

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ КЕРАМИКИ

Абляз Т.Р.¹, Иванов В.А.¹, Матыгуллина Е.В.¹, Аликин Е.С.¹

¹*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, lowrider11-13-11@mail.ru*

Работа посвящена разработке технологии электроэрозионной обработки диэлектрического материала - керамики. Обработка заготовок выполненных из высокотвёрдых диэлектрических материалов с высокой точностью является актуальной проблемой машиностроения. Применение для этих целей методов электроэрозионной обработки требует создания определенных условий, при которых становится возможным формирование канала пробоя между электродом-инструментом и обрабатываемой заготовкой. В работе представлена разработанная в лаборатории «Электроэрозионной обработки» Пермского национального исследовательского политехнического университета технология электроэрозионной обработки керамических материалов, основанная на методе вспомогательного электрода с добавлением мелкодисперсного металлического порошка в зону резания. Показано, что после обработки диэлектрического материала с нанесением электропроводящего поверхностного слоя происходит разрушение поверхности диэлектрического материала. Наблюдается легирование керамической заготовки элементами электрода-инструмента.

Ключевые слова: проволочно-вырезная электроэрозионная обработка, электрод-инструмент, поверхностный слой, электрод-деталь, диэлектрик, проводник.

DEVELOPMENT OF CERAMICS EDM TECHNOLOGY

Ablyaz T.R.¹, Ivanov V.A.¹, Matigullina E.V.¹, Alikin E.S.¹

¹*Perm national research polytechnic university, Perm, lowrider11-13-11@mail.ru*

Work is devoted to the development of technology of electrical discharge machining of dielectric material - ceramics. Workpieces made of vysokotvërdyh dielectric materials with high accuracy is the issue of engineering. Application for the purpose of electrical discharge machining method requires the creation of certain conditions under which it becomes possible to form a channel breakdown between the electrode-tool and the workpiece. The paper presents a developed in the laboratory of "electrical discharge machining" Perm National Research Polytechnic University of Technology electrical discharge machining of ceramic materials based on the method of the auxiliary electrode with the addition of finely divided metal powder to the cutting area. It is shown that after treatment with the coating of dielectric material electrically conductive surface layer is destroyed surface of the dielectric material. Listed alloying elements ceramic preform tool electrode.

Keywords: wire electrical discharge machining, the electrode tool, the surface layer, the electrode- detail, dielectric, conductor.

Для повышения надежности выпускаемой продукции широкое применение находят материалы, обладающие высокими физико-механическими свойствами. Применение данных материалов позволяет повысить прочностные и эксплуатационные характеристики выпускаемых изделий, что, в свою очередь, позволяет создавать более функциональные механизмы, обладающие малыми габаритами при более высоких функциональных возможностях [1-4].

Одним из таких материалов является керамика. Благодаря высокой твердости, износостойкости, жаропрочности и стойкости к агрессивным средам, данные материалы применяются при изготовлении режущего инструмента, двигателей, ракетостроении и в других отраслях производства.

Недостатком использования керамических изделий является сложность их обработки. В связи с высокой хрупкостью данного материала его обработка на лезвийном оборудовании невозможна.

Адекватным решением данной проблемы может стать применение электрофизических методов размерной обработки материалов. Одним из таких методов является электроэрозионная обработка (ЭЭО).

Согласно ГОСТ 25331-82, ЭЭО заключается в изменении формы, размеров, шероховатости и свойств поверхности заготовки под действием электрических разрядов в результате электрической эрозии [1-3]. В связи с тем, что керамические материалы являются диэлектриками, их обработка методами электрофизического взаимодействия зачастую невозможна.

В связи с этим разработка технологии электроэрозионной обработки керамических заготовок является актуальной задачей.

В настоящее время изучением процесса электроэрозионной обработки диэлектриков занимаются ведущие мировые ученые, такие как Naotake Mohri, Yasushi Fukuzawa, Takayuki Tani, Gokhan Kucukturk, Can Cogun. Однако в полной мере процесс не изучен [5,6].

В современном производстве резко повысились требования к точности, шероховатости и качественным характеристикам поверхности деталей. Адекватным ответом на эти требования стало активное применение в промышленности процессов электроэрозионной обработки (ЭЭО) [1,2,3].

