

РАЗРАБОТКА ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПРИБОРО- И МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Как показывают статистические данные, полученные на ряде промышленных предприятий значительная доля брака возникает на стадии нанесения гальванических покрытий. Поэтому задача повышения качества продукции на данном этапе производства является весьма актуальной. Решить ее можно путем создания новых высокоточных средств и методов измерения параметров, характеризующих технологический процесс нанесения гальванических покрытий, а также систем управления указанным процессом.

На кафедре приборов летательных аппаратов Харьковского авиационного института ведутся научно-технические разработки по следующим перспективным направлениям автоматизации гальванических производств:

- разработка методов измерения плотности тока в гальванических ваннах;
- конструирование конкурентноспособных устройств для измерения плотности тока в электролите;
- разработка систем автоматического управления плотностью тока гальванических ванн;
- проектирование устройств для определения массы осажденных на изделия металлов;
- создание бесконтактных измерителей тока, счетчиков ампер-часов, импульсных источников питания, которые могут найти применение в гальванических цехах.

В данной статье рассматривается одна из актуальных задач гальванотехники - разработка цифровых устройств для измерения плотности тока.

Косвенные методы измерения плотностей тока, например метод вольт-амперных характеристик, метод измерения плотности тока в "свидетеле" и др. не дают высокой точности измерения.

Среди других средств измерения указанного параметра необходимо отметить датчики, основанные на принципе изменения параметров магнитного зонда внутри гальванической ванны [1-4]. Однако данные устройства для измерения плотности тока в электролите не обеспечивают достаточной простоты и возможности непосредственного подключения устройства без соответствующих контроллеров к микропроцессорным приборам.

С целью упрощения конструкции и расширения функциональных возможностей, заключающихся в возможности непосредственного подключения к микропроцессорным приборам, разработано устройство для измерения плотности тока в электролите, содержащее бесконтактный магниточувствительный первичный измерительный преобразователь и использующее, взамен операционного усилителя, логические элементы.

При разработке данного устройства учитывались следующие требования:

- выдача сигнала в виде, пригодном для его дальнейшей обработки цифровыми устройствами;
- малые вносимые искажения сигналов при измерении плотности тока;
- возможность измерения плотности тока в любой точке гальванической ванны;
- питание устройства как от портативного источника питания, так и от источника питания цифровых систем, использующих данное устройство.

В соответствии с этими условиями разрабатываемое устройство построено на основе магниточувствительного преобразователя с использованием, в качестве активных элементов, цифровой микросхемы, содержащей логические элементы 'НЕ'.

Принципиальная схема предлагаемого устройства изображена на рис. 1.

Устройство для измерения плотности тока в электролите содержит чувствительный элемент S , представляющий собой бесконтактный магниточувствительный первичный измерительный преобразователь с

