

ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ МАЛЫХ КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Зоренко Д.А., Ильин К.А.

Тверской государственной технической университет, г.Тверь

Ключевые слова: эрозионная обработка, электроискровая прошивка, электрод, коническое отверстие, проволочно-вырезной станок, инструментальная сталь, твердый сплав.

Аннотация. В работе рассмотрена физическая основа электроэрозионной обработки. Проведено исследование критериев производительности электроэрозионной обработки. Осуществлен анализ современных направлений повышения производительности ЭЭО. Выполнено комплексное исследование различных параметров эрозионной обработки на различных видах материала, и определено их влияние на скорость обработки, шероховатость, точность получаемых поверхностей. Сформированы рекомендации позволяющие наиболее эффективно изготавливать конические отверстия малых диаметров в различных материалах.

FEATURES OF HIGH-PERFORMANCE TECHNOLOGY OF ELECTROEROSIVE PROCESSING OF SMALL CONICAL HOLES

Zorenko D.A., Ilyin K.A.

Tver State Technical University, Tver

Keywords: erosion treatment, electric spark piercing, electrode, conical hole, wire-cutting machine, tool steel, hard alloy.

Abstract. The paper considers the physical basis of electroerosion treatment. A study of the performance criteria of electroerosion treatment was carried out. The analysis of modern directions of increasing EEE productivity is carried out. A comprehensive study of various parameters of erosion treatment on various types of material was performed, and their influence on the processing speed, roughness, and accuracy of the obtained surfaces was determined. Recommendations have been formed that allow the most efficient production of conical holes of small diameters in various materials.

В последнее время в машиностроении широкое применение получили материалы с особыми физико-механическими характеристиками, обуславливающими их сложную обрабатываемость традиционными методами резания. Создание деталей со сложной геометрией, повышенными требованиями к качеству поверхности, точности изготовления размеров и формы, а также необходимость снижения себестоимости обработки и повышения производительности труда, все эти факторы в комплексе привели к необходимости исследования новых способов обработки материалов и технологий. Конические отверстия диаметром менее двух миллиметров в различных конструкционных сталях и особенно в инструментальных,

являются элементами, в значительной степени усложняющими технологию производства. Именно поэтому, изготовление конических отверстий при помощи электроэрозионного оборудования в области современного машиностроения и есть технология, способная обеспечить высокие показатели качества и производительности [1-7].

Таким образом, исследование и подбор оборудования, режимов и технологических приемов изготовления конических отверстий является актуальной темой, направленной на поиск более производительной технологии электроэрозионной обработки, а также определение наиболее серьезных достоинств данного метода в сравнении с другими видами обработки. В Тверском государственном техническом университете были проведены исследования, направленные на разработку высокопроизводительной технологии электроэрозионной обработки малых конических отверстий, основанные на результатах исследований различных параметров, влияющих на процесс обработки и различных типов электроэрозионного оборудования.

В ходе исследования были подобраны наиболее удачные режимы прожига для получения конического отверстия в следующих материалах: сталь легированная инструментальная 5ХНМ ГОСТ5950-2000 (в закаленном состоянии), твердый сплав ВК8 ГОСТ3882-74, алюминиевый сплав АМг2 ГОСТ 21631 и медный сплав марки М1 ГОСТ 193-79. Была определена рентабельность прожига отверстий в этих марках материалов и определены пути повышения эффективности изготовления конических отверстий при помощи ЭЭО. В исследования в качестве технологического оборудования использовались следующие наиболее применяемые станки: координатно-пршивной электроэрозионный станок CNC-326 и электроэрозионный проволочный вырезной станок с ЧПУ компании Sodick модель VL400Q. В исследованиях использовалась прямая полярность, при которой электрод или проволока являлись катодом (-), а заготовка анодом (+). В процессе исследования определялась и сравнивалась эффективность различных вариантов технологии, которая определялась точностью получаемых размеров и геометрии, качеством поверхности, а также временем обработки. Результаты оценки времени обработки отверстия на проволочно-вырезном станке при различных видах прожига, представлены на рисунке 1.

В процессе работы определено влияние разрядного тока на скорость машинной обработки и износ электрода. При высоких разрядных токах наблюдается высокая скорость снятия материала, но это сопровождается высокой скоростью износа электрода. Также установлено, что шероховатость обработанной поверхности после машинной обработки и межэлектродный зазор зависят от разрядной мощности процесса. Чем выше разрядная мощность при обработке, тем выше уровень шероховатости поверхности обработанного элемента, так, например, при обработке инструментальной стали разрядная мощность 50Вт позволяет получить шероховатость

поверхности порядка Ra 6,3, а мощность 400Вт уже только Ra 20. Также увеличивается межэлектродный зазор 0,15мм и 0,28мм соответственно.

