

УДК 656:658.562; 621.793

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

© 2013 А.Р. Галлямов, С.Ю. Ганигин, С.С. Кретов, А.С. Марков, В.С. Марков

Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 29.03.2013

Описана наукоемкая автоматизированная система управления технологическим процессом электрохимического серебрения, осуществляющей функции сбора информации о параметрах процесса, контроля и регистрации технологических режимов, формирования управляющих воздействий для достижения требуемых показателей качества серебряно-алмазных покрытий, обеспечивающих существенное повышение эксплуатационных характеристик ответственных элементов тяжело нагруженных узлов трения.

Ключевые слова: *система управления, гальваническое покрытие, мониторинг, технологический процесс, качество*

Покрытия с заранее заданными эксплуатационными свойствами за последнее время приобретают значительный удельный вес в современной промышленности. Одновременно повышаются требования, предъявляемые к технологии электроосаждения серебра и физико-химическим свойствам получаемых осадков. В лаборатории «Наноструктурированных покрытий» СамГТУ была разработана и внедрена в производство автоматизированная система управления технологическим процессом электрохимического серебрения. Основные свойства формируемых покрытий при заданном составе электролита определяются параметрами и формой технологического тока, которые рассчитываются и задаются на основе анализа показателей процесса и полученной модели, связывающей их со свойствами покрытий. Разработанная система используется вместе с автоматизированной информационно-измерительной экспертной системой. В этом случае измерительная система корректирует параметры тока и напряжения в соответствии с реальной ситуацией в ванне с электролитом. При разработке системы необходимо предусмотреть режимы ручного управления. В этом случае параметры процесса задаются с клавиатуры или внешнего генератора управляющего сигнала.

Галлямов Альберт Рафисович, младший научный сотрудник кафедры «Конверсионные и двойные технологии энергонасыщенных материалов и изделий». E-mail: ttxb@inbox.ru

Ганигин Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология твердых химических веществ». E-mail: ttxb@inbox.ru

Кретов Сергей Сергеевич, аспирант. E-mail: idi71@yandex.ru

Марков Александр Сергеевич, студент

Марков Владимир Сергеевич, студент

Структурная схема автоматизированной информационной и управляющей системы приведена на рис. 1 (система управления током выделена штриховой линией).

В автоматизированной системе выделены следующие структурные элементы и влияющие величины:

- безцианистый дицианоаргентатный электролит с добавлением УДА. Непрерывному измерению подлежат такие величины как температура, показатель РН, проводимость. Состав электролита определяется периодическим отбором проб;

- процесс формирования функциональных серебряных покрытий характеризуется функциональными свойствами получаемых покрытий, таких как износостойкость, твердость, блеск, адгезия, шероховатость, пористость и показателями производительности процесса, такими как скорость осаждения, расход электролита, потребляемая мощность;

- источник технологического тока, формирующий управляющие воздействия (амплитуда тока нанесения и коэффициент асимметрии);

- исполнительная часть автоматической системы управления технологическим процессом, осуществляющая формирование сигнала формы технологического тока;

- автоматизированная информационно-измерительная экспертная система, осуществляющая сбор данных и передачу этой информации в автоматическую систему управления для принятия решений о коррекции процесса, индикацию и регистрацию основных параметров.

