

НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

Патерюхин И.С., Крысь Н.А., Алибеков С.Я.

Поволжский государственный технологический университет, г.Йошкар-Ола

Ключевые слова: покрытия, твердосплавные режущие инструменты, электроискровое легирование.

Аннотация. Метод электроискрового легирования является простым и недорогим способом, при помощи которого возможно произвести упрочнение поверхностного слоя твердосплавных режущих инструментов, а также и быстрорежущих инструментов. В статье рассмотрена схема процесса электроискрового легирования, структура получаемого поверхностного слоя, механизмы упрочнения и достоинства данного метода.

COATING OF CARBIDE CUTTING TOOLS BY ELECTROSPARK ALLOYING

Pateryukhin I.S., Krys N.A., Alibekov S.Ya.

Volga State Technological University, Yoshkar-Ola

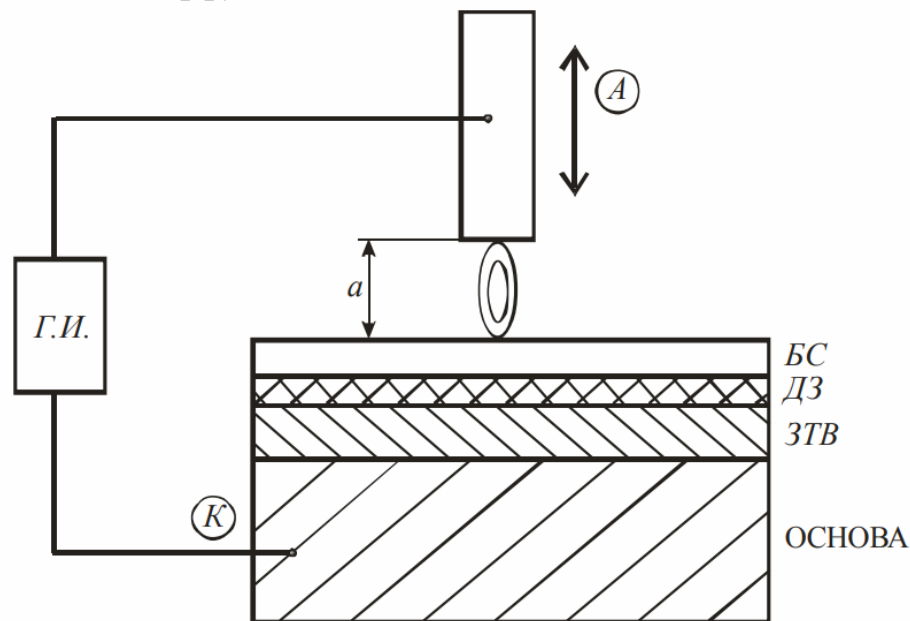
Keywords: coatings, carbide cutting tools, electric spark alloying.

Abstract. The method of electric spark alloying is a simple and inexpensive method by which it is possible to strengthen the surface layer of carbide cutting tools, as well as high-speed tools. The article discusses the scheme of the process of electric spark doping, the structure of the resulting surface layer, the mechanisms of hardening and the advantages of this method.

Метод электроискрового легирования (ЭИЛ) известен более 60 лет. Данный метод, разработанный Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко, основан на явлении электрической эрозии материалов при искровом разряде в газовой среде (преимущественно на воздухе), полярного переноса продуктов эрозии на катод (деталь), на поверхности которого формируется слой измененной структуры и состава. Величина этих изменений определяется составом, структурой, свойствами материалов электродов и технологическими параметрами процесса ЭИЛ.

Формирование упрочненного слоя происходит в результате сложных плазмохимических, теплофизических и механотермических процессов, реализуемых на микролокальных участках воздействия единичного импульса искрового разряда, и в общем случае протекает по следующей схеме (рис. 1). При сближении легирующего электрода с упрочняемой поверхностью на определенном расстоянии происходит искровой разряд длительностью 10^{-6} – 10^{-3} с. В результате на поверхностях анода и катода образуются локальные очаги плавления и испарения, вызывающие их электрическую эрозию и взаимный массоперенос. Благодаря полярному эффекту, связанному с преимущественным переносом эродируемого материала анода на катод, на поверхности последнего формируется тонкое покрытие с определенными физико-химическими и механическими свойствами. Параллельно действующее импульсное тепловое

воздействие вызывает гамму механотермических процессов, приводящих поверхностные слои электродов в сложнапряженное состояние вплоть до их пластической деформации и хрупкого разрушения. Поскольку электроды при искровом разряде находятся между собой в кинематической связи, вслед за осажденными частицами упрочняемая поверхность подвергается ударно-вибрационному воздействию. В течение каждого акта контактного взаимодействия между электродами образуются и тут же разрушаются микролокальные мостики сварки, вызывающие дополнительную к механическому воздействию пластическую деформацию упрочняемых поверхностных слоев. Энергетическое воздействие высокой концентрации стимулирует протекание сопутствующих электроискровому легированию микрометаллургических процессов, в частности термохимических, газодинамических и диффузионных.



