

УДК 621.396

Ю.Н. Кликушин, К.Т. Кошеков, М.В. Гладков
СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Высокопроизводительная, экономичная и безопасная работа технологических агрегатов гальванического производства требует применения современных методов и средств измерения величин, характеризующих ход производственного процесса и состояние оборудования.

Гальванические покрытия используются практически во всех отраслях промышленности. При высоких производительностях даже самые небольшие ошибки управления процессом гальванизации приводят к большим потерям цветных металлов и достаточно дорогих химических реактивов. Поэтому возрастает роль автоматического контроля и управления производственными процессами.

Автоматический контроль является логически первой ступенью автоматизации, без успешного функционирования которого невозможно создание эффективных АСУ ТП. Автоматические гальванические линии жесткого цикла предназначены для работы в цехах с большой производственной программой в условиях массового и серийного производства при наличии стабильной продукции. Одной из высокопроизводительных и надежных в эксплуатации [1] является кареточная овальная автоматическая линия АЛГ-57.

Линия представляет собой ряд ванн (численностью до 10), установленных по овалу в соответствии с технологической схемой процесса. Линии применяются для процессов цинкования, кадмирования, защитно-декоративного анодирования, хромирования крупных и средних деталей на подвесках. Их основные недостатки: сложность программного обеспечения, вызванная множественными переходами между ваннами и необходимостью перестройки при изменении вида покрытия, его толщины, времени выдержки деталей, а главное – сложность определения концентрации веществ в электролитах гальванических ванн.

Точное определение концентрации веществ в электролитах – одна из важных задач автоматизации гальванического производства.

Процесс определения концентрации веществ в электролитах происходит при помощи анализатора [2], принцип работы которого основан на преобразовании измеряемой электропроводности y , зависящей от концентрации, в напряжение $U(t)$. Влияние окружающей среды отражает возмущающее воздействие $M(t)$, однако на технологический процесс гальванического производства окружающая среда существенного влияния не оказывает, следовательно $M(t) = 0$. Управляющим воздействием u (рис. 1) влияют на поведение объекта управления: добавление компонентов, вращение барабана, подогрев/охлаждение, слив электролита и т.д.

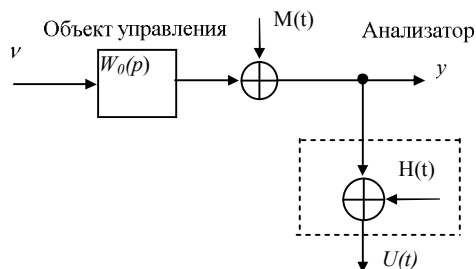


Рисунок 1 – Структурная схема гальванической ванны: $W_0(p)$ – передаточная функция

С выхода анализатора напряжение будет равно

$$U = y + H(t), \quad (1)$$

где $H(t)$ – помеха измерения, которую на основании анализа технологического процесса и экспериментальных данных можно отнести к классу аддитивных и представить выражением

$$H(t) = H_T(t) + H_\Phi(t) + H_\Xi(t), \quad (2)$$

где $H_T(t)$ – технологическая помеха, обусловленная особенностями процесса нанесения гальванических покрытий, требующими подогрева или охлаждения электролита, перемешивания, качания штанг, непрерывной фильтрации;

$H_\Phi(t)$ – физическая, возникающая ввиду наложения электромагнитных процессов и ультразвуковых явлений из-за неравновесности среды с электролитом по причине постоянного протока, динамического движения и градиента концентрации электролита;

$H_\Xi(t)$ – электротехническая, обусловленная пульсациями выпрямленного тока источников питания и дребезгом контактов коммутационной аппаратуры.

Помеха измерения $H(t)$ является случайной величиной, поскольку все входящие в выражение (2) составляющие являются случайными функциями.

Изучение случайных процессов требует применения статистических методов анализа. При статистическом подходе нет необходимости определять точный результат отдельного измерения, но можно основываться на исследовании множества таких измерений. В этом случае удастся найти закономерности и количественные соотношения, характеризующие случайный процесс в среднем. Если повторять измерения в течение длительного времени, численные значения измеренной величины будут иные, т.е. они также являются случайными величинами.

