

Методика и практика покрытия твердосплавных режущих инструментов методом электроискрового легирования

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

Поволжский Государственный Технологический Университет, Йошкар-Ола

Аннотация: Данная публикация посвящена методике нанесения покрытий из различных материалов на твердосплавные режущие инструменты методом электроискрового легирования, также рассмотрен опыт применения данного метода на практике. Изучено формирование поверхностного слоя, его структура, проведены испытания резанием. Установлено, что покрытия из никеля и алюминия более стойкие по сравнению с покрытиями из меди и цинка.

Ключевые слова: покрытие, твердый сплав, режущий инструмент, износ, электроискровое легирование, шероховатость, твердость.

При современных технологиях получения изделий обработкой металлов, одним из эффективных направлений повышения производительности труда является применение новых инструментальных материалов. Так, в свое время, применение быстрорежущих сталей вместо углеродистых произвело революцию, позволившую повысить скорость резания в 2-4 раза. Такое же явление наблюдалось при применении в качестве инструментальных материалов металлокерамических сплавов.

Инструментальные материалы должны обладать высокой твердостью по сравнению с обрабатываемыми материалами. Известно, что материал инструмента должен сохранять свою твердость при высокой температуре нагрева, а режущая кромка инструмента должна обладать достаточной износостойкостью при высоких скоростях резания, подачах и температурах [1].

Наряду с твердостью важным требованием является и высокая прочность, так как при недостаточной прочности происходит выкрашивание режущих кромок инструмента.

Поэтому актуальными являются вопросы увеличения срока эксплуатации и износостойкости инструмента путем упрочнения. Решение

этой задачи способствует значительному увеличению долговечности и обеспечивает экономию дорогих и дефицитных материалов, энергии и ресурсов.

Упрочнение происходит всевозможными методами, каждый из которых подбирают, индивидуально исходя из задач механообработки и получения необходимых свойств режущих инструментов.

Модификация режущих кромок и контактирующих поверхностей происходит путем создания тонких защитных слоев на поверхностях с высокими физико-механическими и триботехническими свойствами.

Широко применяются следующие технологии упрочнения поверхностей: путем нанесения износостойких и антифрикционных покрытий, гальванические методы, физические методы, химико-термические методы и др. Однако, все эти технологии наиболее качественно раскрывают свои возможности в ограниченной сфере применения [2].

Взаимодействие с внешней средой, а также воздействие износа материалы воспринимают в основном тонким поверхностным слоем. Однако поверхность материалов имеет больше дефектов, таких, как трещины, сколы, раковины, задиры и др. [3].

В процессе изнашивания контактирующие поверхности должны успешно сопротивляться пластическим деформациям, срезу, сколу микрообъектов материала пластины, внедрению твердых частиц, а также воздействию агрессивных сред и температур.

Основные изменения воспринимаются тонким поверхностным слоем, а остальное сечение материала воспринимает лишь меньшую долю, вследствие инерционности материалов. Исходя из этого, необходимо разделять физико-механические свойства поверхностных слоев и остального сечения, что достигается электроискровым методом упрочнения поверхностного слоя [4,5].

Известно, что методы поверхностного упрочнения могут повысить твердость в диапазоне от 3000 – до 30000 МПа, а метод электроискрового упрочнения позволяет получать твердость в диапазоне от 6500 – до 30000 МПа.

Для получения износостойких твердых покрытий использовали электроискровое упрочнение на установке «Элитрон 14».

Покрытия наносили на твердосплавные пластины из вольфрамкобальтовых и титано-вольфрамкобальтовых сплавов.

В качестве материалов покрытий применяли алюминий, никель, медь, цинк, в основном для уменьшения адгезионного разрушения режущей кромки металлокерамических пластин.

Режимы электроискрового легирования: сила тока, амплитуда и частота колебаний электрода, а также время обработки были определены с учетом минимального физического воздействия на пластины, при сохранении стабильности переноса материала, в результате чего образуются более твердые, равномерные покрытия с минимальной шероховатостью поверхности [6,7].

Нанесенное поверхностное покрытие анализировали визуальным методом, а также с помощью цифрового микроскопа Микрон-500, при различных увеличениях от 100-300х.

