

4. Заключение

Рассматриваемый структурно-категорный подход обеспечивает:

– унифицированное формализованное описание наиболее общего вида, охватывающее все основные этапы автоматизированного системного структурного анализа и проектирования РБД КИУС, реализуемые на основе современных CASE-технологий;

– единый алгебраический язык общесистемной формализации сложного объекта автоматизации, включающего множество разнородных элементов и разнотипных связей между ними;

– возможность конструктивной “сквозной” интеграции разнообразных моделей и средств формализации путем построения и последующей практической реализации в виде низкоуровневых моделей, диаграмм, таблиц баз данных, алгоритмов и программ, соответствующих универсальным алгебраическим конструкциям (категориям, функторам, морфизмам и т.п.).

Список литературы: 1. *Борисенко В.П.* Структурно-категорная технология и CASE-средства автоматизации проектирования распределенных интеллектуальных информационно-управляющих систем // АСУ и приборы автоматики. 1998. Вып. 108. С.116-122. 2. *Макетирование*, проектирование и реализация диалоговых информационных систем / Под ред Е.И. Ломако. М.: Финансы и статистика, 1993. 320 с. 3. *Хаббард Дж.* Автоматизированное проектирование баз данных. М.: Мир, 1984. 296 с. 4. *Тиори Т., Фрай Дж.* Проектирование структур баз данных, в 2-х кн. М.: Мир, 1985. Кн. 1– 281 с.; кн. 2. 320 с. 5. *Бойко В.В., Савинков В.М.* Проектирование баз данных информационных систем М.: Финансы и статистика, 1989. 351 с. 6. *Вендров А.М.* CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 1998. 176 с. 7. *Калянов Г.Н.* CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). М.: Лори, 1996. 242с.

Поступила в редколлегию 12.07.2000

Мухайрат Мохаммад, аспирант ХТУРЭ. Научные интересы: проектирование интегрированных интеллектуальных информационно-управляющих систем. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Победы, 75, кв. 394, тел. 36-74-39.

Левыкин Виктор Макарович, д-р техн. наук, директор института КИТ ХТУРЭ. Научные интересы: методологии и технологии проектирования крупномасштабных ИУС. Адрес: Украина, 61166, Харьков, ул. Чилибабина, 24, кв.85, тел. 43-63-68.

Борисенко Виктор Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедры ИУС ХТУРЭ. Научные интересы: методологии и технологии системного анализа и проектирования интегрированных интеллектуальных информационно-управляющих систем. Адрес: Украина, 61058, Харьков, ул. Данилевского, 32, кв.42, тел. 40-94-51, 20-57-70, 43-62-29.

Борисенко Татьяна Ивановна, канд. техн. наук, доцент кафедры ИУС ХТУРЭ. Научные интересы: методологии и технологии автоматизированного проектирования программного обеспечения интегрированных информационно-управляющих систем. Адрес: Украина, 61058, Харьков, ул. Данилевского, 32, кв.42, тел. 40-94-51, 43-62-29.

УДК 621.396.96; 621.3.049.75.002

Н.И. СЛИПЧЕНКО, В.Ф. ЮЗВИШИН

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

С использованием корреляционно-регрессионного анализа и многофакторного эксперимента разработан способ управления процессом гальванического осаждения, являющийся необходимым при создании автоматических линий.

Разработка способа управления процессом гальванопокрытия является необходимым условием при создании автоматических линий.

Процесс включает подготовку к обработке подвески с деталями известной площади при заданной толщине покрытия и измеренной для каждой подвески концентрации, температуры и скорости протока электролита в процессе обработки, определение после обработки среднего значения полученной толщины покрытия d_n и вычисление выхода металла по току из зависимости:

$$\eta_n = \frac{d_n \times \gamma \times S}{I \times \tau \times k}, \quad (1)$$

здесь d_n – среднее значение толщины покрытия; γ – плотность металла защитного покрытия; S – площадь обрабатываемых деталей; I – ток рабочей ванны; τ – время обработки деталей в рабочей ванне; k – электрохимический эквивалент; n – номер цикла.

При этом в целях повышения качества нанесенного покрытия за счет прогнозирования выхода металла по току с учетом всех операций, влияющих на толщину покрытия, в том числе скорости протока электролита, а также стравливания на операциях осветления и пассивирования по предварительно снятым зависимостям:

$$\varphi_T = \frac{\eta_T}{\eta_{Tn}} \left| \begin{matrix} D = D_n \\ K = K_n \\ \Gamma = \Gamma_m \end{matrix} \right.; \quad \varphi_D = \frac{\eta_D}{\eta_{Dn}} \left| \begin{matrix} T = T_n \\ K = K_n \\ \Gamma = \Gamma_m \end{matrix} \right.; \quad (2)$$

$$\varphi_K = \frac{\eta_K}{\eta_{Kn}} \left| \begin{matrix} D = D_n \\ t = t_n \\ \Gamma = \Gamma_m \end{matrix} \right.; \quad \varphi_\Gamma = \frac{\eta_\Gamma}{\eta_{\Gamma n}} \left| \begin{matrix} T = T_n \\ D = D_n \\ \Gamma = \Gamma_m \end{matrix} \right. ,$$

