

*к. т. н. Бирюкова Т.В.  
к. т. н. Сергиенко С.Н.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

## **ПЛАЗМОТРОНЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА С СИЛЬНОТОЧНЫМ КАТОДОМ**

*Установлено, що одним з перспективних напрямків при розробці сильнострумового катода є створення умов прив'язки основної дуги до слабкострумового плазмового струменю, що минає з катодного вузла, працюючого за принципом "плазмового катода". Розроблено і досліджено сильнострумовий катод для потужних плазмотронів. В статті наведені ерозійні характеристики катода.*

**Ключові слова:** *сильнострумовий катод, катодний вузол, плазмовий катод, характеристики, плазмотрон.*

*Установлено, что одним из перспективных направлений при разработке сильноточного катода является создание условий привязки основной дуги к слаботочной плазменной струе, истекающей из катодного узла, работающего по принципу "плазменного катода". Разработан и исследован сильноточный катод для мощных плазмотронов. В статье приведены эрозионные характеристики катода.*

**Ключевые слова:** *сильноточный катод, катодный узел, плазменный катод, характеристики, плазмотрон.*

В настоящее время значительный интерес к энерго- и ресурсосберегающим технологиям связан с возможностью создания различных экологически чистых производств, новых технологических процессов утилизации промышленных и бытовых отходов, получения коррозионно стойких покрытий и материалов с заданными свойствами. Развитие таких технологий требует высокоэффективных источников энергии, к которым, без сомнения, следует отнести электродуговые плазмотроны. В большинстве случаев запросам производства удовлетворяют плазмотроны фирмы Хюльс и плазмотроны с межэлектродными вставками, в которых повышение мощности достигается за счет увеличения напряжения на дуге, что, однако, приводит к снижению КПД плазмотрона, необходимости улучшения электроизоляции деталей и, в конечном счете, к усложнению эксплуатации таких плазмотронов с точки зрения техники безопасности [1]. Поэтому перспективным остается направление наращивания единичной мощности плазмотрона за счет повышения тока дуги при относительно невысоких уровнях напряжения на разряде путем создания полых, многополостных, газопроницаемых катодов и

расщепления катодного участка дуги. Увеличение тока дуги неминуемо приводит к росту эрозии электродов, снижению ресурса работы плазмотронов, и, как результат, сдерживает их применение в промышленности. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является создание условий привязки основной дуги плазмотрона к слаботочной плазменной струе, истекающей из катодного узла, работающего по принципу «плазменного катода» [2]. Поэтому цель работы состояла в повышении работоспособности и эффективности сильноточного катода для мощных плазмотронов за счет привязки основной дуги к плазменной струе, истекающей из сильноточного катода. В данной статье отражены некоторые результаты исследований по созданию такого сильноточного катода для мощных плазмотронов [3 - 6].

На рисунке 1 представлена схема электродугового плазмотрона постоянного тока с сильноточным катодом.

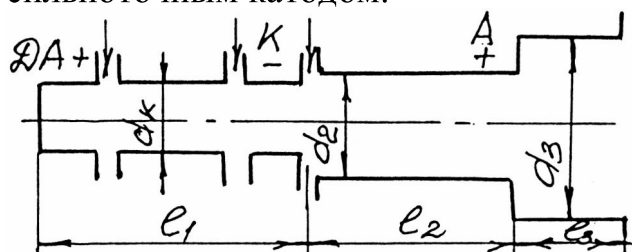


Рисунок 1 - Схема электродугового плазмотрона с сильноточным катодом

Сильноточный катод представляет собой отдельный плазмотрон обратной полярности, включающий последовательно установленные водоохлаждаемые дополнительный анод, ряд типовых нейтральных секций и медный трубчатый катод. Подача газа в разрядный канал сильноточного катода осуществляется двумя потоками в зоне дополнительного анода и катода. Расход газа через сильноточный катод составляет примерно 0,1% от основного расхода плазмообразующего газа.

