

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

© 2012 М. Ю. Сарилов, А. А. Ковбасюк

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Поступила в редакцию 22.03.2012

В статье рассмотрены способы создания и наложения внешнего магнитного поля на процесс электроэрозионной обработки. Описан эксперимент по исследованию влияния постоянного магнитного поля на электроэрозию. Показаны положительные стороны влияния внешнего магнитного поля на процесс электроэрозионной обработки. Подтверждена справедливость выражения, характеризующего взаимосвязь характеристик магнитного поля и движения частиц при электроэрозионной обработке.

Ключевые слова: *электроэрозионная обработка, магнитное поле, ферромагнитные частицы, силовые линии*

Электроэрозионная обработка используется в производстве с целью получения заготовок с помощью пластинчатого, дискового, ленточного или проволочного инструмента; прошивания отверстий, окон и щелей, каналов аэродинамического профиля, объемного копирования для получения рабочих форм; маркирования деталей в виде тел вращения, шлифования с целью снятия припусков с твердосплавных заготовок, магнитопроводов и магнитов; вырезания проволочным электродом для изготовления деталей из труднообрабатываемых материалов, например вырубных штампов; упрочнения с целью улучшения физико-химических свойств приповерхностного слоя деталей. Процесс основан на разрушении поверхности электродов действием электрических разрядов или сквозного тока, или совместным их действием. Современное оборудование широко оснащается электронными устройствами, измерительными средствами, системами автоматического управления, надежными исполнительными устройствами. Но, несмотря на большие успехи в промышленном внедрении, процесс электроэрозионной обработки до сих пор не избавлен от недостатков: износ инструмента, недостаточная производительность в режимах, обеспечивающих высокую точность, наличие у деталей технологической наследственности.

Сарилов Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и аппараты химических производств». E-mail: sarilov@knastu.ru

Ковбасюк Арнольд Артурович, аспирант. E-mail: arni555@bk.ru

Для того, чтобы решать вышеуказанные проблемы и повышать качество, точность и производительность электроэрозии, можно использовать различные подходы к проведению процесса. Одним из таких подходов является внедрение внешнего магнитного поля в электроэрозионную обработку. В различных литературных источниках отмечено подобное влияние. К примеру, Артамонов Б.А. указывает на влияние внешнего магнитного поля на напряжение пробоя. С ростом магнитной индукции, направленной нормально к поверхности ферромагнитных электродов, увеличивается значение пробивного зазора. Это может объясняться воздействием поля на частицы материала электродов, ранее выброшенного из лунок. На ферромагнитные частицы действуют силы, пропорциональные градиенту неравномерного поля, а также силы взаимного притяжения намагничиваемых частиц. Это может привести к сосредоточению или образованию цепочки частиц, что уменьшает ту часть зазора, которая приходится на саму диэлектрическую среду. Намитоков К.К. при анализе движения ферромагнитных частиц в процессе электроэрозионной обработки отмечает, что под действием внешнего магнитного поля частицы начинают совершать вращательное движение. Причем радиус вращения возрастает по мере увеличения индукции магнитного поля. Однако вышеуказанные данные не дают точного представления о том, как влияет магнитное поле на качество обрабатываемой поверхности, на точность обработки и т.д.

С целью получения более полной картины влияния внешнего магнитного поля на электроэрозию был проведен следующий эксперимент. Предварительно с помощью двух

магнитов было получено магнитное поле, магнитные силовые линии которого представлены на рис. 1. Конфигурация поля подбиралась таким образом, чтобы частицы, попадающие под действие поля, выталкивались из зоны обработки, которая должна находиться строго между магнитами.