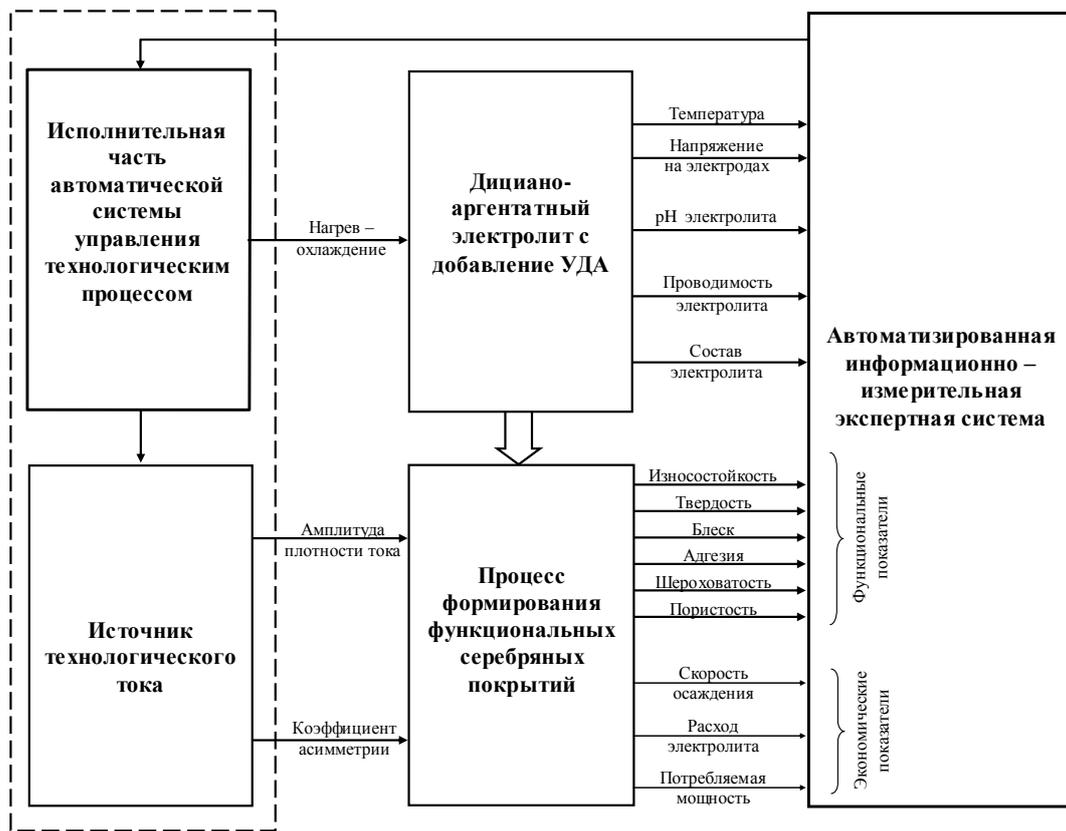


Рис. 1. Информационно-измерительная и управляющая система

Используемый в разработанной системе источник тока обладает следующими характеристиками, показанные в таблице 1. Исполнительная часть системы управления обеспечивает возможность задания параметров типовых силовых сигналов, формируемых источником тока по интерфейсу RS-232. При этом осуществляется включение / выключение источника, определение режима (ток / напряжение), определяется форма тока (постоянный уровень, меандр, гармонический сигнал с постоянной составляющей, асимметричный синус) и задаются такие параметры как:

- постоянный уровень (в систему управления

от внешней ЭВМ передается значение напряжения / тока);

- меандр (от внешней ЭВМ передается значение амплитуды, частоты и постоянной составляющей напряжения / тока);

- гармонический сигнал с постоянной составляющей (от внешней ЭВМ передается значение амплитуды, частоты и постоянной составляющей напряжения / тока);

- асимметричный синус (от внешней ЭВМ передается значение частоты амплитуды верхней полуволны и амплитуды нижней полуволны).

Таблица 1. Характеристики источника технологического тока

максимальная частота выходного сигнала, Гц	200
тип задания выходного сигнала	ШИМ-последовательность
частота управляющего сигнала, кГц	5
максимальная амплитуда выходного сигнала, В	24
максимальная амплитуда тока, А	50
режимы стабилизации	напряжение / ток
напряжение питания источника тока, В	220
частота питающего напряжения, Гц	50-60
уровень подавления частоты ШИП на выходе, при сопротивлении нагрузки 0,5 Ом. дБ	не менее 40
температура эксплуатации, °С	от -10 до +40
габариты, см	13x22x45
масса, кг	18

Параметры протокола обмена данными: скорость передачи данных 9600 бит/с, количество бит данных 8, стоп-бит – 1, старт бит – 1, контроль четности отсутствует, управление потоком отсутствует. Система даёт возможность задания мгновенных значений выходного силового сигнала, формируемого источником тока, отсчетами входного управляющего аналогового сигнала с учетом заданного масштаба. Предельные значения входного аналогового сигнала составляют ± 10 В. Граничная частота в спектре сигнала 200 Гц. Таким образом, в рассматриваемом режиме управления от входного аналогового сигнала за один период управляющего ШИМ-сигнала (частота 5 кГц, период 0,2 мс) система совершает аналого-цифровое преобразование, вычисляет соответствующую полученному значению отсчета ширину импульса или скважность и далее формирует импульс ШИМ-

сигнала. Указанные особенности функционирования системы определяют ее быстродействие и тот факт, что в рассматриваемом режиме выходной сигнал будет запаздывать относительно входного минимум на 0,2 мс. Система управления имеет возможность работать в автономном режиме, т.е. без входных управляющих сигналов. В этом режиме форма и параметры тока задаются с панели управления системы посредством элементов ввода и отображения информации. В автономном режиме также задается последовательность изменения амплитуды тока верхней и нижней полуволны и длительность их действия для получения градиентных покрытий с параметрами, меняющимися по толщине. Информационно-измерительная система предназначена для первичного преобразования. Структурная схема, разрабатываемая ИИС, приведена на рис. 2.

