

УДК 621.793

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ШИРОКОГО СПЕКТРА

© 2013 А.Р. Галлямов, Д.А. Деморецкий, С.С. Кретов, К.С. Дурницын

Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 01.04.2013

Статья посвящена реализации вневанного нанесения электрохимических покрытий различных металлов. Приведены технические характеристики устройств для локального осаждения покрытий, область применения и преимущества. Разработка может найти широкое применение в различных отраслях промышленности, где использование гальванических линий невозможно или нецелесообразно.

Ключевые слова: гальваническое покрытие, локальное осаждение покрытий, источник тока

Процесс нанесения покрытий цветных металлов нашел широкое применение во всех отраслях промышленности, включая машиностроение, приборостроение, легкую промышленность и ювелирную промышленность. На сегодняшний день для нанесения покрытий традиционно используют крупногабаритные ванны, требующие дополнительного оснащения вентиляционной и коммуникационной системой. Однако нанесение покрытий в гальванических ваннах имеет ряд недостатков. Во-первых, в ваннах сложно обеспечить качественное осаждение покрытий на поверхностях со сложной формой, особенно если электролит имеет недостаточную рассеивающую способность. Помимо этого, технологическое оснащение гальванического производства имеет существенный недостаток, связанный с ограниченностью его перемещения и размещения, с чем зачастую сталкиваются малые предприятия и организации. С экономической точки зрения окупаемость такого производственного оборудования занимает довольно продолжительное время в связи с высокими затратами на отладку и его ремонт, либо просто не перекрывается получаемой прибылью от реализации готовой продукции.

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

Деморецкий Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Конверсионные и двойные технологии энергонасыщенных материалов и изделий». E-mail: dda74@inbox.ru

Кретов Сергей Сергеевич, аспирант. E-mail: tribo@rambler.ru

Дурницын Константин Сергеевич, аспирант. E-mail: yustas_aleksu@mail.ru

В лаборатории наноструктурированных покрытий СамГТУ был разработан универсальный программируемый комплекс для локального нанесения износостойких защитных покрытий широкого спектра, который может быть использован для антифрикционной, антикоррозионной и художественно-декоративной обработки металлических поверхностей и оптимизации технологических процессов обработки материалов. Общий вид универсального программируемого комплекса представлен на рис. 1. Новизна разработанного комплекса заключается в обеспечении возможности электролитического нанесения (ручного или автоматизированного) покрытий на локальные участки металлических поверхности со сложным профилем с использованием нестационарных токовых режимов. Прибор позволяет наносить покрытия из различных металлов, таких как серебро, золото, никель, цинк, медь, железо, хром.

Предлагаемый комплекс имеет ряд преимуществ по сравнению с имеющимися приборами для вневанного метода электроосаждения:

- 1) меньшие массогабаритные характеристики;
- 2) отсутствие дополнительных емкостей для электролита;
- 3) использование автономного источника питания;
- 4) автоматизированный источник питания позволяет в широких диапазонах управлять технологическими режимами осаждения;
- 5) возможность создания покрытий с положительным градиентом по твердости;
- 6) программирование последовательности технологических режимов осаждения обеспечивает формирование покрытия с возможностью оптимизации и сохранения выбранных программ

для комплектов деталей различной конфигурации и использование данного комплекса в научно-исследовательских целях;

7) стоимость комплекса значительно ниже имеющихся аналогов.



