

УДК 621.9.048.4

НАЗНАЧЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВА ИНКОНЕЛЬ 718 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАДАЧИ СТЕФАНА

Павел Александрович Сухарев

Студент 5 курса

кафедра «Инструментальная техника и технологии»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: И.Б. Ставицкий,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии»

В настоящее время сплав Инконель 718, благодаря своим механическим свойствам, находит широкое применение в авиационной промышленности, нефтехимической, газонефтяной и ряде других отраслей, где требуется коррозионностойкий материал, работающий в агрессивных средах при высоких температурах. Данный материал относится к аустенитным никель-хромовым жаропрочным сплавам и основными элементами в его составе является никель ($Ni=50...55\%$) и хром ($Cr=17...21\%$). Наряду с его положительными эксплуатационными свойствами данный сплав плохо обрабатывается резанием, поэтому все больше для его обработки применяют электрофизические методы обработки, например, электроэрозионную. Однако в настоящее время не разработаны методики по выбору рациональных режимов обработки этого материала, недостаточно исследованы его обрабатываемость этим методом.

Целью данной работы является исследование обрабатываемости сплава Инконель 718 методом электроэрозионной обработки (ЭЭО) и выбор рациональных режимов его обработки.

Исследования электроэрозионной обрабатываемости сплава Инконель 718 проводились на основе решения тепловой задачи о перемещении границы фазового превращения материала для двухфазной системы – задачи Стефана. Решение задачи позволяет выявить зависимость глубины проплавления материала от времени действия источника теплоты (импульса тока). При этом учитываются теплофизические свойства обрабатываемого материала и плотность теплового потока. Использование специальной программы Erosion для решения данной задачи, состоящей из системы дифференциальных уравнений второго порядка, дает возможность проанализировать процесс удаления материала при ЭЭО. В результате решения тепловой задачи были получены следующие результаты: зависимость глубины проплавления материала от длительности импульса теплового источника, величины минимально необходимой для осуществления процесса обработки длительности импульсов тока, максимальной и эффективной глубины проплавления материала и соответствующие им длительности импульсов тока при разных энергетических режимах.

Длительность импульсов напрямую сказывается на производительности обработки. Полученное значение минимальной длительности импульсов тока для различных тепловых потоков позволяет оценить время, при котором начинает плавиться металл и становится возможным процесс ЭЭО. Для этих же величин тепловых потоков найдены значения максимальной длительности импульса, превышение которых не приводит к дальнейшему росту глубины проплавления. Также

в результате исследований были получены значения эффективной длительности импульса, соответствующие максимально производительной обработке. На основании этих зависимостей можно оптимизировать режимы обработки и повысить производительность и стабильность процесса ЭЭО.

Кроме этого была получена зависимость шероховатости обработанной поверхности от плотности теплового потока. Как известно, поверхность после ЭЭО представляет совокупность большого количества единичных лунок, полученных в результате воздействия электрических разрядов. Данная зависимость была получена с помощью чертежно-графического редактора КОМПАС 3D-V16 в результате построения перекрытия лунок. Результат является приближенным, так как не учитывает искажения формы лунки и другие физические процессы, возникающие во время электрического разряда.

На сегодняшний день точной взаимосвязи между тепловым потоком и режимом обработки не выявлено. Поэтому для определения рациональных режимов ЭЭО предлагается установить связь между обрабатываемостью исследуемого материала и материалов, для которых в настоящее время рациональные режимы определены. Исходя из вышесказанного, материалы, имеющие схожие зависимости глубины проплавления от времени действия теплового потока (в определенном диапазоне тепловых потоков), целесообразно обрабатывать на одних и тех же режимах. В работе представлены результаты сравнения обрабатываемости сплава Инконель 718 с кобальтом, железом и медицинским сплавом (Co-61,6%, Cr-30%, Mo-6,5%).

Полученные на основе решения тепловой задачи о перемещении границы фазового превращения материала результаты можно использовать для назначения рациональных режимов ЭЭО для сплава Инконель 718 и тем самым повышать производительность его обработки.

Литература

1. *Елисеев Ю.С., Саушкин Б.П.* Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники / под ред. Б.П. Саушкина. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2010.
2. *Золотых Б.Н., Любченко Б.М.* Инженерная методика расчета технологических параметров ЭЭО. М.: Машиностроение, 1981.
3. *Крейт Ф., Блэк У.* Основы теплопередачи: пер. с англ. М.: Мир, 1983.
4. *Ставицкий И.Б.* Определение рациональных режимов электроэрозионной обработки на основе решения тепловой задачи о перемещении границы фазового превращения материала. Вестник МГТУ. Спец. выпуск «Энергетическое и транспортное машиностроение». 2011
5. *Ставицкий И.Б., Хапаев М.М.* Особенности электроэрозионной обработки композиционных поликристаллических сверхтвердых материалов на основе алмаза. Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. 1997. №2.
6. *Окулов Н.А.* Об одном численном методе решения одномерных задач типа Стефана // Вычислительные методы и программирование. Т.12, 2011.
7. *Калиткин Н.Н., Корякин П.В.* Численные методы. Кн.2. Методы математической физики. М.: Академия, 2013.
8. *Gupta S.C.* The Classical Stefan Problem: basic concepts, modelling and analysis. North-Holland Series in Applied Mathematics and Mechanics: JAI Press. 2003.