

Изобретение относится к области гальванотехники и может быть использовано для измерения площади деталей из электропроводных материалов при установлении и регулировании плотности тока в гальванической ванне.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является способ измерения площади деталей при гальваническом процессе [1], заключающийся в том, что обрабатываемые детали совместно со вспомогательными электродами известной площади устанавливают в гальваническую ванну, подключают главный электрод ванны к одному полюсу источника тока, а детали к другому полюсу, измеряют удельную электропроводность электролита, ток ванны, расстояние между электродами, напряжение на электродах гальванической ванны, величины анодной и катодной поляризации, а величину площади деталей вычисляют как отношение произведения тока ванны и расстояния между электродами к произведению удельной электропроводности электролита и алгебраической суммы напряжения ванны и величин анодной и катодной поляризации

$$S = \frac{I_b l}{\chi (U_b - \varphi_a + \varphi_k)},$$

где I_b и U_b - соответственно ток и напряжение ванны, φ_a и φ_k - соответственно потенциалы анода и катода, l - расстояние между электродами, χ - удельная электропроводность электролита.

Описанный способ не учитывает потерь напряжения в электролите за счет газонаполнения и потерь напряжения на контактах обрабатываемых деталей с подвесками, что приводит к ошибкам при измерении площади деталей.

В основу изобретения поставлена задача создать такой способ измерения площади деталей при гальваническом процессе, который позволит получать более качественные покрытия с точно заданной толщиной, уменьшить количество брака, увеличить экономию материалов путем учета потерь напряжения в электролите за счет газонаполнения и на контактах обрабатываемых деталей с подвесками.

Такой технический результат может быть достигнут, если в способ измерения площади деталей при гальваническом процессе, включающий установку деталей совместно с вспомогательными электродами известной площади в гальваническую ванну, подключение главного электрода ванны к одному полюсу источника тока, а деталей к другому полюсу, измерение удельной электропроводности электролита, тока ванны, расстояния между электродами, напряжения на электродах гальванической ванны, величин анодной и катодной поляризации и их алгебраическое суммирование с напряжением на электродах гальванической ванны, согласно изобретению, дополнительно определяют величины потерь напряжения на контактах обрабатываемых деталей с подвесками и потерь напряжения в электролите за счет газонаполнения и учитывают их при определении величины площади деталей в соответствии с выражением

$$S = \frac{(1 + \alpha)(1 + \beta) I_b l}{\chi [U_b - (1 + \beta)(\varphi_a - \varphi_k)]},$$

где I_b - общий ток ванны;

U_b - напряжение на электродах ванны;

l - расстояние между электродами;

χ - удельная электропроводность электролита;

φ_a и φ_k - потенциал анода и катода соответственно;

α - потери напряжения на электролите за счет газонаполнения;

β - потери напряжения на контактах обрабатываемых деталей с подвесками.

Способ измерения площади деталей при гальваническом процессе осуществляется следующим образом.

При поступлении подвески с деталями в гальваническую ванну замыкается цепь питания гальванической ванны и информация о величинах общего типа ванны, напряжения на электродах гальванической ванны, тока и напряжения вспомогательных электродов, анодной и катодной поляризации, потерь напряжения в электролите за счет газонаполнения, потерь напряжения на контактах обрабатываемых деталей с подвесками поступает на устройство ввода информации управляющего вычислительного комплекса (УВК), который вычисляет площадь обрабатываемых деталей

$$\begin{aligned} S &= \frac{I_b}{D_{b3}} = \frac{I_b}{D_{b3}} \cdot K = \frac{I_b}{D_{b3}} \times \\ &\times \frac{(1 + \alpha)(1 + \beta) D_{b3} l}{\chi [U_b - (1 + \beta)\varphi_a + (1 + \beta)\varphi_k]} = \\ &= \frac{(1 + \alpha)(1 + \beta) I_b l}{\chi [U_b - (1 + \beta)(\varphi_a - \varphi_k)]}, \end{aligned}$$

где I_b - общий ток ванны, U_b - напряжение на электродах ванны, D_{b3} - плотность тока вспомогательных электродов, K - коэффициент конфигурации равный

$$K = \frac{l D_{b3} (1 + \alpha)(1 + \beta)}{\chi [U_b - (1 + \beta)(\varphi_a - \varphi_k)]};$$

χ - удельная электропроводность электролита $\chi = \frac{I_{b3}}{R_{эл} S_{b3}};$
 $R_{эл}$ - сопротивление электролита $R_{эл} = U_{b3}/I_{b3};$

$U_{вз}$ - напряжение источника питания вспомогательных электродов,
 $I_{вз}$ - ток в цепи вспомогательных электродов, $S_{вз}$ - площадь вспомогательных электродов, φ_a - потенциал анода, φ_k - потенциал катода, α - потери напряжения в электролите за счет газонаполнения, β - потери напряжения на контактах обрабатываемых деталей с подвесками.