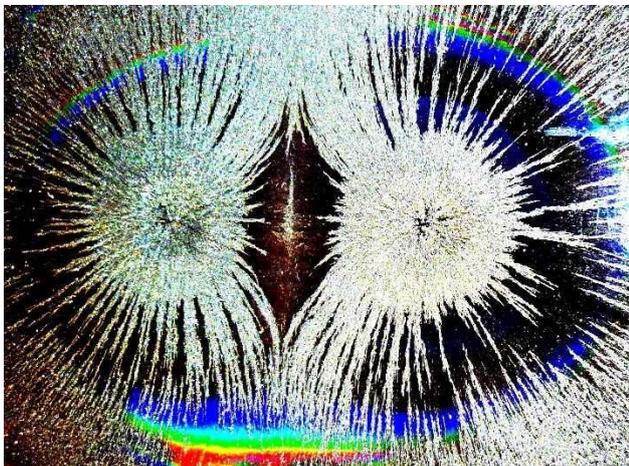


Рис. 1. Конфигурация магнитного поля

Магнитное поле можно также создавать катушками, помещаемыми в зону обработки. Далее магниты в выбранном положении помещались в зону обработки таким образом (рис. 2), чтобы стальная заготовка, подвергаемая обработке, находилась между магнитами. Поскольку магниты создают статическое магнитное поле постоянной частоты, результаты эксперимента можно использовать для анализа влияния постоянного поля на обработку. Для того, чтобы частицы, снимаемые с поверхности, уходили из зоны обработки, необходимо силовое воздействие, чтобы нарушить созданное стационарное состояние. В качестве такого воздействия выступают импульсы, возникаемые в процессе обработки. За счет них частицы начинают процесс эвакуации. После некоторого времени обработки магниты были извлечены. Необходимо отметить, что часть шлама осела на магнитах (рис. 3), что подтверждает предположения о влиянии магнитного поля на процесс электроэрозионной обработки.

Взаимосвязь между напряженностью магнитного поля и радиусом движения частицы описывается выражением:

$$r = r_0 + \frac{1}{12} \left(\frac{ev_0 H}{mc} \right) \frac{t^4}{r_0^3}, \quad (1)$$

где r – радиус движения частицы (иона), r_0 – начальный радиус движения частицы (без действия магнитного поля), e – величина заряда электрона, v_0 – скорость иона до действия магнитного

поля, H – напряженность магнитного поля, m – масса частицы, c – скорость света, t – время действия магнитного поля.



Рис. 2. Процесс обработки с магнитами

Результаты эксперимента подтвердили справедливость выражения (1), полученного теоретически. Следует отметить ряд положительных особенностей влияния магнитного поля. Шлам начинает более интенсивно удаляться из зоны обработки. Это повышает качество обрабатываемой поверхности, характеризующееся шероховатостью, так как уменьшается вероятность появления оксидной пленки, образующейся при сжигании частиц шлама, уменьшает время обработки, поскольку пленка в случае образования может препятствовать обработке. Удаляется также шлам, накопленный в рабочей жидкости при предыдущих процессах обработки, что позволяет очищать и использовать повторно отработанную рабочую жидкость. Повышается также точность обработки.



Рис. 3. Магнит после процесса

При обработке ферромагнитных материалов заготовка намагничивается, и продукты эрозии налипают на её поверхность, что ухудшает показатели качества и точности получаемой детали. Таким образом, изменяя конфигурацию

магнитного поля, можно воздействовать на движение продуктов эрозии, и в конечном счете, на производительность процесса, точность и качество обработки. При определенных условиях обработки существуют оптимальные сочетания силы рабочего тока и индукции внешнего магнитного поля, при которых возможно достигнуть наилучших результатов в удалении продуктов эрозии из зоны обработки и снижении износа электрода-инструмента. С другой стороны увеличение индукции магнитного поля выше определенного значения может вызвать снижение скорости движения продуктов эрозии, что может привести к их закупорке, что негативно скажется на показателях процесса. Поскольку математически получить данные зависимости достаточно сложно, нужно учитывать различные факторы, влияющие на процесс, в том числе и действие диэлектрической жидкости, её скорость и состав, то

получать необходимые параметры тока и индукции возможно экспериментально.

Выводы: нами был показан пример влияния постоянного магнитного поля на электроэрозионную обработку. Если же в качестве внешнего воздействия использовать переменное либо нестационарное магнитное поле, можно добиться еще более высоких показателей, так как могут меняться свойства обрабатываемой заготовки, диэлектрической жидкости, что в конечном итоге может дать более высокую эффективность электроэрозии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Нами́токов, К.К.* Электроэрозионные явления. – М.: Энергия, 1978. 456 с.
2. *Артамонов, Б.А.* Анализ моделей процессов электрохимической и электроэрозионной обработки / *Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков.* – Ужгород: Производственно-издательский комбинат «Патент», 1991. 144 с.

RESEARCH OF INFLUENCE OF THE EXTERNAL MAGNETIC FIELD ON PROCESS OF ELECTROEROSIVE PROCESSING

© 2012 M.Yu. Sarilov, A.A. Kovbasyuk

Komsomolsk-on-Amur State Technical University

In article ways of creation and imposing the external magnetic field on process of electroerosive processing are considered. Experiment on research the influence of constant magnetic field on electroerosion is described. Positive sides of influence of external magnetic field on process of electroerosive processing are shown. Validity of the expression characterizing interrelation of characteristics of a magnetic field and moving of particles at electroerosive processing is confirmed.

Key words: *electroerosive processing, magnetic field, ferromagnetic particles, power lines*

Mikhail Sarilov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department "Machines and Apparatuses of Chemical Enterprises".

E-mail: sarilov@knastu.ru

Arnold Kovbasyuk, Post-graduate Student. E-mail: arni555@bk.ru