где $\varphi_T, \varphi_D, \varphi_K, \varphi_\Gamma$ – коэффициенты, учитывающие изменение выхода металла по току от температуры, плотности тока, концентрации и скорости протока электролита (гидродинамические коэффициенты) соответственно;

$\eta_T, \eta_D, \eta_K, \eta_\Gamma$ – значения выхода металла по току при текущих значениях температуры, плотности тока, концентрации и скорости протока соответственно; T, K, D, Γ – текущие значения соответственно температуры, концентрации, плотности тока, скорости протока; t_n, K_n, D_n, Γ_n – номинальные значения температуры, концентрации, плотности тока и скорости протока соответственно; $\eta_{Tn}, \eta_{Dn}, \eta_{Kn}, \eta_{\Gamma n}$ – значения выхода металла по току при номинальных значениях температуры, концентрации, плотности и скорости протока соответственно, по измеренным значениям T, K и известным (измеренным) значениям скорости протока электролита вычисляют приведенное значение выхода металла по току для обработанных деталей:

$$\eta_{on} = \frac{\eta_n}{t_n \Gamma_n D_n}; \quad (3)$$

Затем определяют прогнозируемо приведенное значение выхода металла по току для последующей подвески:

$$\eta_{on+1} = \lambda \eta_{on} + \beta \eta_0; \quad (4)$$

$$0 < \lambda < 1, \beta = 1 - \lambda,$$

где η_0 – приведенное начальное значение выхода металла по току, а необходимый ток, обеспечивающий получение номинальной толщины защитного покрытия, определяют из уравнения:

$$I_{n+1} = \frac{b}{2CS^{-1}} + \sqrt{\frac{b^2}{4C^2S^{-2}} + \frac{d_n}{CS^{-2}\tau\kappa\gamma^{-1}\eta_{n+1}\Phi T_{n+1}\Phi \Gamma_{n+1}\Phi K_{n+1}}}. \quad (5)$$

Здесь b и C – коэффициенты линейного уравнения; d_n – номинальное значение толщины защитного покрытия.

В дальнейшем по экспериментально определенным значениям концентрации слоеобразующего компонента у поверхности электрода, коэффициента диффузии рассчитывают эффективную толщину диффузионного слоя из уравнения:

$$\delta_{эфф} = \frac{nFD(C^0 - C^S)S}{I}, \quad (6)$$

где n – число электродов; F – постоянная Фарадея; D – коэффициент диффузии; C^0 – концентрация слоеобразующего компонента в глубине электролита; C^S – концентрация слоеобразующего компонента у поверхности электрода. Затем вычисляют скорость протока, обеспечивающего эффективную толщину диффузионного слоя по уравнению:

$$u = 3,33 \frac{DR\lambda}{\delta_{эфф}}, \quad (7)$$

где R – универсальная газовая постоянная; λ – средний линейный размер покрытия изделий.

Вычисленные значения тока и скорости протока устанавливают в рабочей ванне при поступлении следующей партии деталей.

Проток электролита оказывает существенное влияние на равномерность защитного покрытия и его толщину, т.е. на качество покрытия. Движение электролита относительно катода способствует снижению пассивации электрода вследствие уменьшения адсорбции на его поверхности органических и неорганических веществ, водорода, гидроокисей металлов и т.д., что благоприятствует росту слоя металла. Повышение скорости протока электролита способствует также увеличению выхода металла по току за счет повышения эффективной плотности катодного тока.

Однако значительное повышение скорости протока может привести к ухудшению качества осадка из-за уменьшения толщины диффузионного слоя ниже допустимой величины. Влияние перемешивания электролита на качество осадка в первую очередь определяется потенциалом, при котором получен осадок. Уменьшение толщины диффузионного слоя способствует смещению потенциала электрода в отрицательную область. При этом может значительно возрасти локальная плотность тока и снизиться допустимая концентрация потенциалопределяющих ионов по поверхности электрода, что приведет к росту неравномерности слоя осадка.

Таким образом, для получения высококачественного покрытия в движущемся электролите необходимо задавать определенное значение скорости протока электролита, которое обеспечит поддержание эффективной толщины диффузионного слоя.

Поставленная цель достигается тем, что сначала вычисляют прогнозируемо приведенное значение выхода металла по току с учетом влияния гидродинамических факторов и необходимый ток согласно формулам (3) – (5). При этом считается, что номинальное значение толщины защитного покрытия подчиняется уравнению, с учетом поправки на некоторый регрессионный коэффициент K , линейно зависящий от плотности тока рабочей ванны ($i = I/S$):

$$K = b + i_c, \quad (8)$$

где b и c – коэффициенты линейного уравнения регрессии;

$$d_n = \frac{\tau \eta_n i_c}{\gamma} K. \quad (9)$$

Тогда можно вычислить необходимый ток нового цикла, обеспечивающий получение номинальной толщины защитного покрытия:

$$I_{n+1} = \frac{b}{2CS^{-1}} + \sqrt{\frac{b^2}{4C^2S^{-2}} + \frac{d_n}{CS^{-2}\tau\kappa\gamma^{-1} \frac{\eta_{n+1}\Phi T_{n+1}}{\Phi \Gamma_{n+1}\Phi K_{n+1}}}}. \quad (10)$$