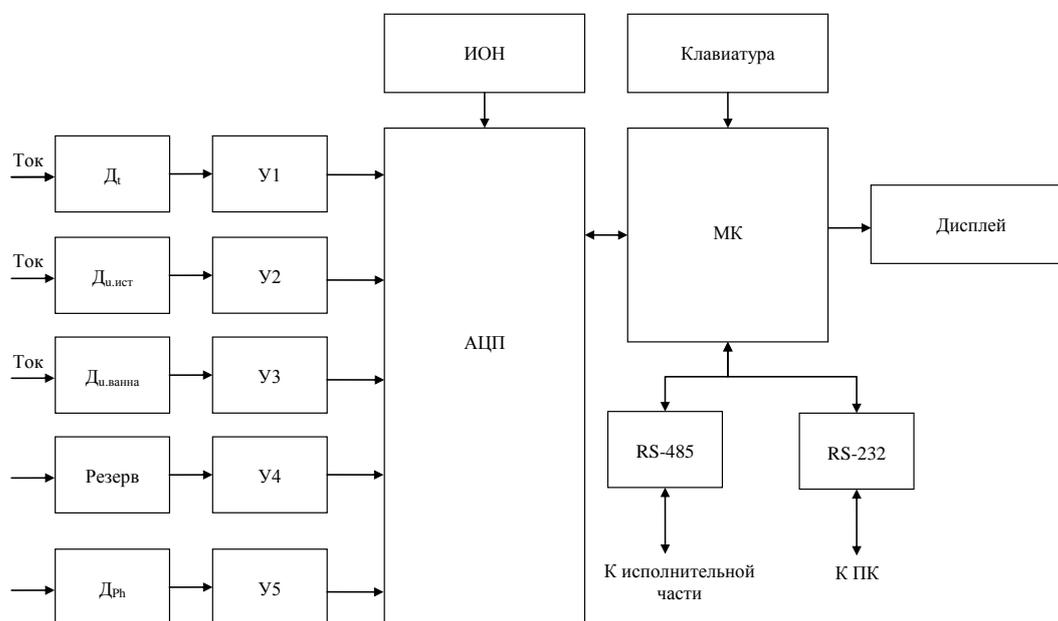


Рис. 2. Структурная схема информационно-измерительной системы

В рассматриваемой схеме выделены следующие структурные элементы: D_t – датчик температуры, служит для преобразования температуры электролита в ванне в электрические сигналы; $D_{ист}$ – датчик напряжения на источнике технологического тока; $D_{в}$ – датчик напряжения на клеммах электродов ванны; D_t – датчик тока цепи; $У_1 - У_4$ – усилители сигнала. Данные усилители выполняют две функции: масштабирование сигнала с датчиков и согласование сопротивлений датчиков и входных сопротивлению АЦП; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь для преобразования аналоговых сигналов в цифровой код; ИОН – источник опорного напряжения, необходим для высокоточной работы АЦП; дисплей – жидкокристаллический индикатор, который служит для

вывода информации для пользователя; клавиатура – кнопочный блок для ввода параметров и управление меню ИИС; МК – микроконтроллер, управляет работой АЦП и дисплея, обрабатывает поступающую информацию, подает управляющие сигналы на исполнительную часть; RS-485 – преобразователь интерфейса UART микроконтроллера в RS-485; RS-232 – преобразователь интерфейса UART микроконтроллера в RS-232.

Подключение периферийных устройств, таких как, клавиатура, дисплей, внешняя ЭВМ, исполнительная часть системы управления подразумевает разработки или использования стандартных протоколов обмена данными. Для записи, визуализации, обработки и хранения сигналов, отображающих технологические параметры

гальванического осаждения покрытий, разработан пакет прикладных программ, имеющий возможность формирования отчетного протокола технологической обработки деталей, регистрируемых с помощью аналого-цифровых преобразователей. Рабочей программе присвоено имя «Galvanic sedimentation». Программа работает в среде Windows XP-Windows 7. Программа представляется в виде дистрибутива

исполняемого файла и содержит средство защиты, ограничивающих ее применение (по сроку использования, по функциям и т.п.). На рис. 3 представлен внешний вид всего комплекса. Аппаратный комплекс состоит из блоков управления режимами работы источника тока серебрения в соответствии с описанием приведенным выше.

