

В.С. Нисс, доц., канд. техн. наук;
Ю.Г. Алексеев, канд. техн. наук;
Е.В. Сорока, вед. инженер-электроник;
А.Э. Паршутто, ст. научн. сотр.;
А.Ю. Королёв, канд. техн. наук
(БНТУ, г. Минск)

РАЗРАБОТКА ИМПУЛЬСНОГО БИПОЛЯРНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В последнее время в промышленности появилась тенденция использования методов электрохимической обработки (ЭХО), основанные на применении милли- и микросекундных импульсов вместо постоянного тока [1, 2]. Исследования показали, что процессы, связанные с анодным растворением и пассивацией, развиваются не сразу, а с различной динамикой в микро- и миллисекундном диапазоне времен. Поэтому, варьируя амплитудой, полярностью и длительностью импульсов тока в этом временном диапазоне, можно сформировать анодный потенциал, обеспечивающий оптимальное соотношение скоростей растворения и пассивационных процессов. Длительности пауз между импульсами также оказывают влияние на протекающие процессы. Для каждой пары «анодный материал – электролит определенного состава» скорости развития процессов разные. Также отличаются и оптимальные величины потенциалов для ЭХО. Соответственно отличаются и амплитудно-временные параметры импульсов тока (амплитудная плотность тока, длительности импульса и паузы между импульсами), обеспечивающие, например, наивысшую скорость растворения материала, или качество сглаживания микрорельефа поверхности при электрохимической полировке.

Для исследования влияния временных параметров импульсов тока, а также длительности пауз между ними, на характеристики поверхности деталей из различных металлических материалов при ЭХО разработан специальный источник питания, обеспечивающий возможность регулирования частоту, длительность положительного и отрицательного импульсов, а также длительность пауз между ними в достаточно широком диапазоне. Разработанный источник питания позволяет формировать импульсы тока до 40 А обеих полярностей и способен регулировать их длительность в диапазоне от 10 мкс до 0,9 с, при возможности регулировки соотношения длительности импульсов и пауз от 1 к 1, до 1 к 9. Например: длительность положительного импульса – 90 мкс, дли-

тельность паузы после него – 50 мкс, длительность отрицательного импульса – 10 мкс и длительность паузы между отрицательным и положительным импульсом – 10 мкс. Технические характеристики источника питания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики источника питания

Длительность импульсов положительного и отрицательного тока, и пауз между ними	от 10 мкс до 0,9 с
Регулировка соотношения длительностей импульсов и пауз	от 1/1 до 1/9
Амплитуда напряжения импульсов	от 0 до 40 В.
Амплитуда тока импульсов	от 0 до 40 А.

Конструктивно источник питания состоит из двух одинаковых независимых источников положительного и отрицательного напряжения, и блока управления. Регулировка выходного напряжения каждого источника осуществляется с помощью трёхфазного автотрансформатора, подключенного до выпрямителя.

Блок управления источником питания (БУИП) отвечает за формирование импульсов положительного и отрицательного напряжения прямоугольной формы (рисунок 1).

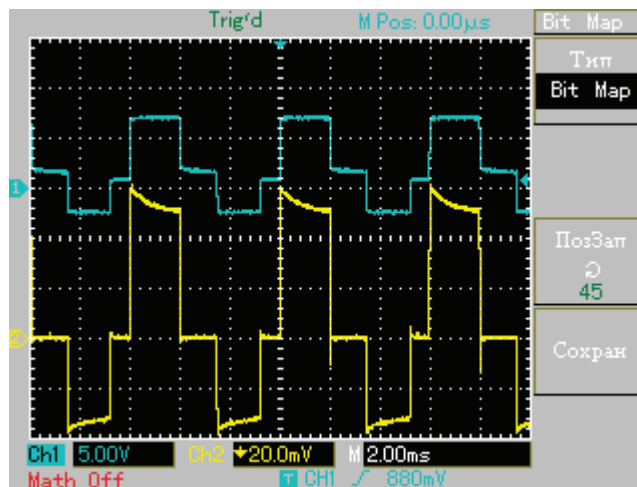


Рисунок 1 – Пример формы импульсов напряжения, формируемых БУИП в процессе обработки коррозионностойкой стали в кислотном электролите (верхняя линия осциллограммы – напряжение, нижняя – ток нагрузки)

БУИП состоит из следующих модулей (см. рисунок 2).

