

ПРОГРЕССИВНЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Е.С. АХРАЛОВИЧ, М.А. БЕЛАЯ, В.М. ШЕМЕНКОВ, А.Ф. КОРОТКЕВИЧ

Проанализирована роль твердосплавного инструмента в промышленности. Обосновано использование методов электрофизической обработки. Показан перспективный метод ионно-плазменной обработки потоком низкоэнергетических ионов. Приведены преимущества данного метода упрочнения перед другими методами ионно-плазменной обработки.

Ключевые слова: модификация, НЭВ (низкоэнергетическое воздействие).

В числе прогрессивных технологических направлений, обуславливающих и обеспечивающих научно-технический прогресс металлообработки, одно из первых мест занимают методы электрофизической обработки материалов, с каждым годом все более широко используемые в промышленности и дающие большой экономический эффект. К методам электрофизической обработки относят различные по схемному и аппаратному оформлению и назначению методы обработки, основанные на использовании электрической энергии или специфических физических явлений, создаваемых этой энергией, для удаления материала, нанесения защитных покрытий или модификации поверхностного слоя [1].

В инструментальном производстве электрофизические методы обработки применяются области упрочнения режущего инструмента с целью повышения его эксплуатационных характеристик. Быстрое разрушение изделий, работающих при высоких скоростях, нагрузках и температурах, к каковым относится режущий инструмент, требует разработки и внедрения в производство новых методов упрочнения [2].

Постановлением Совета министров Республики Беларусь в Перечень государственных научно-технических программ включена программа «Разработка методов и средств защиты поверхностей изделий и конструкций обеспечивающих снижение потерь от коррозии и износа», а также программа «Алмазы», предусматривающая значительно расширение объемов производства и восстановления деталей с упрочняющими покрытиями. Как и ранее одним из перспективных направлений решения названных выше проблем является широкое применение ионно-плазменных методов обработки [3].

Традиционные способы повышения стойкости как поверхностная термообработка, различные диффузионные и другие химико-термические способы обработки, нанесение электролитических покрытий, наплавка и др. в ряде случаев не обеспечивают необходимой износостойкости или неприемлемы по другим причинам. Поэтому все большее распространение получают такие способы, как нанесение износостойких покрытий и поверхностное упрочнение изделий из металлов и сплавов методами ионно-плазменной обработки. Эти способы обработки позволяют получать покрытия и упрочненные слои, которые служат диффузионными барьерами, уменьшают трение, износ инструмента, усилия резания и деформирования. Благодаря малой теплопроводности эти покрытия и слои защищают подложку от перегрева, снижают

склонность к сварке с обрабатываемым материалом и налипанию его на инструмент. Наиболее широкое применение указанные способы получили для повышения износостойкости неперетачиваемых режущих пластин из твердых сплавов. Твердые сплавы, как инструментальные материалы широко и эффективно применяются в металлообработке. Достаточно отметить, что твердосплавным инструментом снимается около 70% всей стружки. Однако качественные изменения в металлообработке (появление новых труднообрабатываемых материалов, применение станков с ЧПУ, многоцелевых станков, ГПС и т.д.) повышает требования к работоспособности и надежности твердосплавного инструмента. Поэтому необходимо не только создавать новые твердые сплавы с заданными свойствами, но и улучшать качество наиболее распространенных твердых сплавов [4].

Впервые твердосплавные пластины с покрытием из карбидов титана (TiC) появились на мировом рынке в 1969 г. К настоящему времени более 50% всех твердосплавных пластин, выпускаемых западными фирмами, имеют покрытия на основе таких соединений, как карбид титана TiC, нитрид титана TiN, оксид алюминия Al₂O₃ и др. В отечественной промышленности широкое применение нашли установки типа «УВМ», «Пуск», «Булат», позволяющие наносить на инструмент одно- и многослойные покрытия.

Методы ионно-плазменной обработки основаны на конденсации на поверхности изделий компонентов паровой фазы в условиях обработки частицами высоких энергий. Их главное преимущество – обеспечение высокой адгезии наносимого материала к основе за счет применения различных, основанных на физических явлениях приемов подготовки поверхности и активации процессов обрабатывания переходных зон, в том числе нагрева, предварительной очистки поверхностей, бомбардировкой ионами инертных газов или металлов и обработки ионами в процессе конденсации, осаждения высокоэнергетических ионов, а также атомов и молекул с участием плазмохимических процессов.