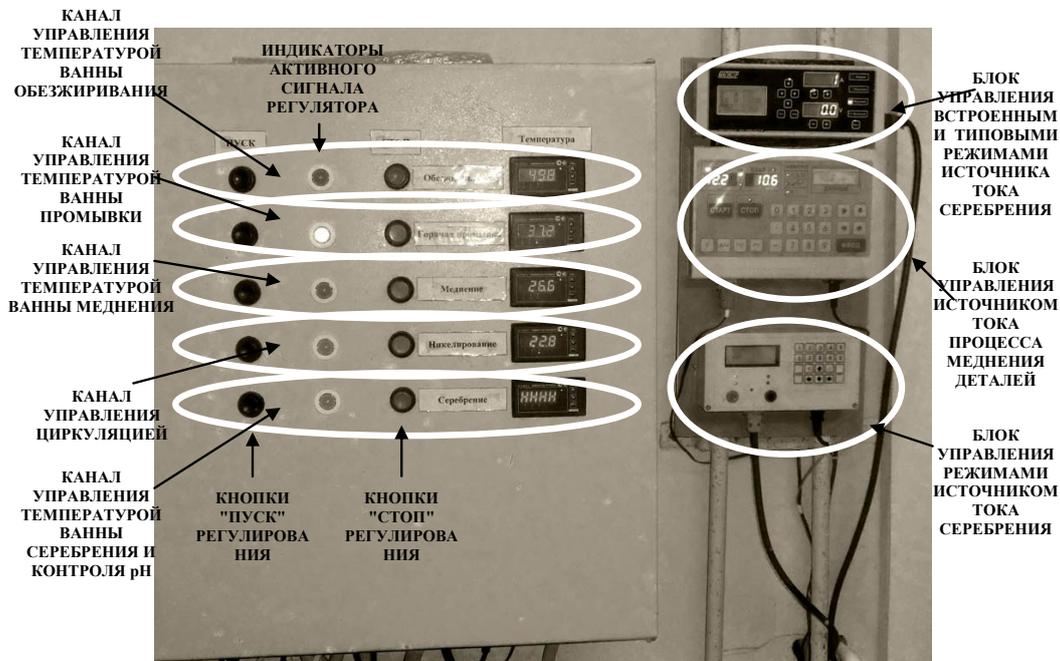


Рис. 3. Внешний вид аппаратного комплекса системы управления процессом серебрения

Выводы: в результате разработки информационно-измерительной и управляющей системы появилась возможность промышленного использования технологического экологически-безопасного процесса получения электрохимических серебряных покрытий с использованием бесцианистого электролита на асимметричном переменном токе. Это стало возможным путем выполнения следующих условий:

- повышение точности стабилизации температуры, электрической проводимости и показателя pH электролита, а также введение в процесс серебрения соответствующих указанным величинам информационных каналов контроля, управления и регистрации;

- обеспечение возможности управления частотой асимметричного тока. До этого в процессе серебрения использовался ток промышленной частоты 50 Гц. При этом невозможно было получать покрытия с требуемой шероховатостью, а также возникали поверхностные дефекты. В результате внедрения системы появилась возможность управлять плотностью покрытий, обеспечивая градиент механических свойств;

- повышение точности установки тока серебрения, что обеспечило равномерность покрытий по толщине и прогнозирование свойств покрытий;

- обеспечение возможности независимого изменения коэффициентов асимметрии тока в широких пределах, что позволило гибко управлять показателями механической прочности получаемых покрытий;

- автоматизация процесса управления технологическими режимами, определяемыми током, напряжением, частотой;

- внедрение программного обеспечения, позволяющего регулировать технологические режимы в процессе осаждения путем программного изменения тока, коэффициента асимметрии и частоты во времени. Это позволяет уменьшить количество работников, повысить производительность и снизить требования к квалификации оператора линии (при этом уменьшается влияние человеческого фактора).

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, в рамках выполнения ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы», госконтракт № 14.518.11.7023.

INFORMATION AND MEASURING SYSTEM FOR RESEARCH THE PROCESS OF ELECTROCHEMICAL SEDIMENTATION OF COVERINGS

© 2013 A.P. Gallyamov, S.Yu. Ganigin, S.S. Kretov, A.S. Markov, V.S. Markov

Samara State Technical University

The knowledge-intensive automated control system for technological process of electrochemical silvering, carrying-out function of collection the information about parameters of process, control and registration the technological modes, formations the operating influences for achievement the demanded indicators of silver-diamond coverings quality providing essential increase of operational characteristics of responsible elements of heavy loaded units of friction is described.

Key words: *control system, galvanic covering, monitoring, technological process, quality*

*Albert Gallyamov, Minor research Fellow at the Department
“Conversional and Double Technologies of Power Saturated
Materials and Products” E-mail: ttxb@inbox.ru*

*Sergey Ganigin, Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor at the Department “Technology of Solid Chemical
Substances”. E-mail: ttxb@inbox.ru*

Sergey Kretov, Post-graduate Student. E-mail: idi71@yandex.ru

Alexander Markov, Student

Vladimir Markov, Student