

Рис. 1. Алгоритм определения статических и кинематических геометрических параметров резательного инструмента

Литература

1. Родін, П.Р. Основы проектирования режущих инструментов [для инженеров, технических работников, аспирантов и студентов вузов] [Текст]: учеб. для студентов машиностроительных специальностей / П.Р. Родін – Киев: Вышп. шк. 1990. – 421 с.: ил.
2. Родін, П.Р. Різальний інструмент в прикладах і задачах [навчальний посібник для студентів, які вивчають дисципліни «Різальний інструмент» і «Технологія виготовлення різальних інструментів»] [Текст]: навчальний посібник / П.Р. Родін, Н.С. Равська, Л.І. Ковальова. – Киев: Вища школа, 1994. – 293 с.: ил.

УДК 621.923.7

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОДОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ПОЛИРОВАНИЯ

Ю.В. Синькевич, В.К. Шелег, И.Н. Янковский
 Белорусский национальный технический университет, Минск

Введение. Анодный и катодный процессы в водных электролитах имеют ряд существенных различий в природе физико-химических яв-

ний, протекающих около активного электрода, под которым понимают электрод с меньшей площадью поверхности. Анодный процесс сопровождается растворением металла, а катодный, при определенной напряженности электрического поля, – эрозией. При плавном повышении напряжения на аноде от 0 до 550 В анодный процесс последовательно проходит через пять стадий: классический электролиз, коммутационный режим, режим нагрева электролитной плазмой, электрогидродинамический режим и электролитно-разрядный режим [1]. Высококачественное полирование поверхности металлов и сплавов достигается в электрогидродинамическом режиме. Разработанный метод обработки, нашедший широкое промышленное применение, получил название электроимпульсного полирования (ЭИП) [2]. Процесс ЭИП считается устойчивым в случае, когда вся обрабатываемая поверхность заготовки покрыта сплошной, динамически устойчивой парогазовой оболочкой, в электрической цепи отсутствуют пульсации электрического тока большой амплитуды, а температура заготовки равна температуре электролита или незначительно ее превышает.

Методы исследований. Устойчивость процесса ЭИП исследовалась на экспериментальной установке, в состав которой входил регулируемый источник питания мощностью 15 кВт и электролитическая ячейка объемом 19 дм³ с механизмом подачи анода. Катод и анод были выполнены в виде цилиндрических образцов Ø 1,8 мм из коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т. Катод неподвижно располагался в электролитической ячейке на глубине 100 мм от зеркала электролита. После подачи напряжения на электроды анод вертикально погружался в электролит со скоростью 1 мм/с. В качестве электролита использовался водный раствор сульфата аммония, концентрация которого варьировалась от 2 до 6,5 % (вес.), а его температура изменялась в диапазоне 70...90 °С с шагом 5°С. Устойчивость процесса ЭИП оценивалась визуально по наличию сплошной парогазовой оболочки около поверхности анода, а также по величине амплитуды колебаний электрического тока в цепи. Ход эксперимента фиксировался с помощью цифровой видеокамеры Sony DCR-FC 42E.

Результаты и обсуждение. Одним из важных факторов, влияющих на устойчивость процесса ЭИП, является соотношение площадей поверхностей анода S_a и катода S_k ($\Delta = S_a / S_k$). При нарушении баланса площадей поверхностей электродов анодный электрогидродинамический режим меняется на режим катодного нагрева. Парогазовая оболочка около поверхности анода исчезает. Поверхность анода интенсивно растравливается, что приводит к потере качества поверхности анода (заготовки). Одновременно с этим парогазовая оболочка возникает около поверхности катода. При напряжениях, характерных для процесса ЭИП, в парогазовой оболочке около

поверхности катода зажигается сплошной дуговой разряд, вызывающий интенсивные эрозию и разогрев (вплоть до плавления) катода. Катод выходит из строя. Это обстоятельство играет немаловажную роль при расчете максимально допустимой обрабатываемой площади поверхности заготовок с учетом фактической площади поверхности ванны установки ЭИП, выполняющей роль катода.

На сегодняшний день для ЭИП экспериментально обоснованного соотношения площадей поверхностей электродов не установлено. Основываясь на опыте электрохимического полирования, авторы [3] утверждают, что минимальное значение соотношения площадей электродов Δ при ЭИП должно составлять 1:5. Следует отметить, что завышенная величина соотношения Δ , принятая на этапе проектирования оборудования для ЭИП, неизбежно приводит к ухудшению технико-экономических характеристик оборудования. На величину соотношения Δ оказывают влияние физико-механические свойства электролита и режимы ЭИП – напряжение обработки, концентрация и температура электролита. На рис. 1 представлены зависимости соотношения площадей электродов от концентрации и температуры электролита.

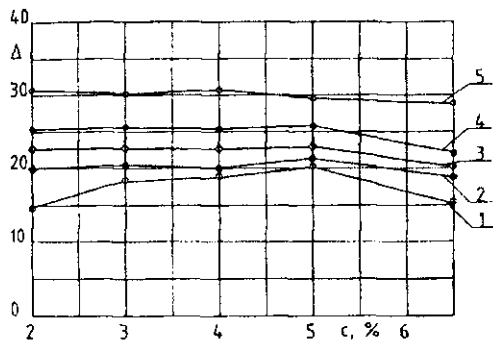


Рис. 1. Соотношение площадей электродов при погружении анода в электролит: 1 – $T_{эл} = 70^\circ\text{C}$; 2 – $T_{эл} = 75^\circ\text{C}$; 3 – $T_{эл} = 80^\circ\text{C}$; 4 – $T_{эл} = 85^\circ\text{C}$; 5 – $T_{эл} = 90^\circ\text{C}$

росту величины соотношения площадей поверхностей электродов, максимальное значение которой наблюдается при температуре 90°C .

