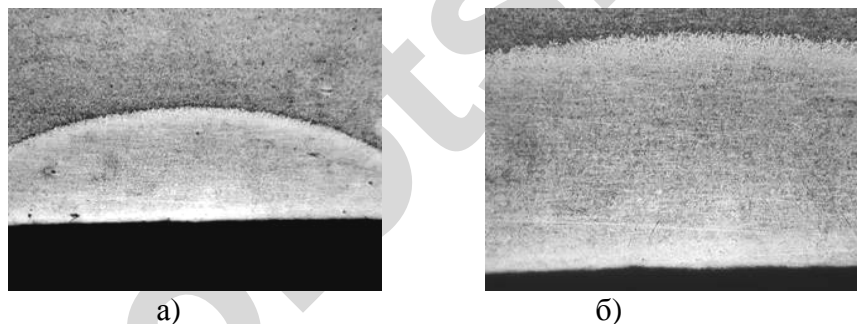


Рис. 3. Микроструктура поверхностного слоя стали 45: а) зона влияния плазменной струи; $\times 45$, б) микроструктура зоны нагрева; $\times 180$

Разработанный плазмотрон рекомендуется для различных технологических процессов плазменного упрочнения и проведения лабораторных занятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков, М. Ф. Прикладная динамика термической плазмы / М. Ф. Жуков, А. С. Коротеев, Б. А. Урюков. – Новосибирск : Наука СО АН, 1975. – 299 с.
2. Сазонов, М. И. Использование CVD-метода на установке ВПУ-2 для увеличения износостойкости твердосплавных пластин/ М. И. Сазонов // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: сб. науч. трудов Междунар. конф. – Новополюцк, 2001. – С. 696 – 699.
3. Даутов, Г.Ю. Напряженность электрического поля в стабилизированной вихрем дуге / Г. Ю. Даутов, М. И. Сазонов // ПМТФ, 1967. – №4. – С. 127 – 131.