

малой толщиной корки и может вызвать её разрыв внутри и под кристаллизатором (создание аварийной ситуации).

В связи с вышеизложенным, актуальной задачей является исследование конструкций и гидродинамических процессов, протекающих в качающем гидроприводе и погрешности закона [2] качания при работе. Результаты исследований позволят выбрать наиболее оптимальную конструкцию и обеспечить сопровождение опытно–конструкторских работ при разработке электрогидравлического привода и системы управления, отвечающей необходимым требованиям, предъявляемые к аналогичным приводам зарубежного производства входящим в состав МНЛЗ.

### Литература

1. Дюдкин Д.А. Качество непрерывнолитой стальной заготовки. К.: Техника, – 1988. – 253 с.

2. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро–и пневмосистем. М.: Машиностроение, 1976. – 424 с.

УДК 678.027.3

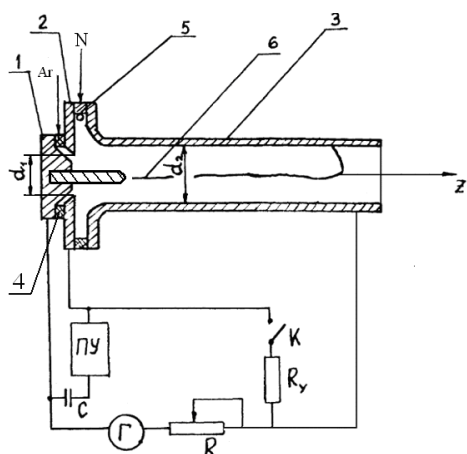
## ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ

А.И. Веремейчик<sup>1</sup>, М.И. Сазонов<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
В.М. Хвисевич<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., С. Якушевич<sup>2</sup>, канд. техн. наук

<sup>1</sup>Брестский государственный технический университет  
(г. Брест, Республика Беларусь)

<sup>2</sup>Высшая Государственная профессиональная школа  
(г. Сувалки, Польша)

Плазменные потоки используются в различных практических приложениях: при сварке, резке и упрочнении металлов, нанесении износостойких тонких пленок на детали машин, в металлургии, химической промышленности и многих других процессах. Одним из промышленных способов получения плазмы является применение плазмотронов постоянного тока, в которых горит электрическая дуга в потоке рабочего газа. Для получения азотной плазмы разработан плазмотрон с высоким ресурсом работы. Данный плазмотрон применяется для плазменного азотирования изнашиваемых участков деталей. Мощность плазмотрона составляет 30 кВт, ток дуги 30–100 А, расход азота составляет 3–4 г/с, тепловой к.п.д. равен 0,7. Ресурс анода разработанного плазмотрона составляет 400 часов, катода – 200 часов. Схема разработанного плазмотрона и электропитания приведена на рисунке 1.



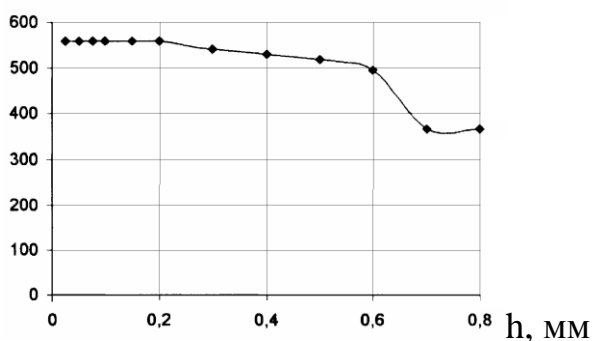
- 1 – катод
- 2 – поджигающий электрод
- 3 – анод
- 4 и 5 – изоляторы
- 6 – дуга

**Рисунок 1 – Схема плазмотрона и электропитания**

Основными деталями разработанного плазмотрона являются вольфрамовый стержневой катод 1, поджигающий электрод 2 и цилиндрический медный анод 3. Катод, поджигающий электрод и анод интенсивно охлаждаются химически очищенной водой. Азот в плазмотрон подается с закруткой для стабилизации дуги на оси цилиндрической разрядной камеры. Электропитание плазмотрона может осуществляться от стандартного источника питания Г с номинальным током 200 А и напряжением 600 В. Так как его внешняя электрическая характеристика является жесткой, а вольт–амперная характеристика дуги – падающая, в силовую цепь последовательно с дугой с целью обеспечения устойчивого ее горения включено ступенчато изменяющееся балластное сопротивление R.

