

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОНТАКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В.В. Афонин, И.Н. Акулинин

*Кафедра «Электрооборудование и автоматизация», ФГБОУ ВПО «ТГТУ»;
ket@nnn.tstu.ru*

Представлена членом редколлегии профессором В.Ф. Калинин

Ключевые слова и фразы: износостойкость электрических контактов; контакты электрических аппаратов; способы осаждения покрытий; термическое разложение металлоорганических соединений хрома; технологические параметры; экспериментальная установка для осаждения хромовых покрытий.

Аннотация: Предложен вариант конструкции установки для осаждения хромовых покрытий пиролитическим разложением металлоорганических соединений хрома на контактные детали электрических аппаратов.

К материалам контактов современных электрических аппаратов предъявляются следующие требования [1]: высокая электрическая проводимость и теплопроводность; высокая коррозионная стойкость в воздушной и других средах; стойкость против образования пленок с высоким электрическим сопротивлением; высокая твердость для уменьшения механического износа при частых включениях и отключениях; малая эрозия; высокая дугостойкость (температура плавления).

Реализация указанного комплекса свойств возможна при химическом осаждении хромовых покрытий из металлоорганических соединений (МОС) [2–4] на контактные материалы из алюминия, меди и их сплавов.

Как и для любого химико-технологического процесса, для термического разложения МОС хрома с целью получения металлических покрытий с заданными свойствами характерно наличие различных способов его реализации [5, 6]. В работах [5, 7] приводится наиболее типичная классификация способов осаждения покрытий по различным технологическим признакам: а) составу и давлению рабочей среды; б) методу создания паровой фазы и состоянию химического соединения непосредственно в реакционной камере; в) методу нагрева или подвода энергии к покрываемому изделию; г) состоянию основных узлов реактора и покрываемого изделия (подложки) в нем.

В качестве исходных МОС возможно использование как индивидуальных химических соединений, так и их смеси, а также МОС в смеси с различными добавками (реакционно-способных газов, катализаторов, «тушителей») побочных реакций и т.д.). Процесс осаждения при этом можно вести как при атмосферном давлении в присутствии газа-носителя, так и при пониженном (форвакууме) и в высоком вакууме. Наилучшие по качеству покрытия получаются при форвакууме порядка 1,3...1300 Па [3].

Анализ аппаратного оформления позволил создать экспериментальную установку для осаждения хромовых покрытий из МОС, технологическая схема ко-

торой представлена на рисунке и состоит из следующих функциональных узлов: реактора 1, испарителя 2, вакуумной системы, устройства подачи МОС, системы газообеспечения, систем измерения и контроля (определения вакуума, температуры испарителя и подложки).

Сконструированная установка – установка вертикального типа. Реактор 1 состоит из верхнего и нижнего фланцев, между которыми вставляется кварцевая труба диаметром 120 и высотой 200 мм. Он оснащен распределительным устройством паров МОС, которые поступают из испарителя 2, а также соответствующими направляющими. Последние создают устойчивую аэродинамику при осаждении покрытий. К нижнему фланцу прикреплен стальной столик, на который устанавливаются алюминиевые или медные контакт-детали (образцы). Оба фланца реактора, а также испаритель снабжены термостатирующей системой 16.

Нагрев в установке прямой, осуществляется с помощью токов высокой частоты (ТВЧ). Мощность генератора ТВЧ составляет 60 кВт, рабочая частота 60...74 кГц. Выбор прямого нагрева диктовался повышением эффективности нагрева, так как в этом случае нагреву подвергается лишь подложка и создается необходимый градиент температур.

