

ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА В ПОТОКЕ ГЕТЕРОГЕННОЙ ПЛАЗМЫ

Даутов Г. Ю., Марданшин Р. М., Султанов В. В., Сабитов Ш. Р.
Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева,
429111г. Казань, ул.К.Маркса, 10, кафедра общей физики,
timerkaev@kai.ru, atimur@physics.kstu-kai.ru

В процессах нанесения покрытий плазменным и газотермическими методами в поток вводятся макрочастицы различных материалов и в результате возникает гетерогенная плазма [1,2,3]. Такая плазма возникает также в камерах сгорания ракетных двигателей [4]. В рабочий объем МГД-генераторов специально вводятся легко ионизируемые твердые частицы с целью повышения электропроводности потока [5]. Свойства такой гетерогенной плазмы исследованы еще очень мало.

Для исследования вольтамперных характеристик (ВАХ) разряда в гетерогенной плазме разработана и изготовлена экспериментальная установка. Ее принципиальная схема представлена на рис.1. Установка содержит следующие основные части: вольфрамовые электроды (катод 1 и анод 2) в виде стержня длиной 13 см и диаметром $d=10$ мм, установленные на керамических изоляторах 5; дозатор 3; вибратор 8; хромель-алюмелевые и платинородиевые термпары 4; горелка 6; милливольтметр 7; микроамперметр 9; киловольтметр 10; ступенчато-плавный регулятор напряжения 11; источник питания 12, самопишущий потенциометр 13; ротаметр 14; пропановый редуктор с манометром 15; газовый баллон 16; кислородный редуктор 17 и кислородный баллон 18. Экспериментально исследованы распределение температуры плазмы и ВАХ разряда в диапазоне изменения температуры 953-2073 К, напряжения 50-1400 В и силы тока 1-150 мА при атмосферном давлении. В качестве добавок служили порошки АНБ (алюминий нитрид бора), карбоната калия, карбоната натрия, карбоната кальция, карбоната бария, хлорида натрия, хлорида калия и бромид калия.

На электропроводность гетерогенной плазмы заметное влияние оказывают температура потока, химический состав и дисперсность порошка. Анализ полученных результатов показал, что при постоянных значениях напряжения и температуры подача порошка хлорида калия может привести к увеличению силы тока на несколько порядков. Характерные зависимости напряжения разряда от силы тока представлены на рисунках 2 и 3. Как видно из сравнения графиков этих рисунков, при напряжении разряда 249 В в случае добавки поташа ток при температуре 953 К равен 0,04 мА, а при температуре 2073 К достигает 70 мА. От дисперсности порошка зависят размеры частиц. Чем меньше частица, тем легче она прогревается и реагирует с плазмой, что приводит к уменьшению электрического сопротивления потока.

Из рис. 2 и 3 видно, что при малых токах напряжение повышается с увеличением тока. Около начала координат участок ВАХ является линейным, что характерно для несамостоятельных разрядов [6]. Рис. 3 показывает, что при токе около $I_k = 4$ мА достигается максимум напряжения и при $I > I_k$ ВАХ становится падающим. Это говорит о том, что начинается переход в дуговой разряд. Об этом же говорит появление светящихся пятен на катоде. Значение I_k зависит от температуры и материала порошка. Для поташа при $T = 1873$ К величина I_k составляет 10 мА, а для бромида калия при $T = 1573$ К - $I_k = 10$ мА.