Принципиальная схема устройства

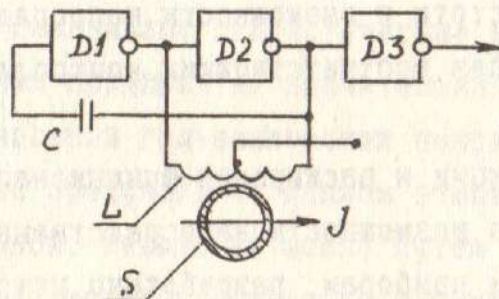


Рис. 1

Эпюры выходного напряжения и магнитных потоков

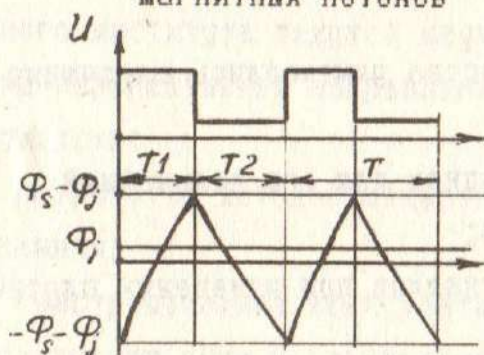


Рис. 2

Функциональная схема устройства отображения информации

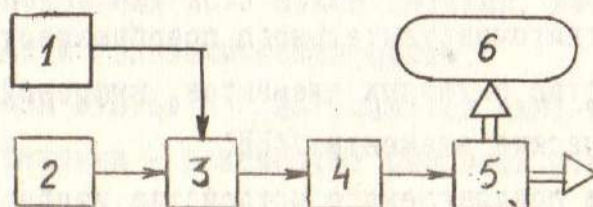


Рис. 3

обмоткой питания L , три логических элемента 'НЕ' $D1$, $D2$ и $D3$, конденсатор обратной связи C .

При погружении чувствительного элемента S , в гальваническую ванну через его внутреннее окно проходит ток, пропорциональный площади окна $S_{ок}$ и локальной плотности тока гальванической ванны J . Этот ток наводит в сердечнике чувствительного элемента S , магнитный поток $\Phi_j = J \cdot S_{ок} / R_m$, где R_m — магнитное сопротивление сердечника, определяемое его геометрическими параметрами и магнитной проницаемостью, т.е. наводимый поток прямо пропорционален локальной плотности тока J в гальванической ванне.

Устройство представляет собой двухтактный генератор, вырабатывающий на выходе прямоугольные униполярные импульсы напряжения (рис. 2).

Если поток Φ_j , наводимый током гальванической ванны с плотностью J , отсутствует, то отношение длительностей импульса $T1$ и скважности $T2$ будет равно исходному значению. При $J = 0$, отношение длительностей $T1$ и $T2$ изменится, т.е. на выходе логических элементов $D1$ и $D2$ будет формироваться широтномодулированный сигнал, обладающий высокой помехозащищенностью.

По каналу связи широтномодулированный сигнал, представляющий собой униполярные импульсы напряжения, соответствующего TTL уровням логических "0" и "1", может быть подан как на блок выделения среднего значения напряжения, так и непосредственно в любое микропроцессорное устройство, которое может принять данный сигнал как цифровой код, так как выходное напряжение, фронта и спады импульсов соответствуют требованиям цифровых микросхем.

Зависимость отношения $T1/T2$ от наводимого потока Φ_j описывается следующими уравнениями.

Магнитный поток Φ_1 , наводимый током обмотки L в сердечнике чувствительного элемента S , трансформатора в течении полупериода $T1$, учитывая, что при времени $T=0$, $\Phi_{t0} = -\Phi_s - \Phi_j$ (рис. 2):

$$\Phi_1 = \frac{UW}{R R_m} + (-\Phi_j - \Phi_s - \frac{UW}{R R_m}) \exp\left(-\frac{TR R_m}{W^2}\right), \quad (1)$$

где U — напряжение на обмотке питания;

W — количество витков на обмотке питания;

R — активное сопротивление обмотки питания.

Из уравнения (1) получим длительность полупериода T_1 , учитывая, что магнитный поток в конце полупериода равен $-\Phi_j + \Phi_s$:

$$T_1 = \frac{W^2}{RR_m} \ln \left(\frac{-\Phi_j - \Phi_s - UW/RR_m}{-\Phi_j + \Phi_s - UW/RR_m} \right). \quad (2)$$

Магнитный поток Φ_2 , наводимый током в сердечнике трансформатора в течении полупериода T_2 :

$$\Phi_2 = \frac{UW}{RR_m} + (-\Phi_j + \Phi_s - \frac{UW}{RR_m}) \exp\left(\frac{-TRR_m}{W^2}\right). \quad (3)$$

Из уравнения (3) получим длительность полупериода T_2 :

$$T_2 = \frac{W^2}{RR_m} \ln \left(\frac{-\Phi_j + \Phi_s - UW/RR_m}{-\Phi_j - \Phi_s - UW/RR_m} \right). \quad (4)$$

Устройство проектируется таким образом, чтобы выполнялись условия:

$$UW/(RR_m) \gg \Phi_s, \quad \Phi_j < \Phi_s.$$

Емкость конденсатора выбирается из следующего условия:

$$\left(\frac{T_1 - T_2}{2 \cdot T \cdot C} \right) \ll R_m. \quad (5)$$

С целью использования в виде устройства отображения информации цифрового индикатора сигнал датчика плотности тока может быть преобразован по следующей схеме (Рис. 3).