Рис. 1. Общий вид универсального программируемого комплекса

Устройство для нанесения электрохимических их покрытий (карандаш) (рис. 2) состоит из корпуса 1, в который вставлен пористый стержень (тампон) 3, пропитанный электролитом, связанный с одной стороны с фетровым наконечником 4, который служит в качестве пера, а с другой стороны с анодом 5, представляющего собой металлический стержень, который в свою очередь сообщается с источником тока с помощью гибкого полутораметрового многожильного медного провода, на одном конце которого имеется зажим (типа «крокодил»), что позволяет упростить процесс осаждения в труднодоступных областях обрабатываемой поверхности, где исключается возможность непосредственной установки блока управления источником. На обратном конце проводника имеется разъем BNC, позволяющий производить легкую и надежную фиксацию контактов, исключая возможность разрыва электрической цепи в процессе электрохимического осаждения. Корпус гальванического карандаша, полый, изготовлен из химически стойкого полипропилена, имеет эргономичную форму, удобную для рук для необходимой продолжительной работы. Габаритные размеры корпуса карандаша: длина $l = 1210$ мм, диаметр d

$= 25,5$ мм, толщина стенки $s = 1,75$ мм. Материала корпуса препятствует испарению электролита, сохраняя высокую герметизацию в местах резьбового соединения, а также в местах посадки с натягом составных компонентов устройства, таких как колпачки и переходные втулки и уплотнения. Тампон выполнен из абсорбирующего материала (нейлона), обеспечивающий возможность своей максимальной пропитки и сдерживания в себе всего объема раствора электролита. Дозаправку электролита производят через технологическое отверстие во втулке 12.

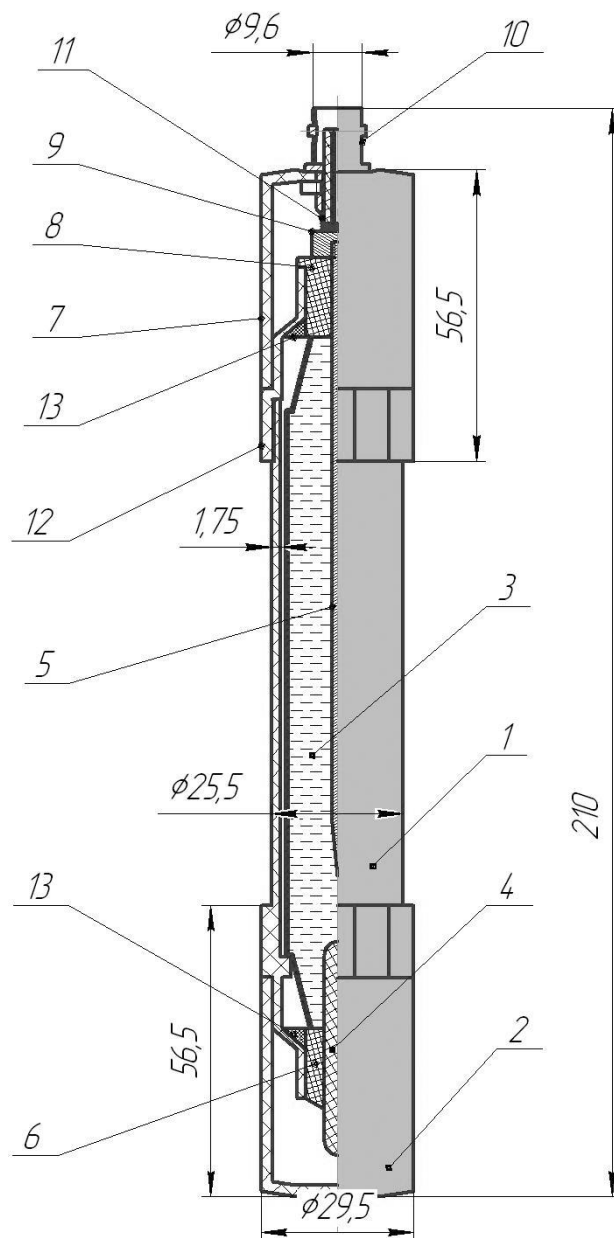


Рис. 2. Конструкция устройства для нанесения электролитических покрытий:

1 – корпус, 2 – колпачок, 3 – тампон, пропитанный электролитом, 4 – наконечник (перо), 5 – металлический стержень анода, 6 – переходная втулка, 7 – разъемный колпачок, 8 – посадочная втулка, 9 – контакт подпятник, 10 – разъем BNC, 11 – пружинный контакт, 12 – свинчиваемая втулка, 13 – эпоксидный герметик

