

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ЭЛЕКТРОД-ИНСТРУМЕНТА ПРИ КОПИРОВАЛЬНО-ПРОШИВНОЙ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ БИМЕТАЛЛОВ

Шлыков Е.С., Абляз Т.Р.

¹Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, lowrider11-13-11@mail.ru

Применение биметаллов в машиностроении позволяет повысить эксплуатационные свойства деталей машин и механизмов. Обработка таких деталей зачастую является невозможной на традиционном металлообрабатывающем оборудовании. В связи с этим при обработке биметаллов широкое применение нашли технологии электроэрозионной обработки. Процесс электроэрозионной обработки биметаллов изучен не в полной мере. Целью работы является экспериментальное исследование износа электрод-инструмента при обработке биметалла на копировально-прошивном станке в зависимости от материала электрод-инструмента и режимов обработки. Показано, что снижение износа электрод-инструмента достигается путем использования материалов, имеющих высокую эрозионную стойкость. Из результатов экспериментальных исследований установлено, что износ электродов зависит от формы и энергии импульсов, причем для различных материалов форма импульсов, обеспечивающая минимальный износ, различна. Экспериментальные исследования проводились на электроэрозионном копировально-прошивном станке Smart CNC. Для проведения экспериментов используются 4 материала электрод-инструмента: латунь, медь, дюраль, сталь. В качестве обрабатываемого материала выбран биметалл, состоящий из стали и меди. Показано, что при обработке такими электродами биметалла, состоящего из стали и меди, износ ЭИ неравномерен: в месте обработки меди электрод изнашивается сильнее, чем в месте обработки стали. По результатам экспериментального исследования установлен оптимальный режим обработки и материал электрод-инструмента для обработки биметалла.

Ключевые слова: копировально-прошивная электроэрозионная обработка, биметалл, режимы обработки, электрод-инструмент, износ

RESEARCH OF ELECTRODE-TOOL WEAR DURING SINKER ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING OF BIMETALS

Shykov E.S., Ablyaz T.R.

¹Perm national research polytechnic university, Russia, Perm, 614990, Komsomolsky Av. 29, lowrider11-13-11@mail.ru

Application of bimetal in engineering improves performance characteristics of the machine parts and mechanisms. Traditional processing such parts is often impossible and so EDM technology is widely applied for bimetal processing. The EDM process of bimetal is not studied completely. The basics of electrical discharge machining process of bimetal not fully explored. The aim of the work is an experimental research of electrode-tool wear during sinking electrical discharge machining process of bimetal, depending on electrode-tool material and processing modes. One of the way to reduce the electrode-tool wear is the using materials with high erosion resistance. Electrode-tool wear depends on the shape and energy of pulse. The various pulse shapes providing minimal wear, is different for various materials. The experimental studies were conducted with sinker EDM Smart SNC. For experiments were used four electrode-tool material: brass, copper, duralumin, steel. As processed material was used bimetal consisting of steel and copper. The optimal processing mode and electrode-tool material for bimetal treatment was shown.

Keywords: sinking electrical discharge machining, bimetal, processing modes, electrode-tools, wear

Биметаллы – слоистые материалы, состоящие из двух или более металлов и сплавов [3, 6]. Применение биметаллов в машиностроении позволяет повысить эксплуатационные свойства деталей машин и механизмов [2, 7].

Составляющие многослойных металлических композиций обладают различными физическими и механическими свойствами, имеют неоднородный химический состав [9-10]. Свойства промежуточной зоны между слоями также отличаются от свойств металлов, входящих в данную композицию [8]. Эти обстоятельства необходимо учитывать при разработке технологических процессов обработки биметаллов, которые во многих случаях существенно отличаются от процессов обработки однородных металлов. Обработка таких деталей зачастую является невозможной на традиционном металлообрабатывающем оборудовании. В связи с этим при обработке биметаллов широкое применение нашли технологии электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) основана на эффекте расплавления и испарения микропорций материала, в основном под тепловым воздействием импульсов электрической энергии. Эта энергия выделяется в канале разряда между поверхностью обрабатываемой детали и электродом-инструментом, погруженным в жидкую (обычную неэлектропроводящую) среду. Следующие друг за другом импульсные разряды производят выплавление и испарение микропорции материала; частицы расплавленного материала выбрасываются из зоны обработки развивающимся в канале разряда давлением, и электрод-инструмент (ЭИ) получает возможность внедряться в обрабатываемую деталь [4].