А – легирующий электрод (анод); К – поверхность (катод); a – межэлектродный промежуток; Г.И. – генератор импульсов; БС – белый слой; ЗТВ – зона термического влияния

Рис. 1. Общая схема процесса электроискрового легирования

Упрочненная поверхность, сформированная электроискровым легированием, представляет новую композиционную структуру, которую в общем случае можно представить следующим видом. Самый верхний слой представляет пленку из материала анода, модифицированного элементами материала катода и межэлектродной среды, лежащего на поверхности в виде отдельных «островков», сплошность которых зависит от режимов упрочнения, материала анода и времени обработки. Под ним располагается зона, состоящая из смеси материалов анода и катода, образованная в результате конденсации ионно-плазменной и капельной фазы на упрочняемой поверхности («белый» слой). Далее следует слой, сформированный за счет диффузии химических элементов материала анода в упрочненном материале катода (диффузионная зона). И, наконец, под ним располагается самый нижний и наибольший по толщине слой, образованный в результате импульсного теплового воздействия (зона

термического влияния). Он представляет структуру, трансформированную из материала упрочняемой детали, отличаясь от нее кристаллографическим строением и зернистостью. С перемещением вглубь данная структура переходит в структуру основного материала. В зависимости от режимов электроискрового легирования значимость первых трех слоев может быть существенной или незначительной, а роль структуры, сформированной под действием импульсного теплового воздействия, является всегда основополагающей, определяющей эффективность упрочнения.

Упрочнение происходит за счет следующих процессов.

1. За счет осаждения на поверхности катода материала противоположного электрода (анода). Наибольший эффект – при использовании материала легирующего электрода с высокой твердостью.

2. За счет диффузии материала анода в катод и образования растворов, смесей, химических соединений. Происходит насыщение поверхности оксидами, нитридами, а также образование на поверхности метастабильных фаз с очень мелким зерном.

3. За счет образования зоны взаимной кристаллизации Me1 и Me2 и образования неравновесных структур, фаз, а также мелкозернистой структуры.

При формировании фазового состава и структуры материалов и покрытий при ЭИЛ протекают такие физико-химические процессы, как диффузия, фазовые превращения, теплоперенос, гетерогенные химические реакции, упругая и пластическая деформация и др. [1].

Электроискровой способ нанесения покрытий по сравнению с другими способами (гальваническим и металлизацией) характеризуется следующими преимуществами.

а) Обрабатываемая поверхность перед нанесением покрытия может иметь чистоту не ниже 5-6 класса и не требует какой-либо иной предварительной подготовки. Другие способы в этом отношении очень требовательны.

б) Наносимый материал весьма прочно соединяется с металлом-основанием.

в) Возможно наносить не только чистые металлы и сплавы, дающие с металлом-основанием твердые растворы, но и специальные сплавы, в том числе металлокерамические.

г) При нанесении покрытия на обрабатываемой поверхности можно осуществлять ряд микрометаллургических процессов, например вводить в поверхностные слои металла различные химические элементы, иногда в больших количествах, чем при иных способах нанесения покрытий.

д) Возможно наносить покрытия только в строго указанных местах (не защищая остальной окружающей поверхности), в том числе на острия.

е) Аппаратура для электроискрового нанесения металлических покрытий малогабаритна, транспортабельна, проста и не требует высококвалифицированных рабочих.

Электроискровой способ изменения свойств металлической поверхности применяется в промышленности в следующих случаях:

- 1) для увеличения твердости металлической поверхности путем нанесения на нее твердых сплавов или введения в нее легирующих элементов;
- 2) для увеличения износостойкости металлических поверхностей как упрочнением металлической поверхности, так и созданием новых трущихся пар;
- 3) для увеличения коррозионной стойкости металлических поверхностей легированием их соответствующими химическими элементами;
- 4) для улучшения коммутационных свойств электротехнической аппаратуры;
- 5) для восстановления размеров изношенных деталей машин и аппаратов;
- 6) для некоторых специфических приемов [2].

С момента открытия метода электроискрового легирования в большей степени исследованы процессы нанесения покрытий на конструкционные и быстрорежущие стали, в том числе и с использованием электродов на основе сплавов карбидов вольфрама и титана. В то же время формирование покрытий на твердых сплавах изучено незначительно.

Весьма перспективными электродными материалами для создания методом ЭИЛ упрочняющих покрытий на твердых сплавах являются карбиды переходных металлов IV-VI групп и сплавы на их основе, однако в литературе отсутствуют данные по исследованию таких покрытий. Поэтому, исследование закономерностей формирования поверхностного слоя при воздействии электрических разрядов в воздушной среде на поверхность WC-Co и WC-TiC-Co сплавов с использованием электродных материалов из карбидов переходных металлов и сплавов на их основе является актуальной задачей [3].

Список литературы

1. Кортаев Д. Технологические возможности формирования износостойких наноструктур электроискровым легированием: монография. – Омск: СиБАДИ, 2009. – 255 с.
2. Лазаренко Б.Р. Лазаренко Н.И. Электроискровая обработка токопроводящих материалов. – М.: Акад. наук СССР, 1958.
3. Астапов И.А. Формирование поверхностного слоя при электроискровом легировании вольфрамсодержащих твердых сплавов: автореф. дисс. – Хабаровск, 2009.

Сведения об авторах:

Патерюхин Иван Сергеевич – аспирант, ПГТУ, Йошкар-Ола;

Крысь Николай Александрович – доцент PhD, директор Инжинирингового центра автоматизированного машиностроения, ПГТУ, Йошкар-Ола;

Алибеков Сергей Якубович – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой МиМ, ПГТУ, Йошкар-Ола.