

УДК 681.3.016.:681.375

Кошевой Н.Д., канд. техн. наук, Дергачев В.А., канд. техн. наук,  
Заболотный В.А., канд. техн. наук, Коваленко П.И., канд. техн. наук,  
Михайлов А.Г., канд. техн. наук, Бирюк С.П., Коваленко К.Л.,

## РАЗРАБОТКА, ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ

### ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТОКА В ЭЛЕКТРОЛИТЕ

На кафедре приборов летательных аппаратов Харьковского авиационного института в 1996 году решены следующие проблемы, направленные на создание конкурентноспособных, высокоточных, надежных, малогабаритных устройств для измерения плотности тока в электролите и исследование возможности их применения в других областях науки и техники:

- разработаны, исследованы и оптимизированы устройства для измерения плотности тока в электролите с пониженным энергопотреблением и с цифровым выходом;
- предложена мерная ячейка для измерения плотности тока гальванических ванн, использующая устройства с пониженным энергопотреблением;
- проведены исследования бесконтактных измерителей тока, позволившие расширить диапазон измеряемых токов до 170А;
- выполнены исследования по изучению возможности применения разработанных бесконтактных измерителей тока и плотности тока для дефектоскопии сосудов и материалов, в ионно-плазменных установках, а также в системах импульсного питания гальванических ванн.

Разработка и исследование устройств для измерения плотности тока в электролите. Для измерения плотности тока в электролите



можно применять устройства /1,2/, разработанные на кафедре приборов летательных аппаратов и уже используемые на ряде промышленных предприятий. Практическое использование устройства выявило необходимость оптимизации его конструкции по двум основным направлениям, а именно снижение энергопотребления и расширения диапазона измерений, а также необходимость разработки устройства с цифровым выходом.

Экспериментальное исследование устройства для измерения плотности тока в электролите с пониженным энергопотреблением /3/ показало, что на энергопотребление сильное влияние оказывают потери за счет паразитных токов в цепи бустера тока и за счет пульсаций напряжения в момент переключения релаксационного генератора. В предложенной принципиальной схеме оптимизированного устройства паразитные токи в цепи бустера тока на комплементарных транзисторах UT1 и UT2 исключаются за счет включения диодов VD1 и VD2. Сглаживание пульсаций напряжения, возникающих при переключении релаксационного генератора, осуществляется конденсаторами C3 и C4.

Оптимизация схемотехники устройства позволила снизить потребляемый ток, что дает возможность использовать устройство в автономном режиме без замены элемента питания ("Крона",  $U_p=9В$ ) до 85 часов. Как показывает анализ статистических характеристик, устройство способно измерять плотности тока до  $50 А/дм^2$  при потребляемом токе  $9мА$ .

Исследования опытного образца бесконтактного измерителя постоянных токов, реализованного на магнитопроводе из феррита малого сечения ( $12 мм^2$ , количество витков - 200), показали, что максимальный измеряемый ток достигает значения  $26А$ .

Применение датчика с изменяющимся зазором в магнитопроводе с



увеличенным сечением ( $74 \text{ мм}^2$ ) и увеличенным количеством витков (1000 витков) во второй обмотке позволило достичь максимального значения измеряемого тока на линейном участке статической характеристики устройства, равного 170А.

В результате проведения исследований бесконтактных измерителей постоянного тока установлено следующее:

1) увеличение предела измерения бесконтактных измерителей постоянного тока можно достичь при применении сердечника из феррита с прямоугольной петлей гистерезиса за счет увеличения сечения магнитопровода и увеличения количества витков во вторичной обмотке;

2) увеличением воздушного зазора в сердечнике можно теоретически достичь измерения бесконечно больших токов, однако как подтверждают результаты экспериментов, при большом зазоре появляется существенная нелинейность статической характеристики датчика, что делает его непригодным для выполнения измерений с достаточной точностью.

Таким образом для увеличения пределов измерения бесконтактных измерителей постоянного тока преобладающим является первый способ.

Разработано и исследовано устройство для измерения плотности тока в электролите с цифровой информацией измеряемого параметра, на конструкцию которого получено положительное решение Госпатента Украины на выдачу ХАИ патента на изобретение по заявке 93111504.

Применение разработанных устройств для измерения плотности тока в электролите. Созданные устройства нашли применение в разработанной микропроцессорной системе для контроля и управления параметрами гальванической металлизации изделий /4/ и системы



импульсного питания гальванических ванн/5/. При этом предложено использовать связь с внешней ЭВМ как для выдачи информации, так и для получения программного блока, устанавливающего порядок работы систем. Внедрение указанных систем на промышленных предприятиях позволит экономить электроэнергию, металлы, химические реактивы и компоненты электролитов, а также значительно повысить качество гальванических покрытий.

Для измерения плотности тока гальванических ванн предлагается мерная ячейка, в которой с целью уменьшения мерного сопротивления измерительной цепи в последней используется бесконтактный измеритель тока, сердечник которого охватывает проводник с током, идущий от мерной ячейки.

Предлагается также использовать устройство для измерения плотности тока в электролите для обнаружения сквозных дефектов сосудов и материалов, помещаемых в гальваническую ванну. При этом с помощью устройства замеряется плотность тока в различных точках вблизи поверхности исследуемого сосуда, а по наличию и величине измеряемого параметра судят о наличии и размерах сквозных дефектов.

Одним из параметров, необходимых для определения поведения плазменного разряда, является плотность тока в плазме. Для воссоздания точной картины распределения плотности тока по объему газового разряда (в дуговом и тлеющем газовом разряде) предлагается применять датчик /1,2/, дополнительно экранированный заземленным медным кожухом в целях защиты от помех, возникающих при работе дуги. Разрядный промежуток в целях защиты от пробоя высоким напряжением, подводимым на электроды, заключен в кварцевую трубку диаметром 10 мм. Измерительный датчик с диаметром окна сердечника 20 мм закрепляется на



кварцевой трубке с помощью штатива и может перемещаться от катодной области дуги к анодной и обратно.

Из результатов проведенного исследования следует, что в дуге постоянного тока значение плотности тока неоднородно по всей длине дуги и, следовательно для точного определения параметров плазмы эмпирического расчета, усредняющего плотность тока по всей длине столба, будет недостаточно. Эксперимент также подтверждает, что данный датчик может с успехом применяться в области измерения таких параметров плазмы при дуговых разрядах, как плотность тока в катодной области и плотность тока в столбе дуги.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кошевой Н.Д., Шевченко В.И. Устройство для измерения плотности тока в электролите // Приборы и системы управления. - 1993, №7. - С.42-43.
2. А.С. 1737033 СССР. Устройство для измерения плотности тока в электролите/Н.Д.Кошевой. - Опубликовано 30.05.92. Бюл. №20.
3. Кошевой Н.Д., Заболотный В.А., Михайлов А.Г. и др. Разработка и исследование средств автоматизации гальванических процессов // Авиационно-космическая техника и космонавтика / Труды Харьк. авиац. ин-та. - Харьков, 1996. - С.274-278.
4. Кошевой Н.Д., Михайлов А.Г. Микропроцессорная система для контроля и управления параметрами гальванической металлизации изделий // Приборы и системы управления. - 1995, №4. - С.42-43.
5. Кошевой Н.Д., Михайлов А.Г. Разработка подсистемы цифрового кодирования для формирования сигналов импульсного питания гальванических ванн // Авиационно-космическая техника и технологии / Труды Харьк. авиац. ин-та. - Харьков, 1995. - С.277-281.