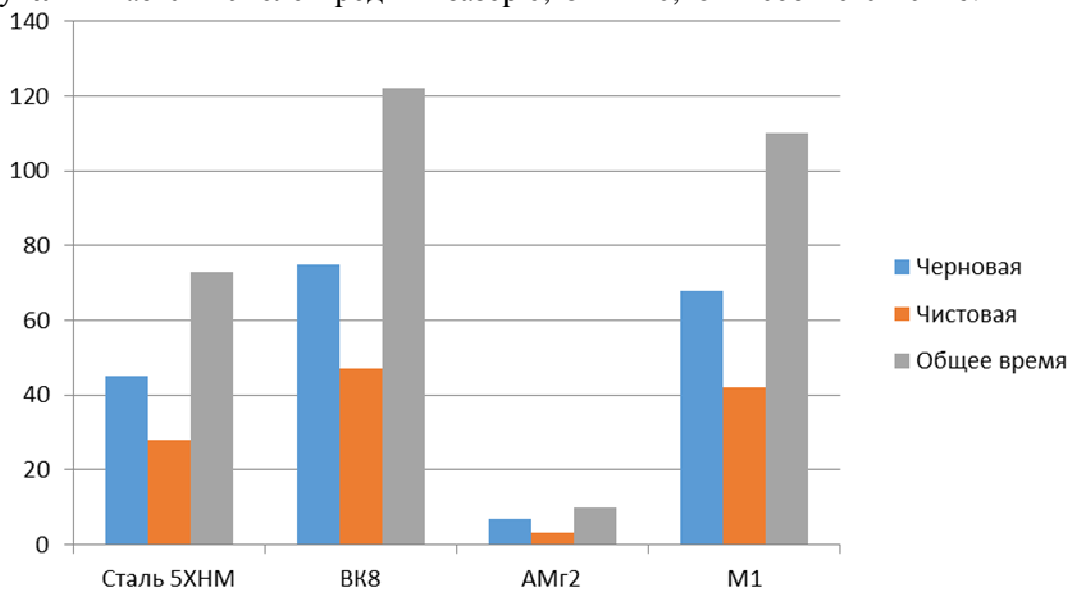


Рис. 1. Сравнение времени ЭЭО различных материалов

Также большое влияние на качество поверхности оказывает периодичность импульсов. Примеры поверхностей, полученных при разных режимах прожига, представлены на рисунке 2.

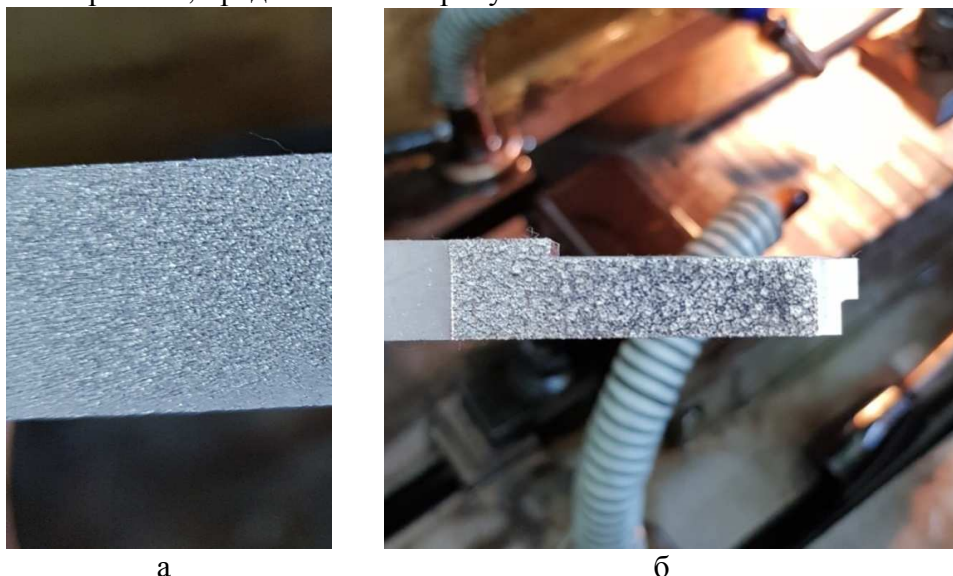


Рис. 2. Примеры поверхностей полученных ЭЭО с разными режимами (а – чистовая обработка Ra 5; б – черновая обработка Ra 20)

Изменение периода включенного состояния оказывает влияние на шероховатость заготовки после обработки. Чем больше период включенного состояния, тем выше значение шероховатости поверхности и тем меньшая

скорость износа электрода. Так при периоде ON 50 мкс шероховатость получаемой поверхности находится в пределах Ra 8, а уже при 300мкс превышает Ra 20. Период выключенного состояния (OFF) определяется как период после периода включенного состояния (ON), когда разряд прерывается и ток электрода прекращается. При длительном периоде выключенного состояния создаются условия для хорошей промывки зоны обработки при этом скорость обработки снижается, что также сопровождается снижением скорости износа электрода.