Целью работы является разработка технологии электроэрозионной обработки керамики.

Для решения поставленной цели в работе были решены следующие задачи:

1) Проведен анализ существующих технологий электроэрозионной обработки керамических материалов.

2) Отработана технология электроэрозионной обработки керамических материалов на копировально-прошивном электроэрозионном станке.

Материалы и методы исследования

Для осуществления процесса ЭЭО необходимо создать большую концентрацию энергии в зоне разряда. Для достижения этой цели используется генератор импульсов (ГИ). Импульсы тока, сформированные ГИ, подаются на электрод-деталь и электрод-инструмент. Процесс ЭЭО происходит в рабочей жидкости (РЖ) - диэлектрике, которая заполняет межэлектродный промежуток.

Пробой межэлектродного промежутка (стример) представляет собой плазменный канал, увеличивающийся со временем из-за высокого внутреннего давления [1-3].

Процесс образования стримера зависит от множества факторов: от свойств РЖ, от степени загрязнения РЖ продуктами эрозии, от материала электродов и др. [1].

Технология обработки диэлектрических материалов представлена в работах [5,6]. Основным принципом рассмотренных технологий является методика создания искусственной проводимости материала. На обрабатываемую диэлектрическую заготовку наносится тонкий слой электропроводящего материала (рис.1). В начале обработки электрод-инструмент начинает взаимодействовать со вспомогательной токопроводящей пластиной. В результате чего, с поверхности токопроводящей пластины начинают отделяться электропроводящие продукты. Наличие токопроводящих продуктов эрозии в межэлектродном зазоре способствует созданию электрического разряда, который в свою очередь начинает выбивать микропорции материала с поверхности диэлектрической заготовки.

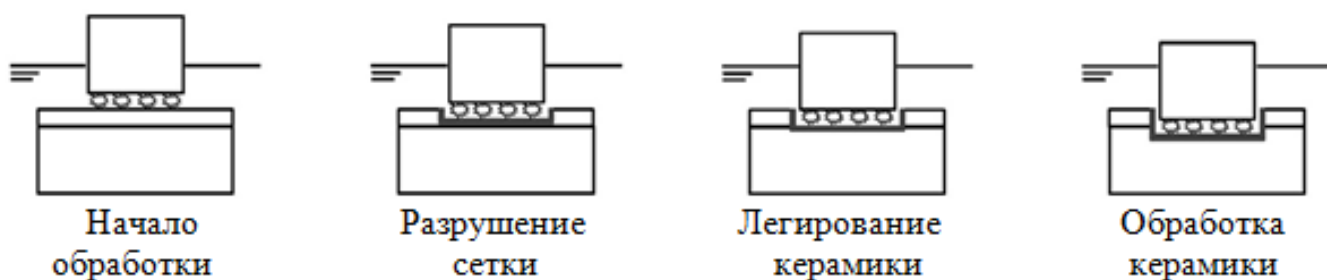
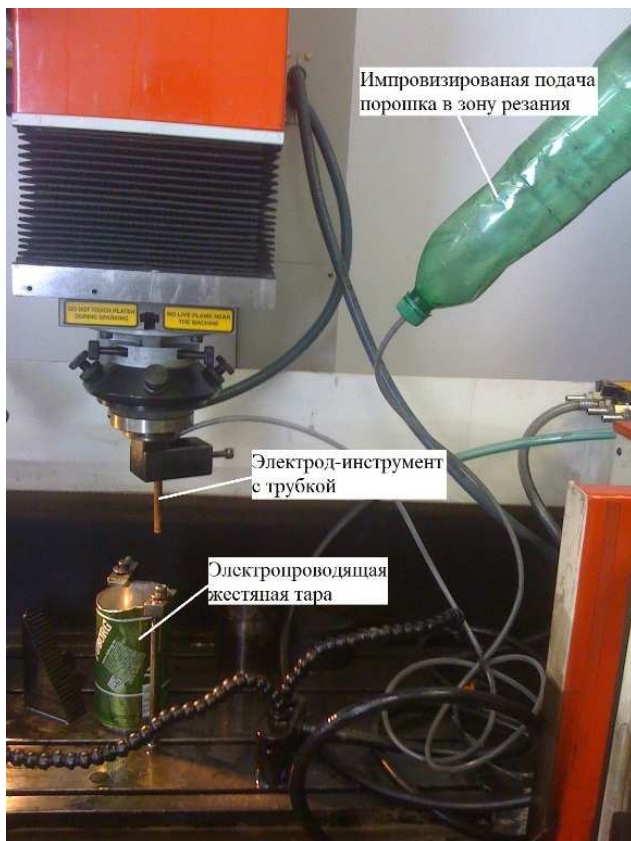