Уравнение электрического баланса гальванической ванны (Ямпольский А.И., Ильин В.А. Краткий справочник гальвано-техника. Л.: Машиностроение, 1972, с. 17)

$$U_b = (1 + \beta) \chi (1 + \alpha) I_b R + \varphi_a - \varphi_k,$$

где U_b - напряжение на электродах ванны, I_b - общий ток ванны, R - сопротивление электролита ванны, φ_a и φ_k - соответственно потенциалы анода и катода, α - потери напряжения в электролите за счет газонаполнения, β - потери напряжения на контактах покрываемых деталей с подвесками.

$$\begin{aligned} \text{Отсюда } I_b &= \frac{U_b - (1 + \beta) (\varphi_a - \varphi_k)}{(1 + \alpha) (1 + \beta) \chi R} = \\ &= \frac{S \chi [U_b - (1 + \beta) (\varphi_a - \varphi_k)]}{(1 + \alpha) (1 + \beta) l} \end{aligned}$$

Используя эту формулу определяют коэффициент конфигурации K . Коэффициент конфигурации определяется как отношение плотностей тока вспомогательных электродов $D_{вз}$ и на деталях $D_{дет}$, т.е.

$$\begin{aligned} K &= \frac{D_{вз}}{D_{дет}} = \frac{D_{вз} \cdot S}{I_b} = \\ &= \frac{(1 + \alpha) (1 + \beta) D_{вз} S l}{S \chi [U_b - (1 + \beta) (\varphi_a - \varphi_k)]} = \\ &= \frac{(1 + \alpha) (1 + \beta) D_{вз} l}{\chi [U_b - (1 + \beta) (\varphi_a - \varphi_k)]} \end{aligned}$$

Таким образом, площадь деталей вычисляется по формуле

$$\begin{aligned} S &= \frac{I_b}{D_{дет}} = \frac{I_b}{D_{вз}} \cdot K = \\ &= \frac{I_b}{D_{вз}} \cdot \frac{(1 + \alpha) (1 + \beta) D_{вз} l}{\chi [U_b - (1 + \beta) (\varphi_a - \varphi_k)]} = \\ &= \frac{(1 + \alpha) (1 + \beta) D_{вз} l}{\chi [U_b - (1 + \beta) (\varphi_a - \varphi_k)]} \end{aligned}$$

Значения коэффициентов α - потерь напряжения в электролите за счет газонаполнения и β - потерь напряжения на контактах покрываемых деталей с подвесками, определяются экспериментальным путем на этапе пусконаладочных работ для конкретных электролитов.

Потери напряжения в электролитах от газонаполнения и на контактах покрываемых деталей с подвесками достигают существенных величин, например, в цинковом цианистом электролите $\alpha=0,1$; $\beta=0,04$; в электролите хромирования $\alpha=0,2$; $\beta=0,1$.

Поэтому неучет потерь напряжения в электролите на газонаполнение и на контактах покрываемых деталей с подвесками в известном способе приводит к значительным ошибкам при измерении площади деталей, снижению качества гальванических покрытий, перерасходу материалов.

Например: 1) $I_b=200A$; $l=50$ см; $\chi=0,2$ ом х см; $U_b=6V$; $\varphi_a=1,2$ В; $\varphi_k=-1,7V$; $\alpha=0,1$; $\beta=0,04$ - электролит цинкования цианистый.

Площадь деталей по прототипу

$$\begin{aligned} S_{пр} &= \frac{I_b l}{\chi (U_b - \varphi_a + \varphi_k)} = \\ &= \frac{200 \cdot 50}{0,2 (6 + 1,2 - 1,7)} \approx 9090,9 \text{ см}^2 \approx \\ &\approx 91 \text{ дм}^2 \end{aligned}$$

Площадь деталей по заявленному способу

$$S_a = \frac{I_a l (1 + \alpha) (1 + \beta)}{\chi [U_b - (1 + \beta) (\varphi_a - \varphi_k)]} =$$

$$= \frac{200 \cdot 50 \cdot 1,1 \cdot 1,04}{0,2 [6 - 1,04 (-1,2 + 1,7)]} \approx$$

$$\approx 10438 \text{ см}^2 \approx 104 \text{ дм}^2$$

Погрешность измерения

$$\Delta \frac{S_a - S_{np}}{S_{np}} = \frac{104 - 91}{91} \cdot 100 = 14\%.$$

2) $I_b=500\text{A}$; $l=50 \text{ см}$; $\chi=0,6 \text{ ом х см}$; $U_b=10\text{В}$, $\varphi_a=1,8\text{В}$; $\varphi_k=-0,8\text{В}$; $\alpha=0,2$; $\beta=0,1$ - хромовый электролит.
Площадь деталей по прототипу

$$S_{np} = \frac{I_a l}{\chi (U_b - \varphi_a + \varphi_k)} =$$

$$= \frac{500 \cdot 50}{0,6 (10 - 1,8 - 0,8)} \approx 5630 \text{ см}^2 \approx$$

$$\approx 56,3 \text{ дм}^2$$

Площадь деталей по заявленному способу

$$S_3 = \frac{I_a l (1 + \alpha) (1 + \beta)}{\chi [U_b - (1 + \beta) (\varphi_a - \varphi_k)]} =$$

$$= \frac{500 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{0,6 [10 - 1,1 (1,8 + 0,8)]} \approx$$

$$\approx 7878 \text{ см}^2 \approx 78,8 \text{ дм}^2$$

Погрешность измерения

$$\Delta \frac{S_a - S_{np}}{S_{np}} = \frac{78,8 - 56,3}{56,3} \cdot 100 \approx 40\%.$$

Точное определение площади деталей позволит более точно задавать плотность тока и получать более качественные покрытия с точно заданной толщиной, уменьшить количество брака, экономить материалы.

Так, в приведенных примерах плотность тока и толщина покрытия занижены на 14% и 40%.

Проведенный ориентировочный расчет экономической эффективности от внедрения предлагаемого способа в АСУТП гальванического производства предприятия показал, что величина годового экономического эффекта составляет 360 млн. руб.