

УДК 621.793:620.172

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ
ИСПАРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОГО
УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ**

IMPROVEMENT OF DESIGNS OF TECHNOLOGICAL ELECTRIC
ARC EVAPORATORS FOR VACUUM-PLASMA
STRENGTHENING AND RESTORATION OF CAR PARTS

В. А. Лойко, канд. техн. наук, доц.,
В. С. Ивашко, д-р техн. наук, проф.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь
V. Loyko, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
V. Ivashko, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

В статье рассмотрены несколько наиболее эффективных конструкций, предназначенных для решения поставленных задач расширения технологических возможностей, повышения производительности и качества покрытий при упрочнении и восстановлении деталей автомобилей.

The article discusses several of the most effective designs designed to solve the set tasks of expanding technological capabilities, increasing the productivity and quality of coatings during the strengthening and restoration of car parts.

Ключевые слова: конструкция, технологическое плазменно-вакуумное устройство, электродуговой испаритель, упрочнение и восстановление, детали автомобилей

Keywords: design, electric arc evaporator, technological plasma-vacuum device, hardening and restoration, car parts

ВВЕДЕНИЕ

Основным технологическим устройством для генерации в вакууме потоков частиц, образующих на поверхности покрытие, является стационарный электродуговой эрозионный испаритель с расходуемым интегрально холодным катодом. Потоки плазмы основного металла покрытия истекают из катодных пятен – микроскопических областей с размерами 0,1–0,5 мм, разогретых до температуры ~ 5000 °К, хаотически перемещающихся на твердой и интегрально холодной поверхности расходуемого электрода и при попадании на поверхность детали образуют покрытие [2].

Для обеспечения высоких триботехнических характеристик деталей автотракторной техники необходимо создание и вакуумно-плазменных технологических устройств (электродуговых испарителей), которые обеспечат высокую производительность и равномерность слоя покрытия на поверхности деталей, минимальное содержание капельной фазы в плазменном потоке, следовательно, минимальное содержание включений металла в покрытии.

Не представляется возможным совместить в одной универсальной конструкции технологического плазменно-вакуумного устройства – электродугового испарителя все варианты и противоречивые требования к характеристикам и конструкции.

Поэтому считаем целесообразным создание конструкций специализированных устройств разного назначения с оптимальным набором характеристик.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАЗМЕННО-ВАКУУМНЫХ УСТРОЙСТВ

На рисунке 1 представлен электродуговой испаритель металлов в вакууме для нанесения многокомпонентных (до 5–10 металлических компонентов), многослойных (не менее 5–10 слоев) и композиционных покрытий.

Конструкция позволяет снизить до минимума потери присадочного материала и приблизить коэффициент использования к 100 % против 10–30 % вакуумно-дуговых испарителей, выполненных по традиционной схеме, одновременно производительность процесса увеличивается за счет загрузки больших партий деталей.

В режиме нанесения смешанного многокомпонентного покрытия, содержащего материалы, например, А, Г, В, Г, Д и Е устройство работает при непрерывном сканировании катодного пятна вдоль составного катода с одновременным вращением вокруг оси.

Осевое сканирование осуществляется поочередной подачей тока источником 11 в обмотки соленоидов 3 и 4 с заданной частотой по сигналам с блока 10, причем крайнее положение катодного пятна и команду на переключение источника 11 с обмоток одного соленоида на обмотки другого 3 и 4 определяет блок управления 10 положением катодного пятна по величинам токов, протекающих через датчики 5 и 6. В момент перехода катодного пятна с одного участка составного катода на другой, по сигналу с блока 10 управления положением катодного пятна, источник питания дуги 12 выдерживает заранее заданную величину тока горения дуги.