Эффективную толщину диффузионного слоя определяют из уравнения:

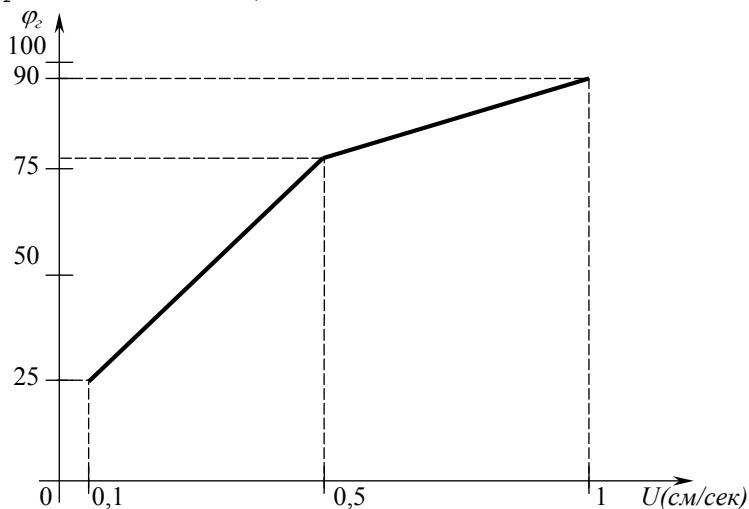
$$\delta_{эфф} = \frac{nFD(C^0 - C^S)S}{I}, \quad (11)$$

где n – число электродов; I – ток, определенный по формуле (5).

Скорость протока электролита, обеспечивающую эффективную толщину диффузионного слоя, определяют из уравнения:

$$U_{n+1} = 3,33 \frac{D \times R \times \lambda}{\delta_{эфф}}. \quad (12)$$

На рисунке приведена зависимость φ_T от скорости протока электролита при плотности тока $0,1 \text{ А/см}^2$.



Таким образом, способ управления процессом гальванического осаждения пленок при известной площади покрытия, заданной толщине слоя и других параметрах технологического процесса, включает расчет выхода металла по току, эффективной толщины диффузионного слоя, скорости протока электролита, что в конечном итоге комплексно способствует получению качественных плотных осадков с нужными свойствами.

Поступила в редколлегию 14.05.2000

Слипченко Николай Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры МЭПУ ХТУРЭ, проректор по научной работе ХТУРЭ. Научные интересы: моделирование процессов формирования интегральных структур, разработка теории многофункциональных частотных элементов. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 47-01-07.

Ювишин Виктор Францевич, главный конструктор ОАО "Темп". Научные интересы: разработка научных основ создания и проектирования оборудования для обработки печатных плат и подложек микросборок. Хобби: аквариумистика, рыбалка. Адрес: Украина, 29009, Хмельницкий, ул. Казачья, 50, кв. 3, тел. 4-92-49.

РЕФЕРАТИ

УДК 681.3

Застосування теорії регулярних подій до аналізу і синтезу протоколів розподілених систем / Ю.К. Апраксін // АСУ та прилади автоматики. 2000. Вип. 111. С. 3-9.

Розглянуті основні питання теорії регулярних подій, їх відношення до кінцевоавтоматної моделі і застосування до аналізу і синтезу протоколів розподілених систем.

Бібліогр.: 4 назви.

UDC 681.3

Application of regular events theory to distributed systems protocol analysis and design / Yu.K. Apraksin // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2000. N 111. P. 3-9.

The main aspects of the regular events theory, its relation to finite state automate model and application for distributed system protocols research and design are considered.

Ref.: 4 items.

УДК 681.323

Математична модель та алгоритм обробки метеоумов для систем візуалізації / В.М. Гусятін, А.П. Остроушко // АСУ та прилади автоматики. 2000. Вип. 111. С. 9-14.

На основі методу зворотного трасування наведена математична модель, що дозволяє вести розрахунок кольору з урахуванням прозорості атмосфери і відстані до об'єкта. Отримано співвідношення для обчислення складового кольору в координатах RGB, що дозволяють уникнути витрат часу при переведенні з однієї системи координат кольору в іншу. Розроблено алгоритм для реалізації математичної моделі в паралельно-конвеєрній системі візуалізації реального масштабу часу.

Л. 1. Бібліогр.: 3 назви.

UDC 681.323

Mathematical model and algorithm of processing meteoconditions in systems of visualization / V. M. Gusyatin, A. P. Ostroushko // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2000. N 111. P. 9-14.

On the basis of a ret tracing method the mathematical model allowing a message account of color in view of a transparency of an atmosphere and distance up to object is given. The parities for calculation of making color in coordinates RGB allowing are received to avoid expenses of time, while translating from one coordinates system of color in other. The algorithm for realization of mathematical model in parallel - conveyor system of visualization of a real time scale is developed.

Fig.1. Ref.: 3 items.