1. Генератор (имеет 2 независимых переключаемых модуля: первый – кварцевый, стабилизированный на 2 МГц и второй – RC-генератор с возможностью плавной настройки частоты генерации).

2. Цифровой делитель частоты. Позволяет переключать период выходного сигнала $t_{\text{вых}}$ от 10 мкс до 0,9 с с помощью пятиразрядного цифрового переключателя, расположенного на передней панели.

3. Блок формирования длительности импульсов. Позволяет с помощью четырёхразрядного цифрового переключателя, отдельно устанавливать в пределах от 1 до 9 (где 1 соответствует периоду сигнала $t_{\text{вых}}$) четыре значения времени сигнала:

- а. длительность положительного импульса,
- б. длительность паузы между положительным и отрицательным импульсом,
- с. длительность отрицательного импульса,
- д. длительность паузы между отрицательным и положительным импульсом.

4. Блок электронных ключей. Позволяет включать на нагрузку на заданное время положительное и отрицательное напряжение с силой тока до 40 А в импульсе.

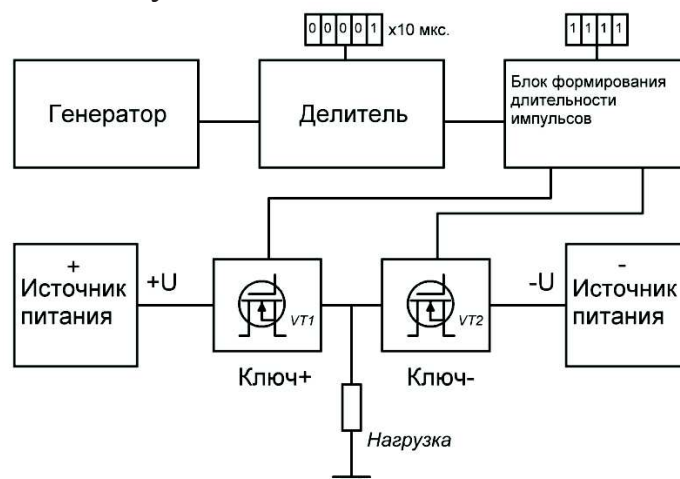


Рисунок 2 – Блок-схема биполярного импульсного источника питания экспериментальной установки электрохимической обработки

Электрическая схема (кроме оптронной развязки) собрана на быстродействующих КМОП микросхемах серии 74АС. Делитель частоты собран на пяти десятичных счётчиках 74АС192, коэффициент деления которых изменяется с помощью цифрового кодового переключателя от 1 до 99999.

Схема блока формирования длительности импульсов также собрана с применением счётчиков 74АС192, дешифратора-демультиплектора 74АС139, и нескольких вспомогательных логических микросхем. Рабочий цикл схемы состоит из четырёх временных отрезков и регулируется цифровыми переключателями.

Блок электронных ключей собран на мощных n-канальных МОП-транзисторах КТ723Г. Для защитной развязки с цифровыми управляющими сигналами использованы быстродействующие оптроны НСРЛ-2601. Общий вид блока представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Общий вид биполярного импульсного источника питания

Биполярный импульсный источник питания был испытан в ряде экспериментов по электрохимическому полированию образцов из коррозионностойкой стали, низкоуглеродистой стали, латуни, меди. В результате испытаний установлены особенности обработки, на возникновение которых влияют временные характеристики импульсов тока, или время паузы между ними. Создание источника питания с микросекундным диапазоном изменения временных параметров импульсов тока, открывает широкие возможности для разработки и исследования принципиально новых процессов обработки в электролитах, как с целью полирования поверхности, так и с целью нанесения покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галанин, С.И. Электрохимическое полирование поверхности ювелирных сплавов золота импульсными токами // Современные гальванические производства: технологии, оборудование, материалы, методы анализа: сб. тезисов докладов. научн.-практич. семинара., СПб, 6-8 июня. 2007 г. / СПб. госуд. технологич. ун-т: – СПб, 2007. – С. 2.
2. Электрохимическое полирование поверхностей латуней импульсными биполярными токами / С.И. Галанин, В.О. Агафонов // Дизайн. Материалы. Технология – 2007. – № 2(3). - С. 84-87.