Опытные работы с целью определения износостойкости пластин с покрытием производили на станке с ЧПУ HAAS ST-10, обрабатывали нержавеющей сталь AISI 304, производили наружное точение. В ходе испытаний фиксировали нагрузку на инструмент, мощность и скорость резания, подачу и глубину резания для каждого образца.

На все образцы постарались нанести сплошное, равномерное покрытие с высокой степенью адгезии к основе.

Покрyтия под микроскопом представляют собой шероховатую поверхность в виде кратеров и бугорков (рис. 1).

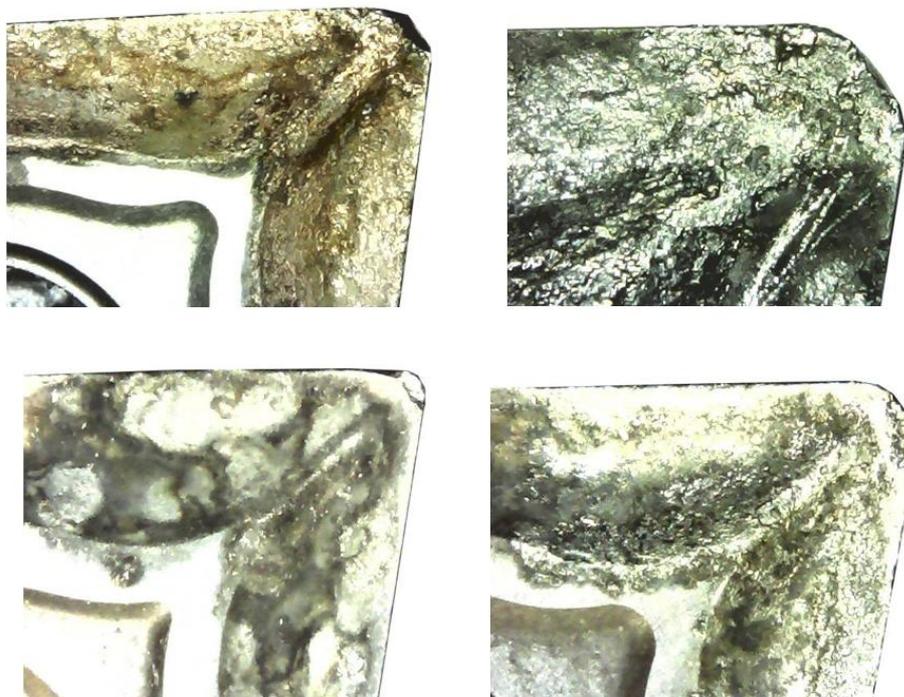


Рис. 1. – Общий вид поверхности пластин с покрытием

Для уменьшения неравномерности целесообразно использовать методы последующей обработки с целью выравнивания поверхности, например, оплавление, шлифовка, обкатка, выглаживание [8, 9].

В процессе резания образцы с электроискровыми покрытиями и без покрытий создавали примерно равные показатели нагрузки на шпиндель (рис. 2).

Нагрузка на образцах с электроискровыми покрытиями выше относительно исходного образца, однако благодаря упрочнению поверхности инструмент способен воспринимать более высокие нагрузки, работать с более высокими режимами резания, что ускоряет процесс механообработки.

Образец пластины с покрытием медью показал наибольшую нагрузку на шпиндель, в сравнении с другими пластинами.