Принцип работы сильноточного катода следующий: происходит привязка основной дуги плазмотрона (сила тока более 250 А) к слаботочной плазменной струе (сила тока до 250 А), истекающей из катода. При этом возникают условия, способствующие появлению диффузной зоны контакта основной дуги с сильноточным катодом. Диффузный характер дуги позволяет существенно улучшить эрозионные характеристики и ресурсные возможности плазмотрона. Так, эрозия полого медного катода при токах 500- 600 А находится на уровне  $10^{-11}$  кг/Кл, что свидетельствует о возможности его длительной работы в мощных плазмотронах с агрессивными рабочими газами при токе основной дуги несколько килоампер. Характеристики плазмотронов с сильноточным катодом мощностью от 300 до 560 кВт, полученные в соответствии с инженерной методикой расчета мощных плазмотронов, базирующейся на результатах обобщения опытных данных с применением теории подобия и размерности, приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Технические, расчетные и экспериментальные характеристики разработанных плазмотронов

Тип	Мощность, кВт	Напряжение дуги, В	Ток дуги, А	Расход газа в сильноточном катоде, $\times 10^{-3}$ кг/с	Расход рабочего газа, $\times 10^{-3}$ кг/с	Расход воды на охлаждение, кг/с	Тепловой КП	Температура струи, К	$l_1$ , м	$d_k$ , м	$l_2$ , м	$d_2$ , м	$l_3$ , м	$d_3$ , м	Эрозия катода, кг/Кл
ПЛ-3А	300	500	600	0,025	40,0	1,5	0,75	3500	0,07	0,007	0,21	0,18	0,09	0,030	$4 \cdot 10^{-11}$
ПЛ-4А	350	500	700	0,025	60,0	1,3	0,75	5000	0,07	0,007	0,23	0,016	0,09	0,030	$6 \cdot 10^{-11}$
П-11А	560	700	800	0,025	60,0	2,0	0,70	3500	0,07	0,007	0,39	0,025	0,12	0,040	$6 \cdot 10^{-11}$

287

Таблица 2 – Эрозионные характеристики плазмотронов

Тип	t, ч	I, А	U, В	G, кг/с	$d_2$ , м	$l_2$ , м	$l_3$ , м	$\psi_k$ , кг/Кл	$\psi_a$ , кг/Кл
ПЛ-3А	4,5	500	650	$33 \cdot 10^{-3}$	0,018	0,21	0,090	$4 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-10}$
ПЛ-4А	3,5	650	600	$60 \cdot 10^{-3}$	0,020	0,23	0,090	$6 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-10}$
П-11А	3,5	470	630	$50 \cdot 10^{-3}$	0,025	0,39	0,13	$6 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-10}$

Таким образом, полученные данные указывают на перспективность использования сильноточного катода в мощных плазмотронах для различных производств. В дальнейшем необходимо усовершенствовать инженерную методику расчета плазмотронов с таким катодом.

### **Библиографический список**

1. Даутов Г.Ю, Дзюба В.Л., Карп И.Н. Плазмотроны со стабилизированными электрическими дугами. — К.: Наук. думка, 1984.— 166 с.

2. Дандарон Г.-Н.Б., Тимошевский А.Н. Проблемы создания сильноточных катодов для электроплазменных устройств // Генерация потоков электродуговой плазмы: Сб. науч. трудов. – Новосибирск: Ин-т теплофизики СО АН СССР. – 1987. – С.250-270.

3. Бирюкова Т.В. Разработка сильноточного катода для мощных плазмотронов и исследование его характеристики: Дис ...канд. техн. наук: 05.09.10. – Алчевск, 2001 -159 с.

4. Дзюба В.Л., Акаила М.Т.М., Бирюкова Т.В. Результаты обобщения характеристик плазмотрона с плазменным катодом // Придніпровський науковий вісник. Технічні науки. - 1998. - N 43 (110). - С. 72 - 75.

5. Дзюба В.Л., Акаила М.Т.М., Бирюкова Т.В. Исследование электрических характеристик плазменного катода // Сборник научных трудов. – Алчевск: ДГМИ, 1999.- Вып. 10. - С. 88 - 91.

6. Дзюба В.Л., Бирюкова Т.В. Теоретические исследования в канале сильноточного катода // Сборник научных трудов. - Алчевск: ДГМИ, 1999.- Вып. 11. - С. 89 - 90.

*Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Зеленовым А.Б.*