

Улучшение качества поверхностей изделий, полученных методом электроэрозионной обработки

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

Аннотация: Использование электроэрозионной обработки в производстве помогает достичь нужных результатов: высокой точности обработки, низкой шероховатости обработанной поверхности и малой зависимости производительности от механических свойств обрабатываемых материалов. Несмотря на это, необходимость эффективной обработки деталей и совершенствования технологического процесса ЭЭО является актуальной темой для исследования.

Abstract: The use of electroerosive processing in production helps to achieve the desired results: high accuracy of processing, low roughness of the treated surface and low dependence of productivity on the mechanical properties of the processed materials. Despite this, the need for effective processing of parts and improvement of the technological process of EDM is an urgent topic for research.

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

Безотказное и долговечное время работы деталей машин в значительной мере зависит от качества поверхностного слоя. Поэтому к ней предъявляются высокие требования, так как именно все разрушения начинаются с поверхности.

Повысить качество поверхностного слоя можно применив, как обычные методы при определенных режимах, так и специальные упрочняющие методы обработки. Применение упрочняющих методов помогает повысить долговечность работы машины, сокращает потребность в запасных частях и материалах, а также снижают затраты на изготовление и эксплуатацию машин. Как отмечают некоторые эксперты, при повышении надёжности оборудования на 5%, увеличивается прибыльность компании более чем на 30%.

Многолетний опыт исследования вопросов повышении качества эксплуатационных свойств деталей показывает, что нужно проводить обработки с комбинированием традиционных и новых технологических методов, учитывая последующие условия эксплуатации детали в дальнейшем. При таком подходе, поверхностным слоям деталей можно придать нужное сочетание эксплуатационных свойств, которые неэффективны или неосуществимы при индивидуальных технологических воздействиях [1].

Поэтому для эффективного применения комбинированных обработок, необходимо четко знать, за счёт чего происходит процесс формообразования. Также, зная показатели воздействия каждого отдельного способа, можно оценить целесообразность их использования в каждом конкретном случае, исходя из возможностей компании и технических требований к обрабатываемой детали [2].

Соответственно необходимость эффективной обработки деталей сложной формы из труднообрабатываемых материалов предопределила возникновение ряда новых методов. Использование электроэрозионной обработки (ЭЭО) помогает достичь нужных нам результатов. ЭЭО происходит при относительно малой энергии импульсов, удалённый объем металла за каждый импульс небольшой, а глубина лунки незначительна. Этот режим при невысокой производительности позволяет получить поверхности с высокой точностью и малой шероховатостью.

По нашему мнению, к основным преимуществам ЭЭО, по сравнению с другими методами обработок, можно отнести:

1. Процесс обработки не зависит от характеристик обрабатываемого материала: твердости, прочности, вязкости и др.
2. Процессы не оказывают силового воздействия на деталь, позволяя обрабатывать тонкостенные элементы различных деталей без их деформации, вырезать из тонкого материала элементы сложной формы с малыми перемычками, а также обрабатывать детали из хрупких материалов.
3. Отсутствие заусенцев на деталях после обработки, что сокращает трудоемкость и ликвидирует ручной труд [3].

Как уже известно, свойства поверхностного слоя существенно меняются, после проведения ЭЭО. Полученный поверхностный слой по толщине можно разделить на 5 зон (рис. 1): 1- зона насыщения элементами рабочей жидкости; 2 - зона отложения материала ЭИ; 3 - белый слой, образованный из расплавленного материала заготовки; 4- - зона термического влияния; 5- зона пластической деформации.

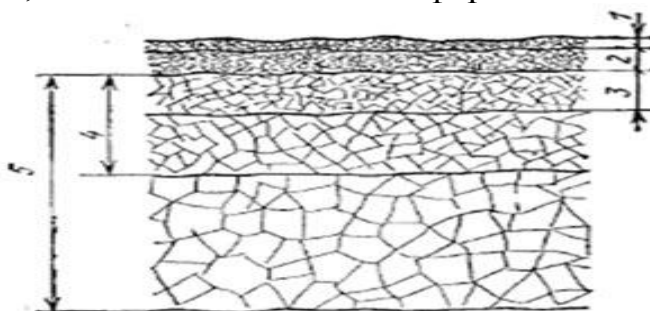


Рисунок 1 - Схематическое изображение поверхностного слоя

Количество и последовательность образования зон, их структура и свойства в существенной мере зависят от материала, электрод-инструмента, применяемой рабочей жидкости и условий проведения процесса. Границы между зонами практически не четкие, а в большинстве случаев перекрывают друг друга. Но каждая из зон имеет свои особенности, влияющие на те или иные свойства поверхности и во многих случаях, предопределяют

возможность успешной эксплуатации детали. При этом каждая зона, даже незначительной толщины, играет весьма важную роль [4].

