

Применение метода электроэрозионной обработки для повышения качества обработанной поверхности

Нуруллин Инсаф Галимуллович, аспирант Инженерного института КФУ, e-mail: opros16@yandex.ru

Хафизов Ильдар Ильсурович, канд. техн. наук, доцент кафедры УК Инженерного института КФУ, e-mail: Khafizov@kpfu.ru

Садыков Зуфар Барыевич, доктор техн. наук, проф. кафедры УК Инженерного института КФУ, e-mail: ZBSadykov@kpfu.ru

Аннотация: Интенсивное применение электроэрозионной обработки в настоящее время определено очень динамичным развитием отечественного машиностроения. Использование электроэрозионной обработки помогает достичь нужных нам результатов, а именно высокой точности обработки, низкой шероховатости обработанной поверхности и малой зависимости производительности от механических свойств обрабатываемых материалов. Таким образом, изучение процессов и инструментов электроэрозионной обработки для повышения качества обрабатываемых деталей является одной из актуальных задач.

Abstract: The intensive use of electrical discharge machining is currently determined by the very dynamic development of domestic engineering. The use of electroerosion treatment helps us to achieve the desired results, namely high machining accuracy, low surface roughness and low dependence of performance on the mechanical properties of the processed materials. Thus, the study of processes and tools of electrical discharge machining to improve the quality of machined parts is one of the urgent tasks.

Ключевые слова: машиностроение, электроэрозионная обработка, производительность, электрод-инструмент.

Высокий степень совершенства и производительности выпускаемых металлорежущих станков и достижение значительных результатов технологий механической обработки материалов в современном производстве позволило с успехом решать разнообразные и сложные задачи.

Но стремительный прогресс авиационной, атомной и электронной техники, инструментального производства и приборостроения вызвал необходимость в применении материалов, механическая обработка которых может быть произведена только с большим трудом или практически не возможна. К ним относят материалы с очень высокой твердостью (алмаз, магнитный сплав, закаленный сталь), хрупкостью (керамика, кварц, стекло, ферриты), вязкостью (нержавеющий и жаропрочный сталь), а также материалы, имеющие магнитные свойства. Особые трудности возникают при фасонной обработке таких материалов, когда в них необходимо получить пазы, узкие щели, полости и глухие отверстия сложной формы.

Современный этап развития материаловедения характеризуется появлением новых материалов с уникальными свойствами. Которые, в свою очередь требуют новых технологий обработки, обеспечивающие высокое качество обработанных поверхностей. Показательным примером состояния материаловедения можно назвать отрасль авиастроения, где новые материалы появляются в первую очередь, а затем находят применение в других отраслях промышленности, в том числе в машиностроении и в медицине [1].

Соответственно необходимость эффективной обработки деталей сложной формы из материалов труднообрабатываемых резанием предопределила возникновение ряда новых методов. К ним можно отнести электрофизические и электрохимические методы обработки. К важным и нужным методам относится и электроэрозионная обработка (ЭЭО) [2].

Процесс ЭЭО - это разрушение металла или иного токопроводящего материала в результате локального воздействия кратковременных электрических разрядов между двумя электродами, один из которых является электрод-инструментом (ЭИ), а другой – обрабатываемой деталью. Под воздействием высоких температур в зоне разряда происходит нагрев, расплавление и частичное испарение металла.

Современная ЭЭО широко применяется в различных областях промышленности: в самолетостроении, станкостроении и др. Но еще больше распространение она получила в наукоемких областях машиностроения, а именно при производстве двигателей. Постоянное повышение одного из основных показателей уровня качества двигателей - удельной тяги - обеспечивается в том числе применением маложестких, криволинейно-фасонных деталей и элементов конструкций. С помощью резания обработать такие поверхности очень трудно, а в некоторых случаях и невозможно.

На деталях высокотехнологичных изделий имеются поверхности, расположенные в труднодоступных местах, которые можно обработать только с применением операций ЭЭО. В конструкциях деталей авиакосмической техники чаще всего применяется титановые и алюминиевые сплавы во всем их многообразии. Из-за своей легкости и прочности, они стали незаменимыми материалами особо важных деталей, к которым предъявляются самые жесткие требования, как по качеству самого материала, так и по качеству их обработки. С помощью ЭЭО можно легко провести обработку этих сплавов с наибольшей продуктивностью.

Рассмотрим, сходство и различия ЭЭО и ЭХО на копировально-прошивочных станках. Сходство имеется в кинематико-геометрической схеме формообразования:

- 1) используются ЭИ с похожей конструкцией рабочей части;
- 2) производится подача ЭИ по отношению к заготовке;
- 3) обработка ведётся на малых зазорах между инструментом и заготовкой;
- 4) отсутствует существенное силовое воздействия на заготовку;

5) снятия металла с заготовки происходит наиболее интенсивно в местах с меньшим межэлектродным зазором.

На таблице 1 приведена сравнение отличительных свойств ЭЭО от ЭХО.