Следовательно, для повышения качества работы автоматизированных систем управления технологическим процессом нанесения гальванических покрытий необходима более точная оценка среднего значения измеряемой величины – сигнала с выхода анализатора.

В [3] рассматриваются вопросы оценки погрешностей измерений и указано, что в информационно-измерительной технике оценка среднего значения случайного процесса зависит от вероятностных характеристик, в частности от вида распределения случайного сигнала. При этом качество оценки, определяемое значением ее дисперсии, следующим образом связано с формой распределения:

- при *even* (равномерном), *2mod* (двумодальном), *asin* (арксинусном) распределениях сигнала наилучшей оценкой среднего является центр размаха – полусумма максимального и минимального значений вариационного ряда наблюдений:

$$\bar{x} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2};$$

- при *simp* (треугольном), *gaus* (нормальном) распределениях сигнала наилучшей оценкой среднего служит среднеарифметическое значение вариационного ряда:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n};$$

- при *lapl* (двустороннем экспоненциальном) и *kosh* (Коши) распределениях сигнала наилучшей оценкой среднего служит медиана (*Md*), значение которой делит упорядоченное множество измеренных значений пополам, так что одна половина значений оказывается больше медианы, а другая – меньше:

$$\bar{x} = Md.$$

Если в данных есть объединенные классы, особенно в окрестности медианы, то необходимо произвести табулирование частот, интерполировать внутри разряда значений. Оценкой медианы будет величина $n/2$, а медиана находится по формуле

$$Md = (X_{ним}) + \Delta \left(\frac{\frac{n}{2} - f_{ним}}{f_{им}} \right),$$

где $X_{ним}$ – фактическая нижняя граница интервала медианы;

Δ – ширина интервала медианы;

$f_{ним}$ – частота, накопленная к интервалу медианы;

$f_{им}$ – частота в интервале медианы.

Если это обстоятельство не учитывать, а использовать в качестве единственной оценки среднего только среднее арифметическое значение, то проигрыш в точности оценки может составить неоправданно большим.

В условиях отсутствия априорной информации о виде распределения измеряемых величин, теория [4] рекомендует выбирать так называемые робастные (устойчивые к распределениям) оценки. Однако эффективность использования таких оценок существенно снижается при работе с малыми выборками.

Таким образом, стремление обеспечить максимальную точность оценки среднего связано с необходимостью получения информации о форме распределения ряда наблюдений измеряемой величины.

Это возможно, разработав методы и алгоритмы измерения формы распределений случайных процессов с получением количественных характеристик, определяющих качественное состояние объектов, в том числе автоматизированного управления технологическим процессом нанесения гальванических покрытий.

Для того чтобы процедура распознавания образов распределений стала «метризуемой», были разработаны такие инструменты анализа, которые на алгоритмическом уровне выполняют функции отображения исследуемого множества результатов наблюдений в некоторое число, приписывания этому числу качественного признака, характерного для исследуемого ряда, упорядочения подобных чисел совместно с их качественными признаками.

Для определения формы распределения измеренных значений предложена идентификационная шкала (ИШ) эталонных сигналов с известными законами распределения [5], представленная в таблице.

*Идентификационная шкала для определения формы
распределения измеренных значений*

Идентиф. число	2mod	asin	even	simp	gaus	lapl	kosh
$IdP=NF$	4	8	12	22	40	93	1100

Представленная ИШ построена для основных симметричных распределений и объема выборки $N = 100$. Шкала охватывает полный диапазон возможных значений идентификационного параметра (IdP), называемого в данном случае виртуальным объемом и обозначаемым NF . Отсюда следует, что и все имена возможных форм распределений также сосредоточены в пределах $4 < NF < 1100$.

Алгоритм определения среднего измеренных значений представлен на рис. 2.