Современные электроэрозионные станки позволяют получать шероховатость обработанной поверхности $Ra = 0,1...0,4$ мкм. Данные показатели достигаются при подключении электрода-детали к отрицательному полюсу генератора импульсов и назначении режимов с минимальной энергией импульса. Однако, надо заметить, обработка изделий на чистовых режимах резания характеризуется низкой производительностью процесса ЭЭО.

В одном из анализированных нами работ показано, что при обработке стали 38Х2Н2МА на копировально-прошивном станке на чистовых режимах производительность обработки составляет 0,05 мм/ч. Такая производительность процесса ЭЭО ведет к увеличению технологического времени и себестоимости изготовления изделия. Потому при составлении технологического процесса ЭЭО назначают более грубые показатели по качеству обработанных поверхностей, которые не позволяют реализовать в полной мере заложенные в изделие эксплуатационные характеристики [5].

Поэтому разработка технологии, позволяющей произвести финишную обработку поверхностей деталей, выполненных из труднообрабатываемых материалов, полученных методом ЭЭО, является актуальной задачей.

Применение для этого методов механической обработки не всегда эффективно или осуществимо, а применение электрохимических методов воздействия в связи с высокой токсичностью электролитов требует больших затрат на обеспечение экологической безопасности людей и окружающей среды, а также на утилизацию отходов.

Проведенный эксперимент с сотрудниками Пермского НИПУ показывает, что лучшим решением для этой задачи может стать применение технологии электролитно-плазменного полирования сложнопрофильных поверхностей (ЭПП). Метод ЭПП основан на электроразрядных явлениях в системе металл-электролит, при этом обрабатываемая деталь является анодом. В микроарядах выделяется значительная энергия и наблюдается интенсивный процесс снижения высоты микронеровностей поверхности, что приводит к ее полированию. Так же, данная технология является экологически безопасной и не требует применения кислот, щелочи и других вредных веществ в опасных концентрациях.

Они опытным путем определили, что ЭПП за 5 мин рабочего времени позволяет снизить шероховатость обработанной методом ЭЭО поверхности в среднем в 5 раз. Если при обработке заготовки методом ЭЭО для получения шероховатости поверхности 1,6 мкм необходимо использовать режим с минимальной энергией импульса (с силой тока равной 3 Ампера), то использование технологии финишной обработки методом ЭПП позволяет получить аналогичное же значение шероховатости с более производительным режимом ЭЭО (с силой тока равной 50 Ампер) [6].

Надо отметить, что эффективность комбинированных обработок зависит не только от сочетаний воздействий, ну и от выбора базового

варианта обработки, который совершенствуется за счёт других методов с известными свойствами.

ЭЭО не исключает механическую обработку, а дополняя ее, занимает свое определенное место, соответствующий своим особенностям, а именно: возможности обработки токопроводящих материалов с любыми физико-механическими свойствами [7].

Можем сделать такой вывод, чтобы повысить качество поверхностей изделий с минимальными затратами, нам нужно правильно подбирать оптимальное сочетание полезной энергии импульса, его мощности, частоту следования рабочих импульсов и дополнить это подходящим способом финишной обработки, в зависимости от требуемого качества поверхности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Григорьев, С.Н. Проектирование комбинированных процессов модификации поверхностного слоя типовых деталей / С. Н. Григорьев, С. В. Сафонов, В. П. Смоленцев // Вестник ВГТУ. 2016. №4.

[2] 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.

[3] Электроэрозионная обработка материалов // Современные технологии производства: extxe.com [сайт]. URL: <https://extxe.com/2096/jelektrojerozionnaja-obrabotka-materialov>. Дата обращения: 30.09.2019 г.

[4] Краткая характеристика зон поверхностного слоя после электроэрозионной обработки (ЭЭО) // ООО «Северная торговая компания»: [сайт]. URL: <http://sev-torg.com/articles-ip-harakteristika-sloya-posle-eeo.html>. Дата обращения: 27.09.2019 г.

[5]. Foteev, N.K. Quality of surface after electroerosion treatment // STIM. - 1997. - № 8. - P. 43-48.

[6] Абляз, Т.Р. Повышение качества поверхностей изделий, полученных методом электроэрозионной обработки, путем применения технологии электролитно-плазменного полирования/ Т. Р. Абляз, К. Р. Муратов, Е. Ю. Кочергин, Т. В. Шакирзянов // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. 2018. №2.

[7] Нуруллин, И.Г. Применение метода электроэрозионной обработки для повышения качества обработанной поверхности/И.Г.Нуруллин, И.И.Хафизов, З.Б.Садыков//Материалы IX МНТК «ИМТОМ-2018». Ч.1. - Казань, 2018. - 432 с

[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.