Перед использованием устройства с корпуса снимают колпачок, и гибкий провод соединяют с источником тока, который в свою очередь подключается с помощью зажима к обрабатываемой поверхности. Затем с легким прижимом трут заостренным концом стержня по участку обрабатываемой поверхности, на который необходимо нанести покрытие. При этом замыкается электрическая цепь от положительного полюса источника тока через анод, электролит, обрабатываемую поверхность, гибкий провод на отрицательный полюс источника тока. Покрытие получается в результате восстановления ионов металла, содержащихся в электролите, на катоде, в роли которого выступает обрабатываемая поверхность. В случае использования растворимых анодов в процессе эксплуатации потребуются их периодическая замена.

Пульт управления комплекса изготовлен на основе программируемого контроллера со встроенным микропроцессором, позволяющий осуществлять автоматизированное управление электролизом по заданной программе с возможностью выбора тока произвольной формы (постоянный, переменный, импульсный, асимметричный и др.), задания величины и длительности импульсов прямого и обратного токов, паузы между ними, положительного или отрицательного

смещения постоянной составляющей тока, обеспечение стабилизации по току и по напряжению. Это позволяет получать благоприятный положительный градиент механических свойств в покрытиях, предназначенных для повышения износостойкости покрытий и его адгезии. Также прибор дает возможность формировать высококачественные покрытия с возможностью оптимизации и сохранения выбранных последовательностей технологических режимов для нанесения покрытия на комплекты деталей различной конфигурации. На рис. 3 представлена структурная схема блока управления и преобразователя тока. Для обеспечения автономного и переносного исполнения прибора питание осуществляется от сменных аккумуляторов или от внешнего источника постоянного напряжения с одновременной подзарядкой сменных аккумуляторов. При работе от внешнего источника тока одновременно происходит зарядка аккумулятора. Для предупреждения перезаряда установлен контроль заряда аккумулятора, который также включает индикатор, указывающий на низкий уровень заряда аккумулятора. Коммутационное устройство отключает аккумулятор из цепи питания при достижении полного заряда и подключает его при отключении внешнего источника питания.