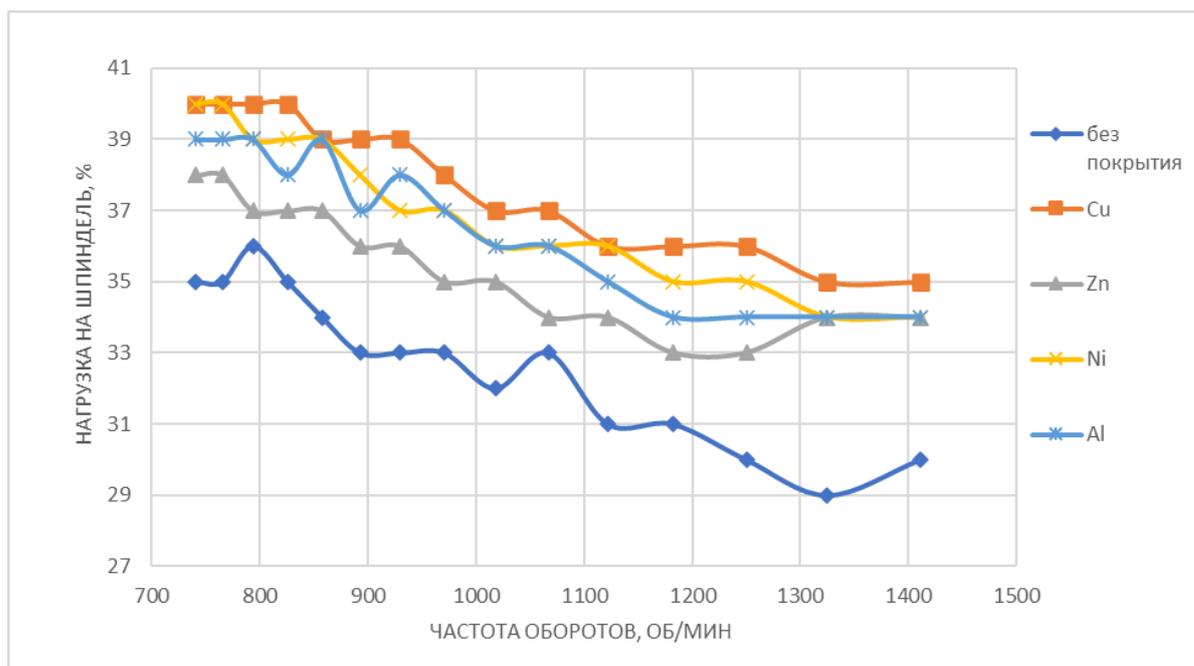


Рис. 2. – График зависимости нагрузки на режущий инструмент от частоты оборотов шпинделя

В процессе нанесения покрытия для данного образца использовались более высокие режимы электроискрового легирования по сравнению с другими образчиками, в результате более сильного электромеханического воздействия на основу и режущие кромки образец вышел менее прочным, а также из-за повышенного механического воздействия произошло притупление режущих кромок, что оказывает высокое воздействие непосредственно на процесс резания.

В зависимости от обрабатываемого материала, притупление режущих кромок может быть как положительным аспектом, так и отрицательным, к примеру, при обработке заготовок из стали, режущие кромки целесообразно притупить, а при обработке нержавеющей стали режущие кромки должны быть более острыми, как и вся геометрия инструмента.

Поверхности пластин после испытаний анализировались под микроскопом. На образцах с покрытиями медью и цинком в зоне непосредственного трения стружки об пластину сохранился лишь

диффузионный слой. Данные покрытия имеют меньшую прочность по сравнению с обрабатываемым материалом. Такого рода покрытия являются твердыми смазками, они предохраняют поверхность инструментов от адгезионного воздействия, прилипания обрабатываемого материала, наростообразования, химического взаимодействия с материалом основы, что способствует снижению сил резания, уменьшению адгезионного и химического износа (рис. 3).



Рис. 3. – Общий вид пластин с покрытиями медью и цинком после механообработки

Сравнительно большую износостойкость показали покрытия из никеля и алюминия. Так как никелевые покрытия имеют высокую химическую и коррозионную стойкость, также и химические соединения алюминия, обладают высокими показателями твердости, теплостойкости и износостойкости (рис. 4).



Рис. 4. – Общий вид пластин с покрытиями из никеля и алюминия после испытаний

Для обеспечения несущей способности РИ и стойкости к ударным нагрузкам применяют покрытия с определённой слоистой градиентной или матричной структурой, путём чередования твёрдой и мягкой составляющих [10], что говорит о необходимости сочетания покрытий из различных материалов для обеспечения функциональной структуры поверхностных слоев.

Выводы

Метод электроискрового легирования технологически прост, при этом нанесенные покрытия имеют высокую адгезию к основе, а также есть возможность создания сплошных поверхностей без пропусков.

При подборе режимов электроискровой обработки необходимо учитывать интенсивность теплового и механического воздействия на основу и особенно на режущие кромки.