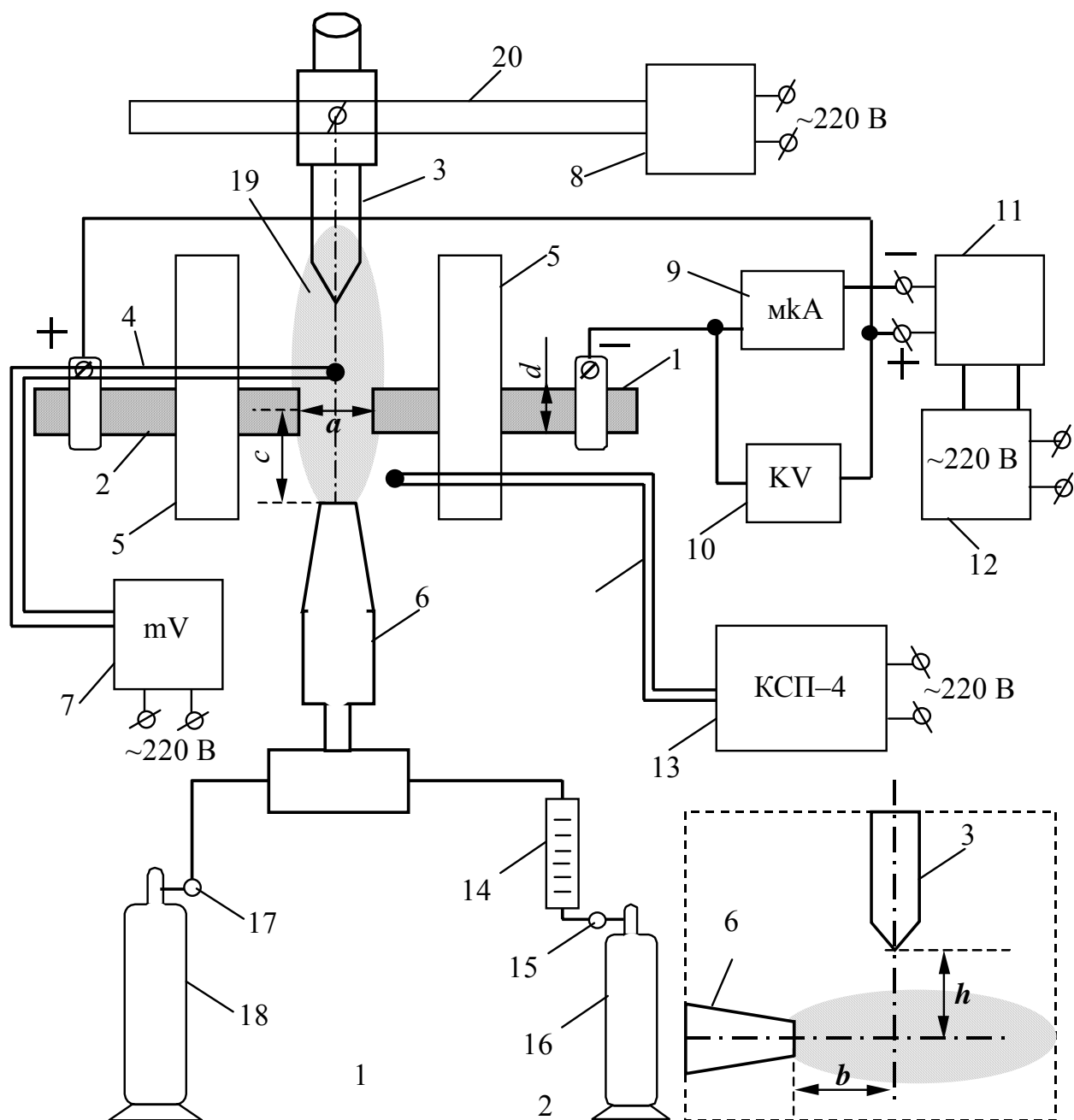


Рис.1. Принципиальная схема экспериментальной установки

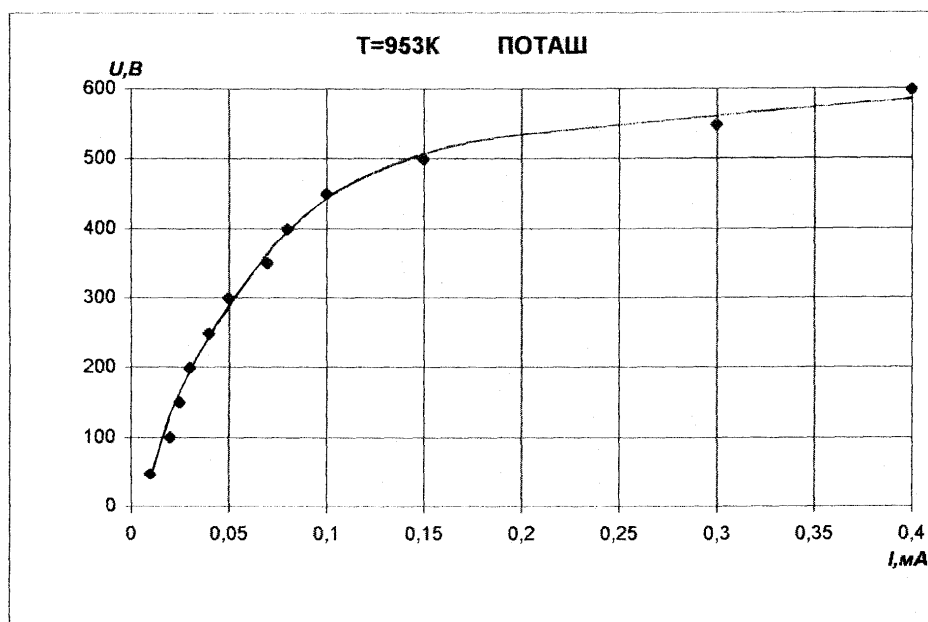


Рис. 2.

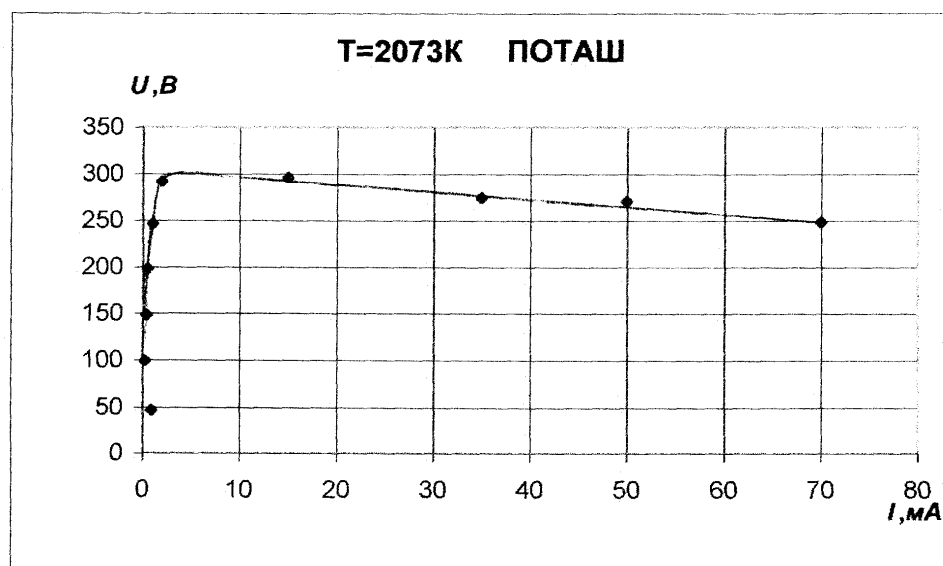


Рис. 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Б. Г. // *Электроперенос в двухфазных (газ-твердые частицы) потоках*. Инж. физ. журн. 1978. Т. 34. № 1. С.50.
2. Дзюба В.Л., Даутов Г.Ю., Абдуллин И.Ш. *Электродуговые и высокочастотные плазмотроны в химико-металлургических процессах*. Киев: Вища шк., 1991. С.161.
3. Донской А.В., Клубник В.С. *Электроплазменные процессы и установки в машиностроении*. Л.:Машиностроение, 1979. С.49.
4. Потапов Г. П. *Двигательная электризация летательных аппаратов*. Казань: Казан. гос. техн. ун-т, 1995. С.20.
5. . *Материалы для канала МГД – генератора*. Под ред. А.И. Рекова. М.: Наука, 1969. С.85.
6. Грановский В. Л. *Электрический ток в газе*. М.: Наука, 1971. С.48.