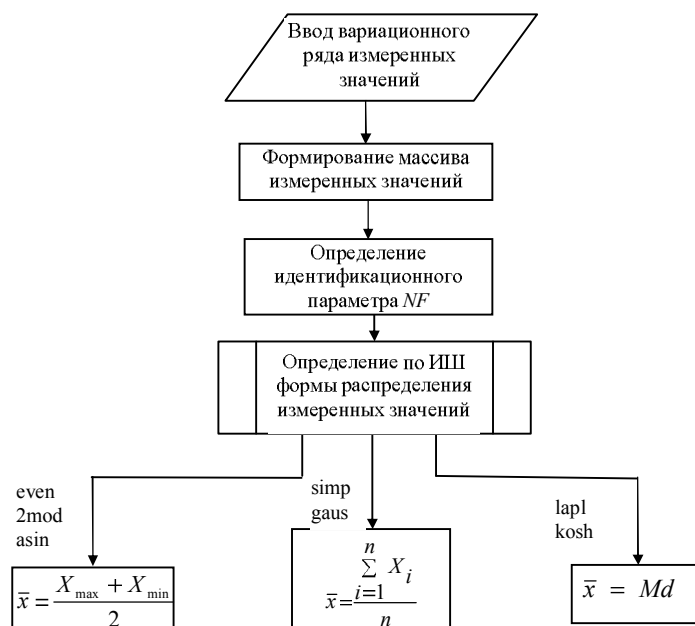


Рисунок 2 - Алгоритм определения среднего измеренных значений

Поскольку ИШ аналогична по форме шкале обычных измерительных приборов физических величин, достоверность преобразования будет зависеть, в первую очередь, от качества используемой шкалы эталонов. При этом положение «оцифрованных отметок» определяет систематическую, а размытость отметки – случайную составляющие погрешности шкалы.

Из существующего перечня измерительных систем наибольшее распространение для решения вопросов автоматизации технологических процессов и управления динамическими объектами с применением алгоритмов статистического анализа получают компьютерные измерительные системы (КИС).

Пример структурной схемы КИС АСУ гальваническим производством представлена на рис. 3.

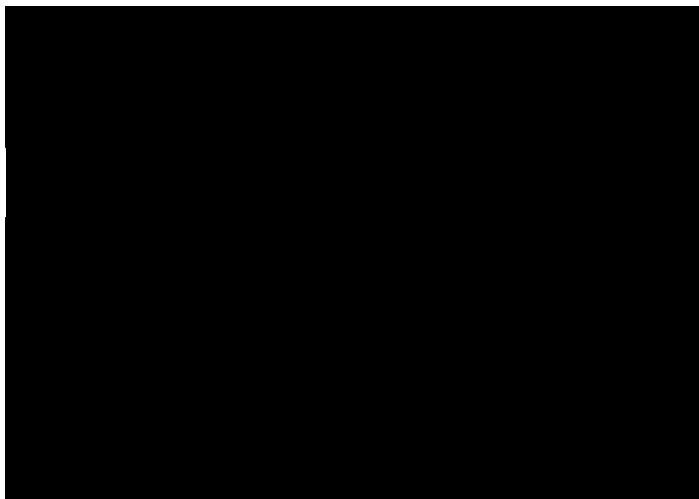


Рисунок 3 - Структурная схема КИС АСУ гальваническим производством

Система имеет параллельную архитектуру и содержит десять параллельных каналов измерения (определяется количеством гальванических ванн), каждый из которых имеет собственные датчики и узлы преобразования анализируемых сигналов, а процессор компьютера работает в режиме мультиплексирования. Подобный принцип построения виртуального прибора позволяет проводить оптимизацию обработки сигналов в каждом канале независимо, а также преобразование сигналов можно выполнять локально в месте расположения источника исследуемого сигнала, что позволяет передавать сигналы от измеряемого объекта в цифровой форме.