Анализ полученных результатов показывает, что при температуре электролита в диапазоне $75\text{--}90^\circ\text{C}$ повышение концентрации сульфата аммония от 2 до 5 % (вес.) оказывает незначительное (не более чем на 5 %) влияние на величину соотношения Δ . Повышение концентрации до 6,5 % (вес.) приводит к снижению величины соотношения Δ в среднем на

полученные при напряжении обработки 300 В. Как следует из рис. 1, при температуре электролита 70°C для исследованного диапазона концентраций электролита смена электрогидродинамического режима на режим катодного нагрева происходит при превышении площади анода над площадью катода в 15...20 раз. Повышение температуры электролита приводит к

18...23 %, сохраняя при этом превышение площади поверхности анода над площадью поверхности катода в 15...29 раз.

Исследование влияния подаваемого на электроды напряжения на величину соотношения Δ показало, что в диапазоне напряжений 280...340 В зависимость соотношения Δ от напряжения обработки имеет линейный горизонтальный характер, а колебание величины соотношения Δ не превышает 10 %.

Полученные данные справедливы для случая, когда площадь поверхности катода постоянна, а площадь поверхности анода постепенно возрастает за счет его погружения в электролит. Данная схема характерна для установок ЭИП, реализующих погружной метод обработки заготовок. Однако при струйной обработке, обработке с использованием затопленных струй или при случайном срыве парогазовой оболочки возможна ситуация, при которой напряжение подается на анод, полностью или частично смоченный электролитом. В этом случае происходит взрывоподобное образование (восстановление) парогазовой оболочки, приводящее к резкому возрастанию величины электрического тока и потребляемой мощности.

На рис. 2 представлены зависимости величины соотношения Δ от температуры электролита и концентрации сульфата аммония в момент подачи напряжения на электроды, полностью расположенные в электролите. В этом случае величина соотношения Δ снизилась в 31...43 раза по сравнению с данными, приведенными на рис. 1. Температура электролита оказывает наибольшее влияние на величину соотношения Δ при относительно низкой концентрации сульфата аммония. Увеличение концентрации сульфата аммония до 4...6 % (вес.) повышает вероятность перехода электрогидродинамического режима в режим катодного нагрева. Влияние температуры электролита при этом практически нивелируется.

Следует отметить, что после перехода анодного процесса в режим катодного нагрева уменьшение площади поверхности анода на 20...25 % способствует обратному переходу в электрогидродинамический режим в течение 1...3 с и восстановлению устойчивости процесса ЭИП. Этот факт

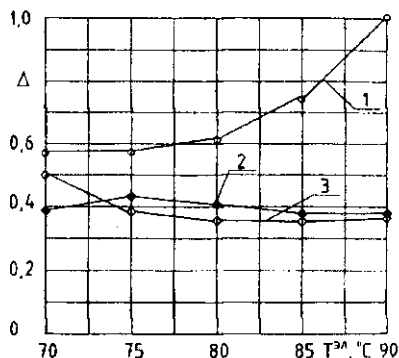


Рис. 2. Соотношение площадей электродов: 1 — 2 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 2 — 4 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 3 — 6 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

может быть использован для реализации дистанционного контроля и управления процессом ЭИП в реальном масштабе времени.

Выводы. Установлены предельно допустимые величины соотношений площадей поверхностей электродов при ЭИП в зависимости от условий и режимов обработки. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации эксплуатации оборудования ЭИП по производительности обработки и максимальной загрузке по мощности источника технологического тока.

Литература

1. Синькевич, Ю.В. Обеспечение геометрических параметров качества поверхности электроимпульсным полированием / Ю.В. Синькевич, И.Н. Янковский // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – Донецк: ДонИТУ, 2006. – Вып. 32. – С. 200 – 206.
2. Метод электроимпульсного полирования металлов / Е.Я. Головкина [и др.] // Машиностроение. – Минск, 1988. – Вып. 13. – С. 40 – 43.
3. Способ электрообработки: а.с. № 1425972 СССР / В.Н. Чачин, А.Э. Паршутю, Г.М. Кухаренко [и др.] // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 35. – С. 215.

УДК 621.9.04

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ ВЫСОКОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Ф. Присевко, Н.Т. Минченя, Д.А. Степаненко, В.Г. Куптель
Белорусский национальный технический университет, Минск

Введение. Одной из проблем, возникающих при точении высокопластичных материалов, является образование сливной стружки, которая затрудняет использование автоматизированного оборудования, хранение и транспортировку отходов производства, служит источником производственного травматизма. Как известно [1, 2], эффективность процесса резания высокопластичных материалов может быть существенно повышена за счет сообщения режущему инструменту направленных колебаний с заданной интенсивностью. В частности, при токарной обработке авторами предложена схема, представленная на рис. 1 и основанная на преобразовании продольных колебаний концентратора 2 в изгибные колебания державки резца 1. Державка крепится в узловых точках изгибных смещений 3, что позволяет избежать потерь энергии. Для дополнительного повышения эффективности дробления стружки на рабочем конце державки закреплена присоединенная (сосредоточенная) масса 4 (см. рис. 1). Применение такой системы позволяет увеличить