Поджиг плазмотрона осуществляется при помощи высоковольтного высокочастотного генератора ПУ с подачей напряжения на поджигающий электрод 2. Между поджигающим электродом и анодом через контактор К включено сопротивление  $R_y=10-20$  Ом. Такая схема включения осциллятора в электрическую цепь питания плазмотрона позволяет исключить попадание ВЧ – напряжения в силовую цепь питания и обеспечивает тем самым надежную защиту силового выпрямителя от перенапряжения. Соленоид 7 включен в цепь электропитания последовательно с дугой.

$HV_{0,1}$



**Рисунок 2 – Распределение микротвердости упрочненного слоя по глубине при токе дуги  $I=16A$  и скорости движения плазмотрона  $V=11mm/c$**

Проведены исследования ресурса работы катода, оптимизированы его параметры и установлено, что эрозия катода не превышает  $4 \cdot 10^9$  г/К. Исследованы микротвердость поверхностного слоя в зависимости от расхода азота, тока ду-

ги, скорости перемещения плазмотрона. На рисунке 2 приведена типичная зависимость распределения микротвердости упрочненного слоя по глубине.

Достигнуто увеличение микротвердости в 2–3 раза по сравнению с исходной микротвердостью, причем толщина упрочненного слоя может изменяться в зависимости от скорости упрочнения от 0,4 до 0,7 мм. Варьируя технологическими параметрами процесса, можно получить различную шероховатость поверхности с соответствующими характеристиками поверхностного слоя.

УДК 621.529

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И ИНСТРУМЕНТА ППД С УЛУЧШЕНИЕМ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ**

В.А. Горохов, д-р техн. наук, проф.  
Белорусский национальный технических университет  
(г. Минск, Республика Беларусь)

Регуляризация микрогеометрии технических поверхностей по ГОСТ 24773–81 технологически обеспечивает не только требуемые несущую площадь и маслостойкость поверхностных слоев изделий, но в соответствии с результатами исследований автора может восстанавливать исходные размеры изношенных прецизионных деталей, например, пальцев компрессоров, плунжеров автоматов глубины проходных калибров (пробок) из закаленных сталей с твердостью 62 – 65 HRC.

Разработанным технологическим регламентом восстановления указанных выше изделий и других прецизионных деталей и инструментов с цилиндрической рабочей поверхностью предусмотрены 4 этапа.

На первом этапе изношенные изделия шлифуются для восстановления цилиндричности поверхностей до размера нижнего уровня износа с обеспечением отклонений формы по чертежу деталей и инструмента.

На втором этапе прошлифованные поверхности подвергаются алмазному выглаживанию сферическим наконечником из натурального алмаза с радиусом сферы  $r_c = 2,5 - 3$  мм. При этом сила поджима  $P$  выглаживателя к обрабатываемой поверхности рассчитывается по приведенным в регламенте зависимостям и принимает значение  $P = 160 - 250$  Н, продольная подача принимается  $S = 0,05$  мм/об; частота вращения шпинделя токарно-винторезного станка 1Е61МТ обеспечивается  $n = 450 - 600$  мин<sup>-1</sup>, высота неровностей  $R$  полученного полностью регулярного микрорельефа (ПРМР) достигается  $R = 0,1 - 0,05$  мкм. Необходимо иметь в виду, что исходная шлифованная поверхность при вибровыглаживании несколько уменьшит свой размер на величину  $z = k (Rz_{исх.} - R)$ , здесь  $k$  – коэффициент, зависящий от свойств материала (для сталей  $k = 1,2 - 1,25$ );  $Rz_{исх.}$  – средняя высота неровностей исходной поверхности, мкм;  $R$  – высота элемента ПРМР, мкм. Для исключения завалов кромок деталей алмазное