Материал, из которого изготовлен ЭИ, является одним из основных элементов, участвующих в электроэрозионном процессе. Производительность и качество ЭЭО находятся в зависимости от материала ЭИ. Электрод-инструмент должен изготавливаться из эрозионно-стойкого материала, обеспечивать стабильную работу во всем диапазоне рабочих режимов ЭЭО и максимальную производительность при малом износе. Количество тепловой энергии, выделяющейся на каждом из электродов при импульсном электрическом разряде, неодинаково; также различно и количество снимаемого материала с поверхности каждого из электродов.

Менее интенсивная электрическая эрозия будет менее интенсивной у материалов, обладающих высокими температурами плавления. Материалы, используемые для изготовления электродов-инструментов, в порядке возрастания их эрозионной стойкости: алюминий и его сплавы, серый чугун, латунь, медь, вольфрам, графитированные материалы [1].

Неизбежным результатом действия импульса тока является расплавление не только обрабатываемого материала, но и материала электрода. При обработке биметалла износ ЭИ будет неравномерным. Основы процесса ЭЭО биметаллов изучены не в полной мере [5].

Целью работы является экспериментальное исследование износа ЭИ при обработке биметалла на копировально-прошивном станке в зависимости от материала электрода-инструмента и режимов обработки.

Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования проводились на электроэрозионном копировально-прошивном станке Smart CNC.

В качестве рабочей жидкости выбрано масло EDM Oil – IPOL SEO 450.

В качестве обрабатываемого материала биметалл, состоящий из стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 и меди М1 по ГОСТ 859-2001.

Режимы обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Режимы обработки

Режимы обработки	min	med	max
Топ, мкс	1	100	750
Ip, А	0.5	3	20
U, В	50	50	50
Глубина обработки, мм	5	5	5
Значение режимов обработки в кодах станка Smart CNC	E13	E55	E96

В качестве электродов-инструментов используются: латунь марки Л65 ГОСТ 17711-93, медь марки М1 ГОСТ 859-2001, дюралюминий марки Д16 ГОСТ 4784-74, сталь 20 ГОСТ 1050-88. Диаметр электродов 8 мм.

Результаты эксперимента и обсуждение

В результате проведения экспериментальных исследований установлено, что в процессе ЭЭО биметалла наблюдается неравномерность износа ЭИ. Результаты разности износа ЭИ в зависимости от режима обработки и материала электрода представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты износа ЭИ

Режим обработки/ Материал электрода	Разность износа на min режиме	Разность износа на med режиме	Разность износа на max режиме
Латунь	1,70	2,54	3,24
Медь	0,70	0,06	0,03
Дюраль	1,61	2,64	1,20
Сталь	1,82	1,60	1,53

Износ латунного, дюралевого, стального, медного электродов на режимах min, med, max представлен на рисунках 1, 2, 3, 4 (а, б, в) соответственно.

Проведенные эксперименты показали, что максимальный износ электродов достигнут при обработке на режиме тах.

При обработке латунным электродом наблюдается наибольшая неравномерность износа рабочих поверхностей электрода-инструмента.