Таблица 1 - Отличия ЭЭО от ЭХО

№	Показатель отличия	ЭЭО	ЭХО
1	Основное различие методов заключается в физическом механизме удаления металла	ЭЭО - это процесс размерного разрушения материала под действием нестационарного электрического разряда в жидком диэлектрике, что сопряжено с его плавлением и испарением, соответственно, с изменением структуры поверхностного слоя	ЭХО основана на высокоскоростном размерном анодном растворении металла под действием тока электролиза высокой плотности
2	Разная производительность оборудования	Медленнее, чем ЭХО	Анодное растворение быстрее на порядок
3	Обеспечение точности	Легче обеспечивается точность	Сложнее обеспечить точность. Требуется тщательная защита необрабатываемых зон
4	Наличие дефектного слоя на обработанной поверхности	Есть, но совсем незначителен.	При ЭХО нет дефектного слоя
5	Растворение заготовки при разных температурах	Температура не влияет на ЭЭО	Температура влияет на ЭХО
6	Наличие или отсутствие износа электрода-инструмента	Износ ЭИ в районе 3-10%	Отсутствие износа ЭИ. ЭИ изготавливается из более дешёвых и легкообрабатываемых материалов

По нашему мнению, к основным преимуществам электроэрозионной обработки, по сравнению с другими видами обработок, можно отнести:

- высокое качество получаемых поверхностей, которые не требуют дальнейших финишных обработок;
- обрабатывать можно поверхности с очень высокой твердостью;
- не деформируются тонкостенные детали из-за отсутствия механической нагрузки;
- отсутствие шума.

И конечно стоит рассмотреть вопрос повышения производительности и эффективности электроэрозионной обработки. Например, внедрение на производстве электроэрозионного способа позволило ООО «Северная торговая компания» повысить производительность обработки глубоких отверстий малого диаметра в 3,5 раза, вырезания окон в 2 раза и обработки сложнофасонных деталей, типа формообразующих пресс-формы, в 8,3 раза, снизив себестоимость соответственно на 22, 48 и 82% [3].

На производительность при ЭЭО влияют следующие факторы:

- режимы электроэрозионной обработки (технологические параметры);
- физико-механические свойства материалов инструмента и изделия;
- физико-химические свойства диэлектрической жидкости.

Таким образом, чтобы повысить производительность, нужно подобрать оптимальное сочетание вышеперечисленных факторов, позволяющих увеличить долю полезной энергии импульса, его мощность и частоту следования рабочих импульсов [4].

Например, производительность ЭЭО можно повысить, используя многоконтурные схемы обработки, когда одно изделие обрабатывается несколькими ЭИ, изолированными друг от друга (по секциям). Каждая секция подключена к генератору импульсов автономно. При этой схеме ЭЭО можно проводить несколько электрических разрядов одновременно. Применение многоконтурной схемы обработки помогает повысить производительность, но не пропорционально количеству контуров, так как эти контуры работают от одного регулятора подачи и при нарушении электроэрозионного процесса в одном из контуров останавливается процесс во всех контурах [5].

ЭЭО не исключает механическую обработку, а дополняет ее, занимая свое определенное место, соответствующий своим особенностям, а именно: возможности обработки токопроводящих материалов с любыми физико-механическими свойствами и отображения формы инструмента в изделии.

Из всего этого можно сделать вывод, что электроэрозионная обработка важна и имеет право на широкое использование в производстве, как основа технологий формообразования сложных профилей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Оглезнев, Н. Д. Современное состояние и перспективы развития электроэрозионной обработки / Н. Д. Оглезнев // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. №1-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-elektroerozionnoy-obrabotki>. Дата обращения: 06.09.2018.

[2] Каратаев О. Р. Очистка сточных вод электрохимическими методами / О. Р. Каратаев, З. Р. Шамсутдинова, И. И. Хафизов // Вестник технологического университета. - Казань. - 2015. - Т. 18. - № 22. - С. 21-23.

[3] Производительность электроэрозионной обработки // ООО «Северная торговая компания»: [сайт]. URL: <http://sev-torg.com/articles-ip-proizvoditelnost-eeo.htm>. Дата обращения: 27.09.2018 г.

[4] Сычев, Е. А. Прогнозирование шероховатости поверхности при электроэрозионной обработке деталей сложной конфигурации / Е. А. Сычев, А. С. Тарапанов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-sherohovatosti-poverhnosti-pri-elektroerozionnoy-obrabotke-detaley-slozhnoy-konfiguratsii>. Дата обращения: 08.10.2018.

[5] Сариллов, М.Ю. Повышение эффективности электроэрозионной обработки алюминиевых и титановых сплавов на основе исследований процессов в межэлектродном промежутке / М. Ю. Сариллов, О. А. Сарилова,

С. В. Будниц // *Фундаментальные исследования*. – 2017. – № 6. – С. 74-79;
URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41551>. Дата обращения:
10.10.2018.

[6] Хафизов И.И. Малоотходное чистовое разделение дефицитных материалов комбинированным методом. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/И.И.Хафизов// Воронежский государственный технический университет. Воронеж, 2007.

[7] Хафизов И.И. Пути снижения расхода материалов при их разделении комбинированными методами/И.И.Хафизов//Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 1. С. 208-211.

[8] Khafizov I.I. Processing methods with imposing of electric field at low-waste division of materials/I.I.Khafizov//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Ser. "International Scientific and Technical Conference "Innovative Mechanical Engineering Technologies, Equipment and Materials-2014", ISC IMETEM 2014" 2015. С. 012013.