

В. В. Михайлов

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВИХРЕВЫХ ПЛАЗМАТРОНОВ*

(Рыбинский авиационный технологический институт)

На основе проведенных работ разработан плазматрон с вихревой стабилизацией разряда. Отличительной особенностью является применение в качестве плазмообразующего газа продуктов сгорания керосина в воздухе. Проведенные эксперименты позволили получить зависимости термического КПД от секундного массового расхода, а также вольт-амперную характеристику плазматрона. Наличие периферийного и приосевого вихря позволяет значительно повысить плотность тока в разряде, что дает возможность увеличить среднемассовую температуру выходящего потока. Получение восходящего участка вольт-амперной характеристики позволяет организовать работу дуги без включения балластного сопротивления, т.е. возможно достижение электрического КПД близкого к единице.

В настоящее время многие технологические процессы (напыление, правка, ледвление и др.) не мыслимы без применения устройств, обладающих наивысшими плазматронами. В зависимости от требований, предъявляемых к используемым технологиям, разработаны различного рода конструкции плазматронов. Одной из важных особенностей конструкций является способ стабилизации дугового разряда, а также то, что постоянный или переменный ток используется для возбуждения дуги.

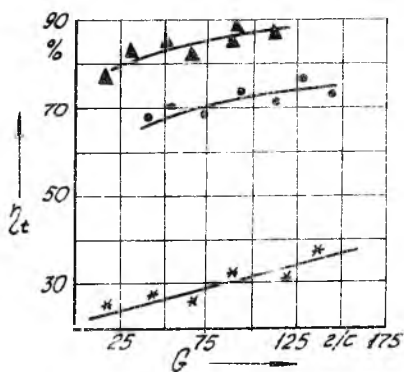
При получении высокотемпературных потоков, генерируемых с по-

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук Ш. А. Пиралишвили

ISBN 5-230-16926-5

Вихревой эффект
и его применение в технике.
Самара, 1992

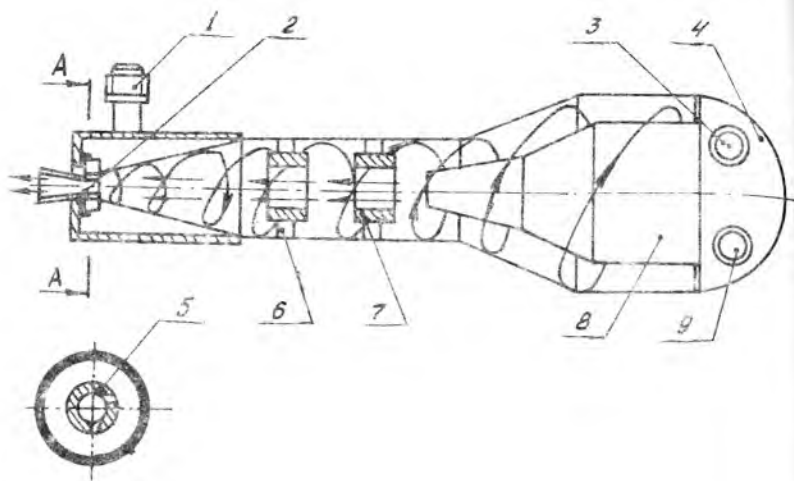
мощью плазматронов, особое место уделяют величине термического КПД и уровню выходной среднемассовой температуры потока. Применение плазматронов с вихревой стабилизацией разряда газовым потоком и вращением дуги под действием электродинамических сил дает возможность сравнить их основные параметры, такие как термический КПД, мощность, расход плазмообразующего газа, а также сила тока разряда. Оценивая зависимости, изображенные на рис. 1, можно сделать однозначный вывод о целесообразности использования плазматронов с вихревой стабилизацией разряда, причем термический КПД в этом случае в полтора раза выше, чем в плазматронах с вращением разряда под действием электродинамических сил, при прочих равных условиях. Согласно зависимости выходной температуры от силы тока в разряде для плазматрона с вихревой стабилизацией при получении выходной температуры порядка $T = 6000$ К значение силы



Р и с. 1. Характеристика вихревого плазматрона: ✱ — с вращением разряда под действием электродинамических сил: $I = 500$ А, рабочее тело — азот, ● — с вихревой стабилизацией разряда $I = 300$ А, ▲ — разработанный автором $I = 200$ А

тока составит $I = 200$ А. Для получения такой же температуры, но у плазматрона с вращением разряда под действием электродинамических сил значения силы тока составят более 6000 А. Скорость вращения разряда зависит от силы тока, а чем выше скорость истечения, тем больше сила тока, поэтому применение вихревой стабилизации разряда при этом наиболее перспективно.