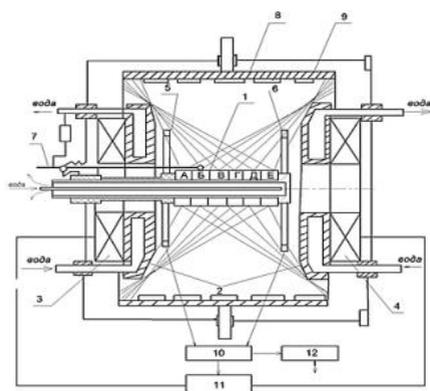


Рисунок 3 – Конструкция электродугового испарителя для нанесения многокомпонентных (многослойных, композиционных) покрытий

1 – расходимый катод цилиндрической формы из дисков электропроводящих материалов А, Б, В, Г, Д, Е и т. д., входящих в состав покрытия; 2 – анод в виде двух колец, расположенных по концам катода; 3, 4 – соленоиды для управления перемещением катодного пятна вдоль оси катода; 5, 6 – датчики положения катодного пятна; 8 – подложкодержатель в виде цилиндрической поверхности полого цилиндра; 9 – упрочняемые (восстанавливаемые) детали; 10 – блок управления для сравнения сигналов, поступающих с датчиков 5 и 6; 7 – электрод поджига дуги;

11 – источник питания соленоидов питания обмоток соленоидов 3 и 4;

12 – регулируемый источник питания дуги

В режиме послойного нанесения компонентов покрытия катодное пятно возбуждается прикосновением поджигающего электрода к требуемому участку катода (А, Г, В, Г, Д или Е) и жестко стабилизируется на нем магнитными полями соленоидов 3 и 4.

Процесс нанесения многослойного покрытия осуществляется в одной технологической цикле, что является важным преимуществом.

Устройство может быть эффективно использовано для нанесения многокомпонентных, многослойных и композиционных покрытий, в том числе на внутренние цилиндрические поверхности трубчатых деталей.

Конструкция электродугового испарителя для нанесения равномерных по толщине слоя покрытий показана на рисунке 2.

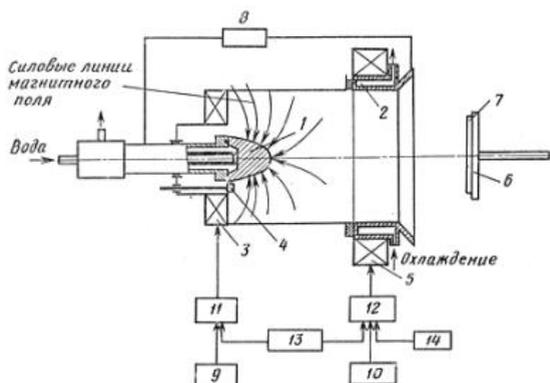


Рисунок 5 – Конструкция электродугового испарителя для нанесения равномерных по толщине слоя покрытий

1 – катод из испаряемого материала; 2 – охлаждаемый водой анод; 3, 5 – соленоиды; 4 – подвижная дуга; 8 – источник питания дуги; 9, 10 – источники питания соленоидов; 11, 12 – регуляторы тока; 13 – функциональный генератор

При работе испарителя регуляторы 9 и 10 изменяют напряжение и соответственно токи, протекающие в соленоидах 3 и 5 в противофазе в соответствии с функцией (синусоидой), подаваемой генератором на их входы. Катодные пятна то удаляются от вершины катода, распределяются по рабочей поверхности катода.

Одновременно снижается количество микро- и макрочастиц в образующем покрытие потоке благодаря равномерному распреде-

лению теплового потока из зоны катодных пятен по всей рабочей поверхности катода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Решение задач выполнения противоречивых требований к поверхностям деталей современных образцов автотракторной техники возможно применением современных материалов и технологий нанесения покрытий при условии разработки и использования новых технологических плазменно-вакуумных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дороднов, А. М. Некоторые применения плазменных ускорителей в технологии // Физика и применение плазменных ускорителей. – Минск : Наука и техника, 1974. – С. 330–365.
2. Лойко, В. А. и др. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве. /В. А. Лойко [и др.]. – Минск : Издание УО «БГАТУ», 2007. – 191 с.

Представлено 15.04.2021