Проведенные исследования показали, что при изготовлении малых конических отверстий в большинстве конструкционных сталей и цветных сплавов рекомендуется использовать комплекс оборудования основой которого является проволочно-вырезной станок. В случае применения проволочно-вырезного станка нет необходимости изготавливать электрод под каждый размер получаемого конического отверстия, ввиду использования стандартной латунной проволоки. При этом отверстия под заправку проволоки необходимо изготавливать, используя различные технологические методы в зависимости от вида материала. Для меди, алюминия и стали необходимо выполнять отверстия используя технологии сверления, технологию гидроабразивного раскроя, лазерного раскроя, так как данные методы более производительны в сравнении с электроэрозионной прошивной обработкой. Использование вышеперечисленных технологий существенно повышает производительность изготавливаемых элементов.

Для таких материалов как твердый сплав, закаленная инструментальная сталь и другие труднообрабатываемые токопроводящие материалы, наиболее эффективно использовать координатно-прошивные станки или высокоскоростные прошивные станки типа «Super Drill». Режимы резания для таких станков устанавливаются максимально допустимые для конкретного вида материала. Жертвуя предварительно качеством отверстия, мы сокращаем общее время изготовления конического отверстия. Для достижения максимального качества поверхности необходимо значительно снижать скорости обработки и увеличивать количество проходов, что в свою очередь приводит к значительному увеличению времени обработки.

В работе были рассмотрены различные виды электроэрозионного оборудования и их основные параметры. Проведено комплексное исследование режимов резания, их влияние на качество и производительность обработки на примере конических отверстий в различных материалах. Проанализированы современные направления повышения производительности электроэрозионной обработки, которые включают улучшения комплектующих станка, использование новых материалов, использование CAD/CAM систем и установки дополнительных приспособлений. Проведено комплексное исследование различных параметров эрозионной обработки на различных видах материала, их влияние на скорость резания, шероховатость и точность обработки. На основе полученных результатов сформулированы рекомендации, позволяющие

повысить производительность ЭЭО как малых конических отверстий, так и прочих конструктивных элементов для различных видов материалов.

Список литературы

1. Артамонов Б.А., Волков Ю.С., Дрожалова В.И. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: учеб. пособие / Под ред. В.П. Смоленцева (в 2-х томах). Т. 1. Обработка материалов с применением инструмента. М.: Высшая школа, 1983. 247с.
2. Елисеев Ю.С., Саушкин Б.П. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. 437с.
3. Житников В.П., Зайцев А.Н. Импульсная электрохимическая размерная обработка. М.: Машиностроение, 2008. 413с.
4. Коваленко В.С. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Киев: Издательское объединение «Школа», 1975. 236с.
5. Лившиц А.Л., Кравец А.Т., Рогачев И.С., Сосненко А.Б. Электроимпульсная обработка металлов. М.: Машиностроение, 1967. 296с.
6. Немилев Е.Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1989. 164с.
7. Орлов В.Ф., Чугунов Б.И. Электрохимическое формообразование. М.: Машиностроение, 1990. 239с.

References

1. Artamonov B.A., Volkov Yu.S., Drozhalova V.I. Electrophysical and electrochemical methods of processing materials: textbook / Edited by V.P. Smolentsev (in 2 volumes). Vol. 1. Processing of materials with the use of tools. Moscow: Higher School, 1983. 247p.
2. Eliseev Yu.S., Saushkin B.P. Electroerosive processing of aerospace engineering products. Moscow: Publishing house of Bauman Moscow State Technical University, 2010. 437p.
3. Zhitnikov V.P., Zaitsev A.N. Pulsed electrochemical dimensional processing. Moscow: Mechanical Engineering, 2008. 413p.
4. Kovalenko V.S. Electrophysical and electrochemical methods of processing materials. Kiev: Publishing Association "School", 1975. 236p.
5. Livshits A.L., Kravets A.T., Rogachev I.S., Sosnenko A.B. Electric pulse metal processing. M.: Mechanical Engineering, 1967. 296p.
6. Nemilov E.F. Handbook of electroerosive processing of materials. L.: Mechanical engineering. Leningr. department, 1989. 164p.
7. Orlov V.F., Chugunov B.I. Electrochemical shaping. Moscow: Mechanical Engineering, 1990. 239p.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Зоренко Дмитрий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, dzorenko@yandex.ru	Zorenko Dmitry Anatolyevich – candidate of technical sciences, associate professor, dzorenko@yandex.ru
Ильин Кирилл Андреевич – магистрант, kiriy.93@mail.ru	Ilyin Kirill Andreevich – master's student, kiriy.93@mail.ru
Тверской государственный технический университет, г.Тверь, Россия	Tver State Technical University, Tver, Russia

Получена 07.07.2021