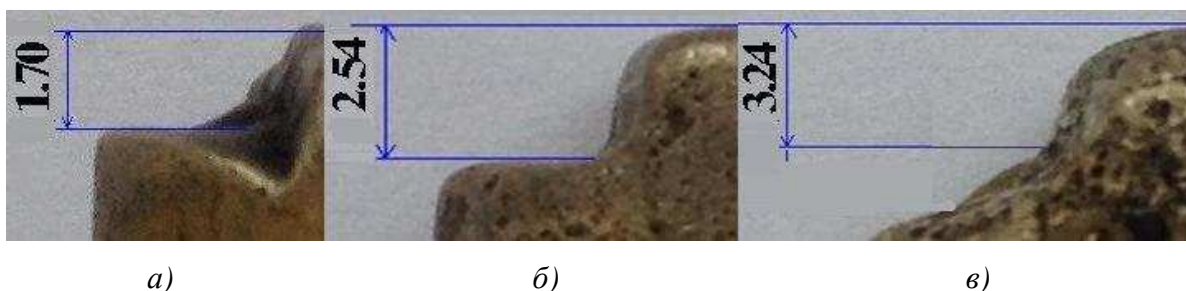


Рис. 1. Износ латунного электрод-инструмента

Обработка дюраlevым электродом характеризовалась интенсивным образованием продуктов эрозии и их налипанием на рабочие участки электрода-инструмента. Обработка биметаллической заготовки на тах режиме дюраlevым электродом сопровождалась интенсивным износом ЭИ и возникновением наростов. В связи с возникновением наростов на дюраlevом ЭИ процесс ЭЭО характеризовался возникновением короткого замыкания и остановкой процесса резания.

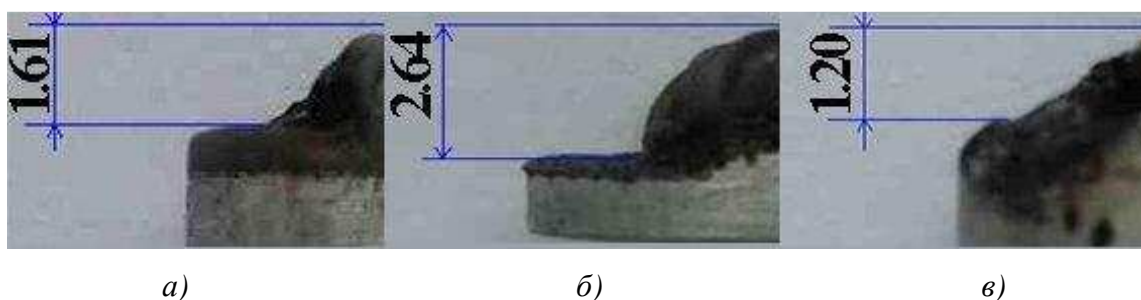


Рис. 2. Износ дюраlevого электрод-инструмента

Обработка биметалла стальным электродом-инструментом характеризуется нестабильной обработкой. На поверхности электрода-детали в процессе обработки формировался нарост из отработанных продуктов эрозии.

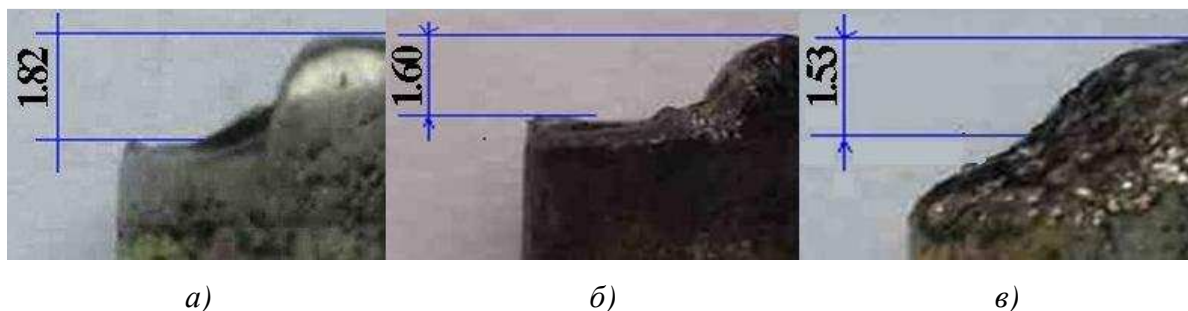


Рис. 3. Износ стального электрод-инструмента

Электроды-инструменты из меди позволили обеспечить наибольшую производительность обработки биметалла.

При обработке медным электродом на режимах *med* и *max* износ электрода является минимальным и составляет 0,06 мм и 0,03 мм соответственно. Образования нароста не наблюдалось. Процесс ЭЭО характеризовался стабильным искрообразованием.