В блоке 3 сигнал датчика 1 суммируется с сигналами генератора опорных импульсов 2, а затем прямая и инверсная сумма подаются на соответствующие входы реверсивного счетчика 4, на выходе которого появится код, соответствующий разности длительностей импульса и скважности.

Данный код через дешифратор 5 подается на индикатор 6, а при

необходимости и на другие внешние цифровые устройства.

Таким образом, разработанное устройство можно использовать как в портативном варианте, так и при непосредственном его подключении к микропроцессорному управляющему устройству. Оно найдет широкое применение в разрабатываемых системах управления плотностью тока гальванических ванн и микропроцессорных системах управления расходом металлов [5] при гальваническом осаждении.

Список использованных источников

1. А.с. 1359346 СССР. Устройство для измерения плотности тока в электролите. /Кошевой Н.Д., Макаров О.В., Окороков А.А. Опубликовано 15.12.87. Бюл. N 46.
2. А.с. 1622428 СССР Устройство для измерения плотности тока в электролите. /Кошевой Н.Д., Окороков А.А. Опубликовано 01.02.91. Бюл. N 3.
3. А.с. 1737033 СССР Устройство для измерения плотности тока в электролите. /Кошевой Н.Д. Опубликовано 30.05.92. Бюл. N 20.
4. Кошевой Н.Д., Шевченко В.И. Устройство для измерения плотности тока в электролите. - Приборы и системы управления, N7, 1993, с. 42-43.
5. Кошевой Н.Д., Михайлов А.Г. Микропроцессорная система для измерения и управления расходом металлов в гальванических ваннах. Материалы научно-технической конференции с международным участием "Приборостроение-93 и новые информационные технологии. Винница-Николаев, 1993, с. 27.

Принципиальная схема устройства

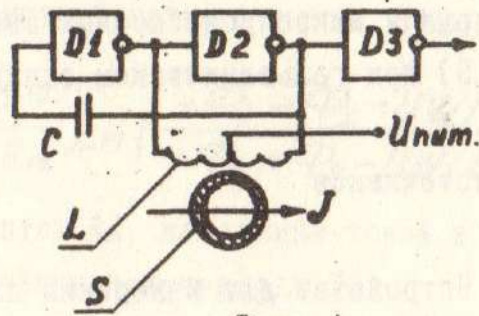


Рис. 1

Эпюры выходного напряжения и магнитных потоков

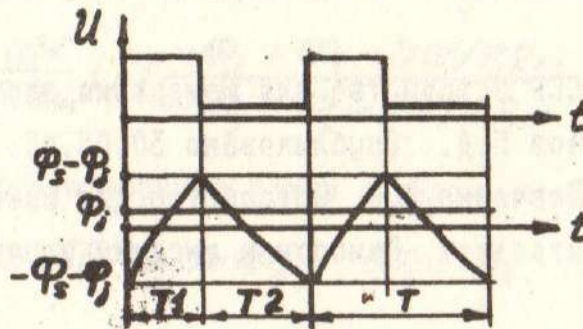


Рис. 2

Функциональная схема устройства отображения информации

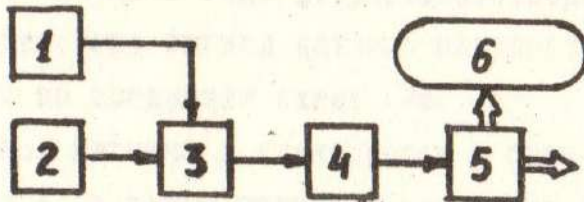


Рис. 3