При ионно-плазменных методах осаждения возможно нанесение в виде однослойных или многослойных покрытий широкого класса материалов, в том числе сложнелегированных сплавов, износостойких соединений типа окислов, карбидов, нитридов, простых и сложных композиций на базе различных металлов. Применение твердых покрытий, полученных ионно-плазменными методами осаждения, позволяет существенно повысить стойкость режущего и деформирующего инструмента. Известные способы повышения стойкости инструментов имеют свои положительные и отрицательные стороны. Положительно то, что: 1) уменьшаются силы резания; 2) трение; 3) температура в зоне резания; 4) стойкость инструментов значительно возрастает. Отрицательно: 1) необходимость в использовании в качестве рабочей среды различных газов (азота, углерода, водорода и т.д.); 2) для получения этих сред необходимо иметь специальное оборудование; 3) необходима тщательная очистка газов от кислорода и кислородосодержащих соединений; 4) необходимо осуществлять контроль за температурой изделий во избежание их перегрева и для их охлаждения необходимо предусматривать специальные приспособления; 5) процессы достаточно трудоемкие и продолжительные.

С целью повышения производительности процесса упрочнения, повышения срока службы изделия за счет увеличения износостойкости и твердости поверхности, улучшения качества процессов при сохранении геометрических и конструктивных параметров изделий лабораторией упрочнения кафедры «МРСиИ» Белорусско-Российского университета создан техпроцесс упрочнения изделий из металлов и сплавов потоком низкоэнергетических ионов, сущность которого заключается в том, что этот процесс заключается без специального приготовления и вводимой в камеру рабочей среды (азота или азотосодержащих газов), изделия упрочняются при более низких температурах, не вызывающих термических превращений, за более короткое

время. Изменение свойств поверхностных слоев происходит вследствие торможения в нем бомбардирующих ионов, за счет чего повышается стойкость и износостойкость материалов. Применение созданного процесса упрочнения при НЭВ по сравнению с существующими способами обеспечивает следующие преимущества: возможность получения более высокой стойкости и износостойкости, что важно для современной технологии металлообработки; сокращение общей продолжительности процесса упрочнения в результате отсутствия ряда операций – подогрева, нагрева и охлаждения изделий, предварительной термообработки, что повышает производительность процесса; большую экономичность, обусловленную отсутствием дополнительной, специально подготавливаемой рабочей среды и устройства для её приготовления; сохранность конструктивных и геометрических размеров обрабатываемых изделий; процесс не токсичен и соответствует требованиям по защите окружающей среды.

Данный способ упрочнения защищен авторским свидетельством №1309593. Согласно ему между электродами, один из которых является анодом, а другой катодом, зажигают тлеющий разряд при давлении остаточных газов 10-3..10-1 мм. рт. ст. и межэлектродном расстоянии 300..400 мм. Напряжение горения тлеющего разряда при этом составляет 2..5 кВ, а его плотность тока – 0,05..0,4 мА/см². Указанный способ также характеризуется тем, что осуществляется в устройстве схема которого изображена на рисунке 1. Регулирование рабочего-давления в камере осуществляется заслонкой.

Система измерения давления остаточной атмосферы включает термодарный преобразователь давления ПМТ-2 или ПМТ-4М, и вакуумметр, ВТ-3 или ВТ2-2А-П, соответственно. Блок измерения электрических параметров разряда состоит из киловольтметра и миллиамперметра, посредством которых соответственно, измеряют напряжение горения тлеющего разряда и его силу тока.

Цикл процесса обработки инструмента включает его очистку, промывку в бензине, ацетоне и этиловом спирте. Далее, инструмент загружают на рабочий стол – катод в камеру. Из последней откачивают воздух до давления 10-1 мм рт. ст., а затем до давления порядка 10-3 мм рт.ст. После этого, затвор парамаслянного диффузионного насоса закрывают и включают цепь питания источника высокого напряжения, благодаря чему между электродами создается разность потенциалов, величину которой устанавливают в пределах 3..4 кВ. В результате этого возникает пробой разрядного промежутка, так называемый таунсендовский пробой газа [5], с возникновением самостоятельного разряда. Далее, управляя источником высокого напряжения и заслонкой, устанавливают величины давления остаточных газов, напряжения горения разряда и плотности тока в вышеуказанных пределах. Область этих режимов характеризуется тем, что при постоянной силе тока, с увеличением межэлектродного расстояния или давления остаточных газов, напряжение горения разряда уменьшается; разряд занимает всю поверхность катода; с увеличением силы тока напряжение горения разряда и плотность тока увеличиваются. Указанные свойства разряда характерны для аномального тлеющего разряда. По истечении времени обработки изделий в плазме аномального тлеющего разряда, при поддержании на заданном уровне параметров этого процесса, высокое напряжение выключают. Производят напуск воздуха в камеру, а затем, из последней, извлекают обработанные изделия.