Рис.1 Схема электроэрозионной обработки диэлектрика

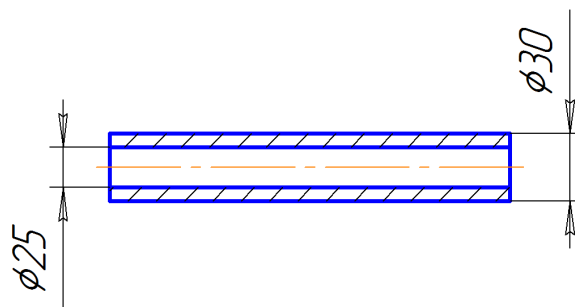
В лаборатории «Электроэрозионной обработки» Пермского национального исследовательского политехнического университета для обработки керамики методом ЭЭО отработывается технология, заключающаяся в нанесении на поверхность обрабатываемой заготовки электропроводного слоя, обеспечивающего образование начальной искры, и последующей подачей металлического порошка в зону искрообразования для последующего протекания процесса обработки. На рис.2 представлена экспериментальная установка.



а)



б)



в)

Рис.2 Экспериментальная установка:

а) экспериментальная установка; б) система подачи порошка; в) трубчатый электрод.

В качестве экспериментального оборудования выбран копировально-прошивной электроэрозионный станок Smart CNC. Рабочая жидкость - масло И-20А.

В качестве обрабатываемого материала выбрана керамика марки «Al₂O₃+ZrO₁₅» в форме бруска 20x5x5 (Рис.3).

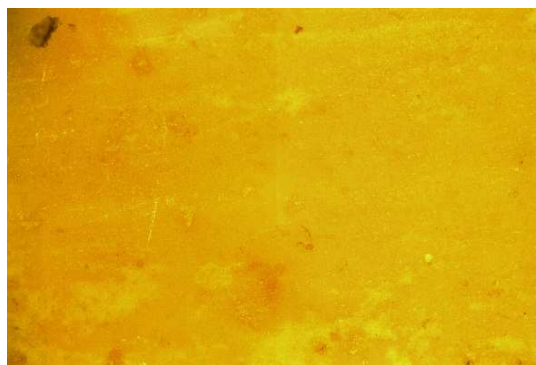


Рис.3 – Поверхность керамики, x200.

Для создания токопроводящего слоя на обрабатываемой поверхности заготовки наносится слой металлической фольги. Для обеспечения стабильного разряда в зону обработки подается мелкодисперсный металлический порошок. Наличие порошка в зоне разряда обеспечивает процесс искрообразования при обработке диэлектрика.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования показано, что при нанесении электропроводящего поверхностного слоя и подачи порошкового материала в зону резания, наблюдается возникновение электрической искры. При обработке электропроводящего поверхностного слоя процесс ЭЭО характеризуется стабильным искрообразованием. После прожига токопроводящего металлического слоя процесс ЭЭО керамического материала характеризуется не стабильностью искрообразования. Подача в зону резания металлического порошка обеспечила возникновение кратковременных разрядов. В ходе проведенного эксперимента глубина обработки составила меньше 1 мм.

Анализ поверхности заготовки на микроскопе Olympus x200 (рис.4).