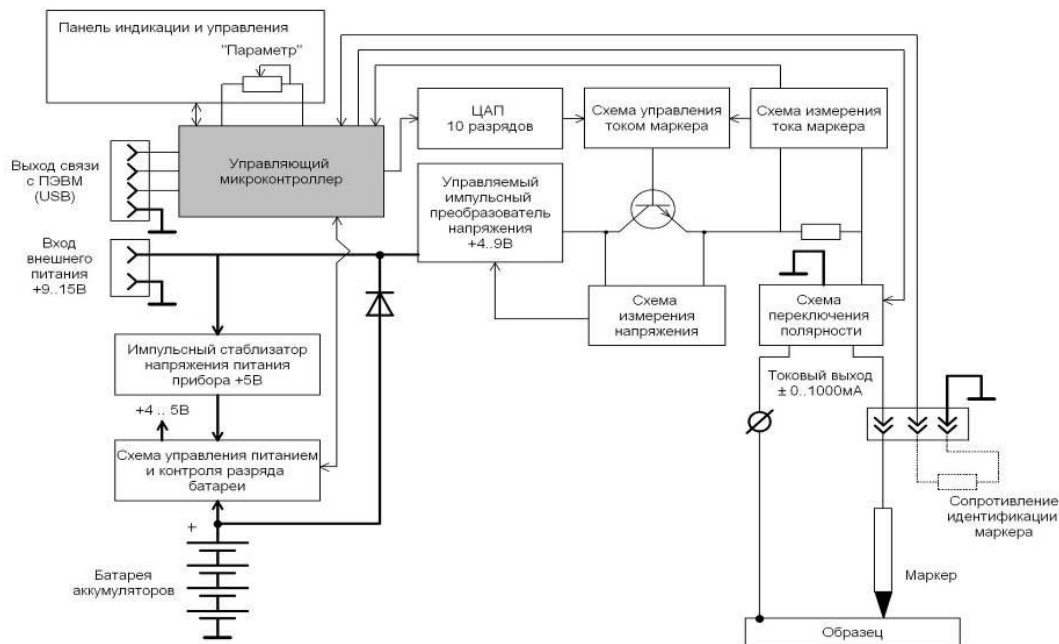


Рис. 3. Структурная схема блока управления и преобразователя тока

Для создания периодического сигнала разной формы используется силовой блок, состоящий из драйвера силовых ключей и самих силовых ключей, построенных на IGBT-транзисторах. Применение в схеме IGBT-транзисторов дает возможность создавать инверторы с более

высокой частотой работы при малом токе управления, что важно для устройства, работающего от аккумулятора. Для предотвращения ситуаций, при которых оба плеча моста силовых транзисторов будут открыты, а также для согласования уровней сигналов управления используется

драйвер силовых ключей. Индикаторы прибора представляют собой несколько светодиодов, информирующие о включении устройства, низком заряде аккумулятора и выбранном режиме. Для управления силовой схемой используется микроконтроллер. Кварцевый генератор микроконтроллера формирует импульсы с очень стабильной частотой и служит для стабилизации всех процессов по времени. Процессор выполняет команды, записанные в энергонезависимую память, управляет информацией и драйверами силовых ключей, принимает управляющие сигналы с клавиатуры и преобразует аналоговые сигналы, поступающие с датчиков тока и напряжения, а также регулятора параметров. Датчики тока и напряжения необходимы для создания обратной связи между управляющими сигналами микроконтроллера и реальным выходным сигналом, возникающим на силовых ключах.

Технические параметры комплекса:

1. скорость осаждения: 0,01-0,1 мкм/мин;
2. выходная плотность тока: 1...100 А/дм²;
3. шаг регулирования: +/-0,1 А/дм²;
4. количество возможных программ: 10 шт.;
5. максимальная частота импульсов: 1 кГц;
6. время автономной работы: до 8 часов;
7. объем электролита: 120 мл.;
8. потребляемая мощность: 27 Ватт; масса комплекса: 3 кг.

Потенциальными потребителями переносного комплекса для нанесения металлических покрытий являются:

- 1) отечественные приборостроительные предприятия;
- 2) подшипниковые предприятия;
- 3) предприятия, производящие электрооборудование и электронику;
- 4) предприятия легкой и ювелирной промышленности;
- 5) физические лица и владельцы автосервисов, для защитно-декоративных работ;
- 6) учебные заведения, для проведения научных исследований;
- 7) сервисные центры и фирмы, занимающиеся отделочно-декоративными работами и др.

UNIVERSAL PROGRAMMABLE COMPLEX FOR LOCAL COATING THE WIDE RANGE OF WEARPROOF COVERINGS

© 2013 A.P. Gallyamov, D.A. Demoretskiy, S.S. Kretoy, K.S. Durnitsyn

Samara State Technical University

Article is devoted to realization the extra bathing coating of electrochemical coverings at various metals. Technical characteristics of devices for local sedimentation of coverings, area of application and advantages are given. Development can find broad application in various industries where use the galvanic lines is impossible or inexpedient.

Key words: *galvanic covering, local sedimentation of coverings, current source*

Albert Gallyamov, Minor Research Fellow of the Department "Conversional and Double Technologies of Power Saturated Materials and Products". E-mail: gallyamov.albert@bk.ru
Dmitriy Demoretskiy, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department "Conversional and Double Technologies of Power Saturated Materials and Products". E-mail: dda74@inbox.ru
Sergey Kretoy, Post-graduate Student. E-mail: tribo@rambler.ru
Konstantin Durnitsyn, Post-graduate Student. E-mail: yustas_aleksu@mail.ru