Взаимодействие между отдельными элементами виртуального прибора осуществляют с помощью внутренней шины компьютера, к которой подключены как его внешние устройства, так и измерительная схема, состоящая из коммутатора, АЦП и блока образцовых программно-управляемых мер напряжения и частоты. С помощью ЦАП можно вырабатывать управляющие аналоговые сигналы; интерфейсный модуль ИМ подключает измерительный прибор к магистрали приборного интерфейса.

Коммутатор устройства обеспечивает подачу аналоговых напряжений с внешних датчиков на узлы системы. Достаточно простые узлы виртуального прибора можно разместить на одной плате персонального компьютера. Существуют и более сложные структуры виртуальных приборов, в которых в соответствии с решаемой измерительной задачей по установленной программе меняют архитектуру построения системы.

Одним из элементов виртуального прибора является блок образцовых программно-управляемых сигналов, мер напряжения и токов. В виртуальных приборах предусмотрена возможность определения индивидуальных функций влияния температуры на разные параметры прибора: дрейф нуля УПП, коэффициенты передачи различных элементов. Непрерывный контроль температуры блоков позволяет автоматически корректировать возникающие погрешности измерения.

Основную роль в виртуальных приборах играют платы сбора данных с необходимыми метрологическими характеристиками для данной задачи, такими, как разрядность АЦП, быстродействие и динамические погрешности аналого-цифрового канала. При этом необходимо использовать быстрые и эффективные алгоритмы обработки измеряемой информации, разработать удобную программу сбора и отображения данных под наиболее распространенные операционные системы – Windows 2000, NT, XP и т. д.

Одна из самых известных среди специалистов разработок виртуальных приборов — система LabVIEW компании National Instruments (США). Кроме того, существует большое количество библиотек виртуальных приборов от независимых сторонних производителей. Программы в LabVIEW именуются виртуальными приборами, так как способ общения с ними напоминает реальные приборы. Виртуальные приборы играют ту же роль, что и функции в обычных языках программирования.

Замена текстового представления графическим в программе LabVIEW делает представление измерительных данных и процедур более наглядным, не создает языкового барьера, рисунок выражает смысл информации в более компактных единицах.

Согласно структурной схеме, компьютерная измерительная система АСУ «Гальваника» реализована с применением универсального набора приборов NI ELVIS, состоящего из компьютерной платы ввода/вывода сигналов, специально разработанной настольной станции и съемной платы – прототипа монтажной панели для создания лабораторных работ. Управление комплексом, сбор и обработка данных производится с помощью виртуальных приборов (ВП), созданных в программной среде LabVIEW (рис. 4).



Рисунок 4 - Внешняя панель виртуального прибора для измерения концентрации веществ

Таким образом, рассмотрено применение метода идентификационных измерений для АСУ гальваническим производством.

Список литературы

1. Гальванические покрытия в машиностроении: Справочник / Под ред. М.А. Шлюгера. - М.: Машиностроение, 1985. - В 2-х томах. - 240 с.
2. Свинцов В.Я. Оценка чувствительности фазометрического анализатора концентрации веществ / В.Я. Свинцов, А.А. Липчанский, А.А. Тукачев // Датчики и системы. - Жуковский, 2004. - №3. - С.34-35.
3. Грановский В.А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В.А. Грановский, Т.Н. Сирая. - Л.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений: Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкочич. - М.: Наука: Физматлит, 1996. - 207 с.
5. Мутанов Г.М. Метод определения концентрации веществ в электролитах гальванического производства / Г.М. Мутанов, Ю.Н. Кликушин, К.Т. Кошеков // Материалы IV-й Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. «Наука в информационном пространстве». - Днепропетровск: ПДАВА, 2008. - Т.2. - С.71-74.

Получено 17.07.10

УДК 621.9.02

Ю.Н. Кликушин, В.В. Сорокин

СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск

МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Рост автоматизации процессов производства в машиностроении предъявляет высокие требования к средствам диагностирования, служащим для оперативного контроля состояния оборудования, обнаружения и локализации неисправностей.

В данный момент средства диагностики требуют постоянного развития и совершенствования с целью повышения их разрешающей способности, что невозможно без даль-