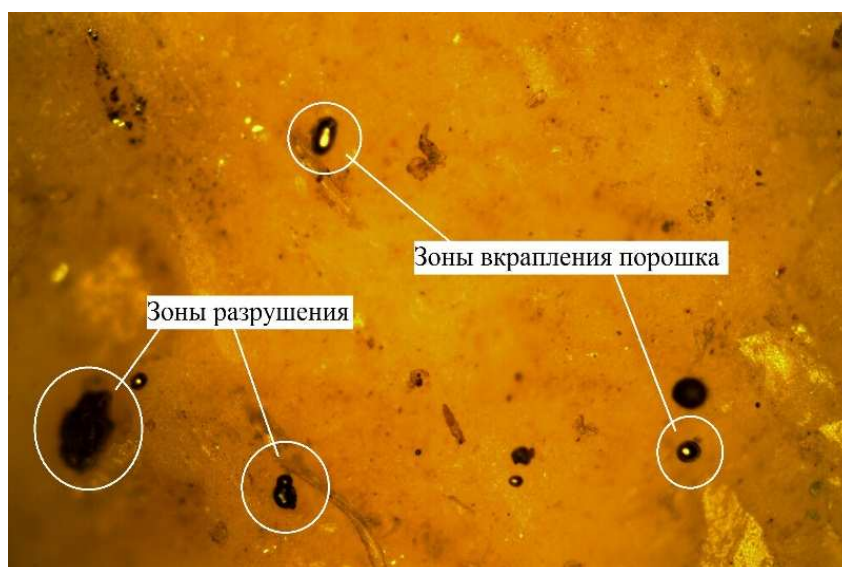


Рис. 4 – Поверхность керамики после обработки, x200.

На обработанной поверхности наблюдаются зоны вкрапления материала порошка, это показывает, что электрический разряд доходит до поверхности керамической детали. Зоны

разрушения поверхности керамики, аналогичные процессу электроэрозионной обработки электропроводных материалов (рис.5). Размер зоны разрушения составил 50 мкм.



Рис. 5 – Поверхность керамики после обработки, x500.

Также в ходе эксперимента было выявлено, что промываемость зоны резания ведет к улучшению процесса обработки. Промываемость осуществляется с помощью дополнительной подачи порошка в зону обработки через систему подачи (рис.2б).

Выводы

Металлизированный слой на поверхности керамики и подача металлического порошка в зону резания позволяет создать процесс искрообразования между электродом-деталью и электродом-инструментом.

Показано, что с увеличением подачи металлического порошка в зону резания наблюдается улучшение процесса искрообразования.

Для развития технологии ЭЭО керамических заготовок необходимо провести дополнительные исследования влияния технологических режимов резания на процесс искрообразования.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по государственному заданию (проектная часть) № 9.1570.2014/К.

Список литературы

1. Абляз Т.Р., Ханов А.М., Хурматуллин О.Г. Современные подходы к технологии электроэрозионной обработки материалов. – Пермь: Изд-во перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 112 с.
2. Журин А.В. Методы расчета технологических параметров и электродов-инструментов при электроэрозионной обработке. дисс. ... канд. техн. наук : 05.03.01. Тула: ТГУ, 2005. 132 с. Naoteke Mohri, Yasushi Fukuzawa, Assisting Electrode Method for Machining Insulating Ceramics // Received 2 March 2009; accepted 30 May 2009, s150-s154.
3. Лазаренко Б.Р. Электрические способы обработки металлов, и их применение в машиностроении./ Б.Р. Лазаренко – М.: Машиностроение. 1978, - 40 с.
4. Khanov A.M., Muratov R.A., Muratov K.R., Gashev E.A. Nanoroughness produced by systems with raster kinematics on surfaces of constant curvature.// Russian Engineering Research. 2010. Т. 30. № 5. С. 528-529.
5. Naoteke Mohri, Yasushi Fukuzawa, Assisting Electrode Method for Machining Insulating Ceramics // Received 2 March 2009; accepted 30 May 2009, s150-s154.
6. Takayuki Tani, Nagao Saito, Method of Auxiliary grid for Ceramic // Nagaoka University of Technology, 1603-1, Kamitomioka, Nagaoka, 940-2188 Niigata, Japan. В Institute of Ceramics and Glass (ICV-CSIC), Kelsen 5, 28049 Madrid, Spain

Рецензенты:

Беленький В.Я., д.т.н., проф., декан МТФ ПНИПУ, г. Пермь.

Сиротенко Л.Д., д.т.н., профессор кафедры МТиКМ ПНИПУ, г. Пермь.