Представленная на рис. 2 схема разработанного вихревого плазматрона является конструкцией, позволяющей максимально использовать возможности вихревого горелочного устройства для создания защищенного потока высокотемпературных продуктов сгорания углеводородных топлив (керосина) в воздухе с целью обеспечения возможности возбуждения дугового разряда и его стабилизации.



Р и с. 2. Схема вихревого плазматрона: 1 - штуцер подвода сжатого воздуха; 2 - сопло; 3 - форсунка; 4 - крышка; 5 - завихритель; 6, 7 - электроды; 8 - перфокамера; 9 - свеча

Термический КПД рассчитывается по следующему выражению [1]:

$$\eta = Gh/UI,$$

где h - энтальпия выходной струи; UI - мощность, выделяющаяся в дуговом разряде.

На рис. 1 представлена зависимость термического КПД плазматрона от секундного массового расхода. Можно предположить, что термический КПД разработанного плазматрона будет выше, чем у плазматронов, в которых не используются высокотемпературные продукты сгорания, так как энтальпия потока в этом случае значительно выше. Кроме того, наличие периферийного вихря позволяет значительно повысить плотность тока в разряде и организовать течение плазмообразующего газа таким образом, что почти весь его расход проходит через зону дугового разряда. Это значительно поднимает удельную энтальпию истекающего потока и повышает температуру на выходе из плазматрона [2].

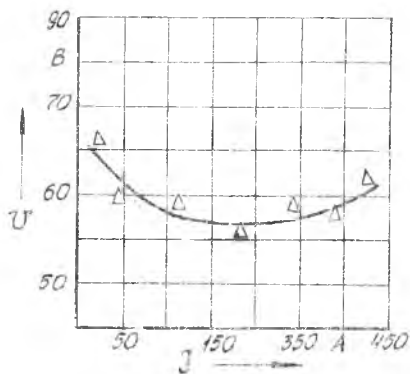
Важнейшая характеристика дуги - вольт-амперная. Вид ее опре-

делает выбор параметров источника питания дуги и электрический КПД дуговой установки. Если дуга горит в канале большого диаметра, так что влияние стенок канала сказывается на ее свойствах слабо, то, как показывают опыты, с ростом силы тока падение напряжения на дуге, как правило, уменьшается.

Вольт-амперная характеристика в этом случае падающая. В том случае, когда влияние стенок заметно, или дуговой разряд обжимается закрученным потоком, т.е. от дуги уходит некоторая часть энергии, ее выделяемая, с увеличением тока возможно появление восходящего участка на вольт-амперной характеристике. Это позволяет организовать работу дуги без включения в электрическую цепь балластного сопротивления, т.е. возможно достижение электрического КПД, близкого к единице [3].

На рис. 3 показана вольт-амперная характеристика вихревого плазматрона.

Рассматривая приведенные зависимости, необходимо отметить, что достижение оптимального режима работы плазматрона (максимальная температура на выходе и высокий термический КПД) связано прежде всего с правильным выбором таких параметров, как сила тока разряда и секундный массовый расход рабочего тела, что позволяет оптимизировать конструкцию вихревого плазматрона с максимальными значениями температур потока на выходе из него и высоким термическим КПД.



Р и с. 3. Вольт-амперная характеристика плазматрона

Библиографический список

1. Коротеев Л.С., Костылев А.М. и др. Генераторы низкотемпературной плазмы. М.: Наука, 1969. 128 с.
2. Дресвин С.В. и др. Физика и техника низкотемпературной плазмы. М.: Атомиздат, 1972. 315 с.
3. Жуков М.Ф., Коротеев Л.С. и др. Прикладная динамика термической плазмы / Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд. 1975. 295 с.

УДК 621.452.3

А.В.Данильченко, В.А.Сыченков, М.А.Груздев,
В.Я.Кузнецов, В.В.Стародубцев

МОДУЛЬНЫЕ ФРОНТОВЫЕ УСТРОЙСТВА С ЗАКРУТКОЙ И ПРОТИВОКРУТКОЙ ПОТОКА В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ИТД

(Казанский авиационный институт)

Приведены экспериментальные исследования гидродинамических параметров закрученного потока за фронтными устройствами камеры сгорания с целью обоснования выбора ее некоторых конструктивных параметров.

Экспериментальные исследования для выявления характера формирования гидродинамических параметров турбулентного потока за фронтными устройствами основных камер сгорания производились на установке, приведенной на рис. 1.

Установка позволяла с помощью заслонки на воздушном компрессоре изменять скорость воздуха на выходе от 5 до 80 м/с. В качестве рабочего участка использовался экспериментальный модуль (рис.2), в котором устанавливались завихрители пяти типов (рис.3).

ISBN 5-230-16926-5

Вихревой эффект
и его применение в технике.
Самара, 1992