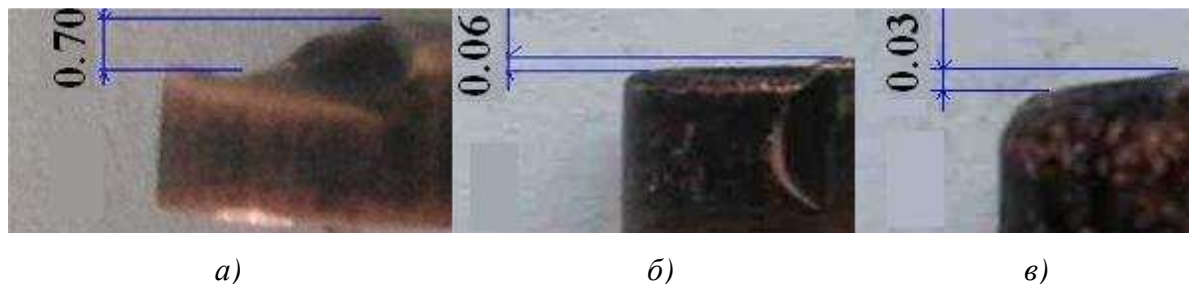


Рис. 4. Износ электрод-инструмента

Показано, что наиболее стабильную обработку биметаллических материалов обеспечивают электроды, выполненные из меди.

Из результатов эксперимента установлено, что ЭИ из меди дают возможность обеспечивать наиболее стабильное течение процесса ЭЭО обработки биметалла и минимальную разность износа в местах обработки стали и меди.

Выводы

Показано, что при обработке латунным электродом биметалла, состоящего из стали и меди, износ ЭИ неравномерен: в месте обработки меди электрод изнашивается сильнее, чем в месте обработки стали. Максимальная разница в износе электрода составляет 3,24 мм

Установлено, что при обработке медным электродом на *med*, *max* режимах износ электрода является минимальным и составляет 0,06 мм и 0,03 мм соответственно.

Показано, что при обработке дюралевым электродом биметалла, состоящего из стали и меди, износ ЭИ неравномерен: в месте обработки меди электрод изнашивается сильнее, чем в месте обработки стали. Максимальная разница в износе электрода составляет 2,64 мм.

Показано, что при обработке стальным электродом биметалла, состоящего из стали и меди, износ ЭИ неравномерен: в месте обработки меди электрод изнашивается сильнее, чем в месте обработки стали. Максимальная разница в износе электрода составляет 1,82 мм.

Экспериментально определено, что целесообразно обрабатывать биметалл, полученный из материала стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 и материала наплавки М1 по ГОСТ 859-2001, медным электродом на *med* режиме с силой тока $I_p=20A$, временем включения импульса $T_{on}=750$, напряжением $U=50$ В, при *max* режиме с силой тока $I_p=3A$, с временем включения импульса $T_{on}=100$, напряжением $U=50$ В.

Список литературы

1. Бабич Б.Н. Металлические порошки и порошковые материалы: справочник. М: ЭКОМЕТ, 2005. 520 с.
2. Глухих Л.П., Козлов В.И. – Металловедение и термическая обработка металлов, 1982, № 10. — С. 45–47
3. Голованенко С.А., Меандров Л.В. Производство биметаллов. М.: Металлургия, 1986. 304 с.
4. Иванайский А.В., Свириденко Д.С., Рябцева А.В. Применение электроэрозионной обработки при производстве деталей машин // Технология машиностроения. – 2013. – № 2. – С. 18–20.
5. Немилев Е.Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов. – М.: Машиностроение. 1989. – 146 с.
6. Слоистые металлические композиции. Учебн. пособие. Потапов И.Н., Лебедев В.Н., Кобелев А.Г., М.: Металлургия, 1986. 216 с.
7. Слюсарев М.В. Исследование параметров качества биметаллических листов. Вестник ВолГУ, серия 9 выпуск 6, 2007. С. 176-182.
8. Тодоров Р.П. Биметаллические контакты. М.: Металлургия, 1976. 88 с.
9. Маковский В.А., Ейльман Л.С. – Биметаллические прутки. М.: Металлургия, 1981. 180 с.
10. Матвеев А.С. Особенности применения конструкционных материалов при изготовлении электродов вакуумных приборов. Конструкции из композиционных материалов. № 2, 2010, С. 28–31.

Рецензенты:

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

Сиротенко Л.Д., д.т.н., проф., ПНИПУ, г. Пермь.