На основании проведенных испытаний установлено, что наиболее лучшим образом показали себя покрытия из никеля и алюминия.

Работа выполнена с использованием ресурсов ЦКП «Экология, биотехнологии и процессы получения экологически чистых энергоносителей» Поволжского государственного технологического университета.

Литература

1. Емельянов Д. В. Изучение работоспособности сверл с переменным шагом винтовой линии // Инженерный вестник Дона. - 2012. - №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/653/.
2. Topală P., Slătineanu L., Dodun O., Coteață M., Pinzaru N. Electrospark Deposition by Using Powder Materials // Materials and Manufacturing Processes. - 2010. - №25. pp. 932-938.

3. Ribalko A.V., Sahin O., Korkmaz K. A modified electrospark alloying method for low surface roughness // Surface & coatings technology. - 2009. - №23. pp. 3509-3515.

4. Богданов С.А., Захаров А.Г., Писаренко И.В. Модификация поверхности чувствительного слоя сенсора газа электроискровой обработкой // Инженерный вестник Дона. - 2013. - №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1528/.

5. Lešnjak A., Tušek J. Processes and properties of deposits in electrospark deposition // Science and Technology of Welding and Joining. - 2002. - №7:6. pp. 391-396.

6. Корниенко А.И. Установка элитрон-22А Паспорт АИИЗ.299.282 ПС. Академия наук МССР, 1988. 30 с.

7. Иванов В.И., Бурумкулов Ф.Х. Об электроискровом способе нанесения толстослойных покрытий повышенной сплошности // Электронная обработка материалов. - 2014. - №50. С. 7-12.

8. Коротаяев Д. Технологические возможности формирования износостойких наноструктур электроискровым легированием. - К 68 изд. - Омск: СибАДИ, 2009. 242 с.

9. Астапов И.А. Формирование поверхностного слоя при электроискровом легировании вольфрамсодержащих твердых сплавов: автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 01.04.07. - Хабаровск, 2009. 16 с.

10. Верхотуров А.Д., Коневцов Л.А., Подчерняева И.А., Панасюк А.Д., Панашенко В.М., Гордиенко П.С., Панин Е.С. Электроискровое упрочнение твёрдосплавного режущего инструмента алюминием и композиционной керамикой на основе ZrB₂ // Перспективные материалы. - 2007. - №3. С. 72-80.

References

1. Emel'yanov D.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/653/.
2. Topală P., Slătineanu L., Dodun O., Coteață M., Pinzaru N. Materials and Manufacturing Processes. 2010. №25. pp. 932-938.
3. Ribalko A.V., Sahin O., Korkmaz K. Surface & coatings technology. 2009. №23. pp. 3509-3515.
4. Bogdanov S.A., Zakharov A.G., Pisarenko I.V. Inzhenernyy vestnik Dona. 2013. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1528/.
5. Lešnjak A., Tušek J. Science and Technology of Welding and Joining. 2002. - №7:6. pp. 391-396.
6. Kornienko A.I. Ustanovka elitron-22A Pasport AIIZ.299.282 PS. [Installation elitron-22A Passport AIIZ.299.282 PS]. Akademiya nauk MSSR, 1988. 30 p.
7. Ivanov V.I., Burumkulov F.Kh. Elektronnaya obrabotka materialov. 2014. №50. pp. 7-12.
8. Korotaev D. Tekhnologicheskie vozmozhnosti formirovaniya iznosostoykikh nanostruktur elektroiskrovym legirovaniem. [Technological possibilities for the formation of wear-resistant nanostructures by electrospark alloying]. K 68 izd. Omsk: SibADI, 2009. 242 p.
9. Astapov I.A. Formirovanie poverkhnostnogo sloya pri elektroiskrovom legirovanii vol'framsoderzhashchikh tverdykh splavov: avtoref. dis. kand. fiz.-mat. nauk: 01.04.07. [Formation of a surface layer during electrospark alloying of tungsten-containing hard alloys]. Khabarovsk, 2009. 16 p.
10. Verkhoturov A.D., Konevtsov L.A., Podchernyaeva I.A., Panasyuk A.D., Panashenko V.M., Gordienko P.S., Panin E.S. Perspektivnye materialy. 2007. №3. pp. 72-80.