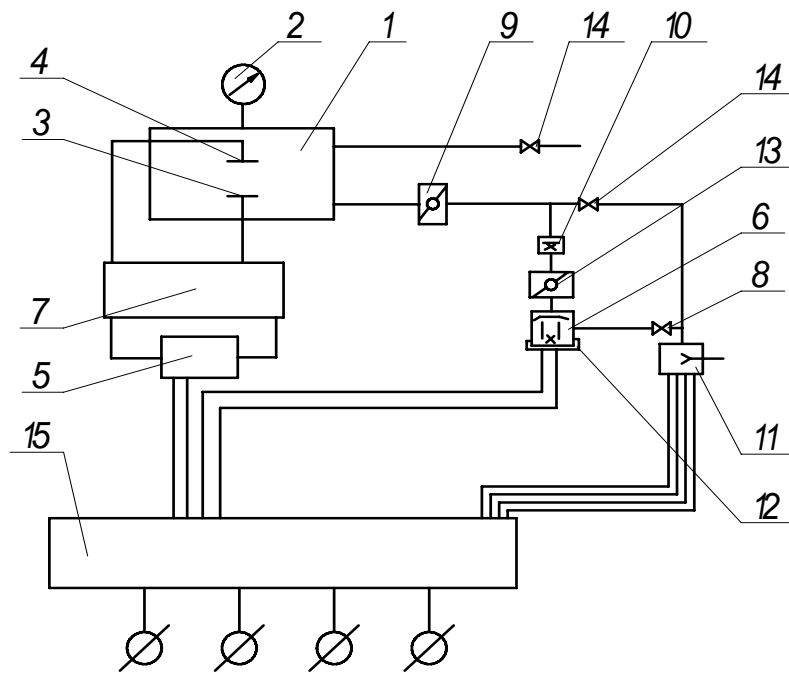


Рис.1. Схема установки для обработки.

1. Камера; 2. Система измерения давления; 3. Стол-катод; 4. Анод;
5. Источник высокого напряжения; 6. Паромасляный диффузионный насос;
7. Блок измерения электрических параметров разряда; 8,14. Клапана; 9. Заслонка;
10. Ловушка; 11. Механический насос; 12. Плитка; 13. Затвор; 15. Блок питания

До настоящего времени основное внимание при изучении процесса повышения стойкости инструментальных материалов путем воздействия на них потока низкоэнергетических ионов уделялось быстрорежущим сталям. По обработке инструмента из быстрорежущей стали было защищено несколько диссертационных работ, отработан технологический процесс упрочнения, позволяющий производить обработку на оптимальных режимах. Значительные успехи в области порошковой металлургии привели к возрастанию доли твердосплавного инструмента. Физико-механические свойства твердосплавного инструмента выше, чем у инструмента изготовленного из быстрорежущей стали, что позволяет производить обработку им на более высоких режимах, что повышает производительность обработки. Несмотря на перечисленные выше преимущества твердосплавного инструмента рекомендации по его упрочнению и практическому применению для повышения эффективности процесса резания отсутствуют. Это обусловлено тем, что до настоящего времени не выявлена физическая картина процесса упрочнения твердосплавного инструмента. Эксперименты, проводимые по упрочнению твердосплавного инструмента показали повышение стойкости обработанных образцов по отношению к необработанным в 1,5-2,5 раза. Упрочнение наблюдалось как при обработке инструмента в исходном состоянии, так и при обработке предварительно упрочненного инструмента методами конденсации покрытий из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхностей инструмента (КИБ), плазменными, газоплазменными и другими методами. Актуальность развития ресурсосберегающих технологий и возрастающий процент твердосплавного инструмента используемого в промышленности делают решение этой проблемы перспективной и экономически целесообразной. Полученная формула определяет повышение микротвёрдости твердосплавных пластин в результате модификации последних потоком частиц в плазме тлеющего разряда.

Литература

1. *Д.Я. Поплов.* Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1982.- 400 с.

2. *Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро, И.П. Филонов.* Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин.– Мн.: Технопринт,2000.– 268 с.
3. *Процессы плазменного нанесения покрытий: теория и практика / А.Ф. Ильющенко, С.П. Кундас, А.П. Достанко и др.: Под общ. Ред. акад. НАН Беларуси А.П. Достанко, П.А. Витязя. – Мн.: Научный центр исследований политики и бизнеса «Артемида – Маркетинг, Менеджмент»,1999.– 544 с.*
4. *Современные направления совершенствования твердых сплавов для режущего инструмента Н.А. Кудря, Э.Ф. Эйхманс* Станки и инструмент №6 1986.
5. *Е.П. Велихов, А.С. Кошалов, А.Т. Рахимов.* Физические явления в газовой плазме.– М.:Наука,1987.– 159 с.

Ахралович Елена Сергеевна

Студентка машиностроительного факультета
Белорусско-Российского факультета
Тел.: +375 (022) 246-11-19

Белая Мария Александровна

Студентка машиностроительного факультета
Белорусско-Российского факультета
Тел.: +375 (022) 226-60-31

Шеменков Владимир Михайлович

Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки и инструменты»
Белорусско-Российский университет
Тел.: + 375 (022) 226-60-31

E-mail: Shemenkov@BRU.Mogilev.by

Короткевич Александр Федорович

Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки и инструменты»
Белорусско-Российский университет
Тел.: + 375 (022) 226-60-31

E-mail: Sania@BRU.Mogilev.by