Испаритель 2 приварен к верхнему фланцу реактора 1 и соединен с ним патрубком (внутренний диаметр 25 мм). Нагрев испарителя производится с помощью нихромовой спирали (резистивный нагрев), которая через систему автоматики запитывается от переменного напряжения 220 В. Крышка испарителя имеет пять вводов: для подачи жидкого МОС, газа-носителя, впуска воздуха, ввода термодпары от потенциометра 15. Еще один ввод предусматривает подачу различных добавок. Конструкция испарителя обеспечивает полное испарение поступающего

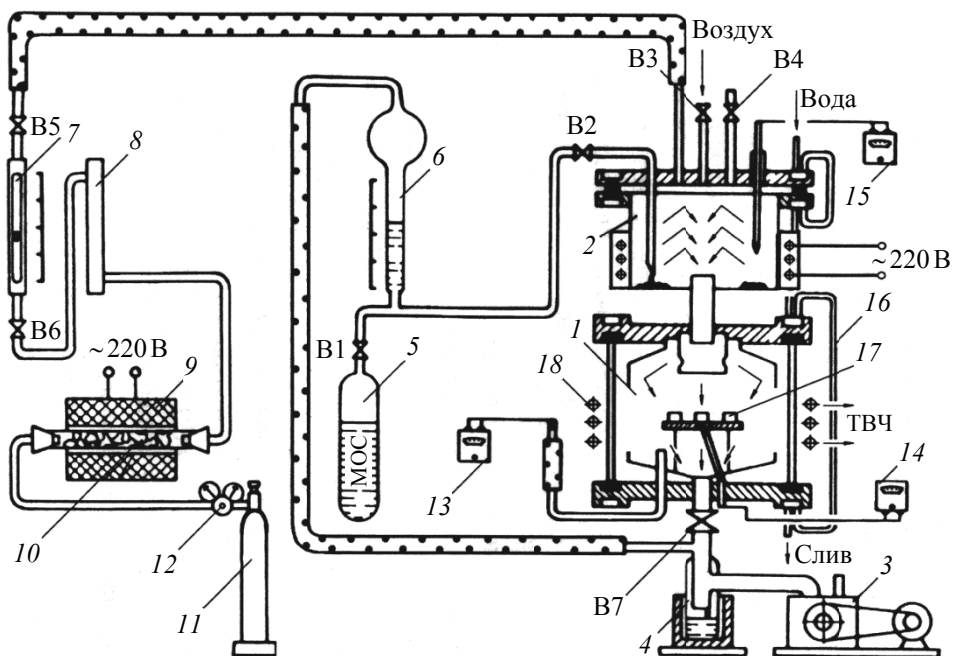


Схема установки для газофазного хромирования:

- 1 – реактор; 2 – испаритель; 3 – форвакуумный насос; 4 – ловушка; 5 – ампула с МОС; 6 – мерный сосуд; 7 – емкость с силикагелем; 9 – печь осушки аргона; 10 – титановая губка; 11 – баллон с аргоном; 12 – редуктор; 13 – вакуумметр; 14 – потенциометр, контролирующий температуру на подложке; 15 – потенциометр, контролирующий температуру в испарителе; 16 – система охлаждения; 17 – хромируемые детали; 18 – индуктор; В1, В2, ..., В7 – соответствующие вентили

МОС за счет разных уровней патрубков ввода жидкого МОС и соединительного с реактором 1.

Расход МОС контролируется мерным сосудом 6 с помощью вентиля В2. Наполнение мерного сосуда 6 осуществляется из ампулы 5 емкостью 100 мл через вентиль В1. Компенсатор в верхней части сосуда предотвращает попадание жидкого МОС в вакуумную систему. Весь транспорт МОС происходит в вакууме.

Система осушки газа-носителя (аргона) и его подачи в испаритель и реактор состоит: из натекателя В5, ротамера РС-3 7, сосуда с силикагелем 8, печи СУОЛ-0,25.1/12-М1 9 с титановой губкой 10. Вся система подключается через редуктор 12 к баллону с аргоном 11. Температура печи 9 в течение всех экспериментов оставалась постоянной и составляла 950 °С. Срок службы титановой губки не превышал четырех-пяти процессов.

Контроль технологических параметров и управление осуществляется блоком автоматики. В автоматическом режиме производится нагрев подложки через потенциометр КСП 2.005 14 и аналогичный прибор 15 – нагрев испарителя. Вакуум в реакторе контролируется вакуумметром 13, необходимое значение которого задается натекателем В5.

Работа на установке состоит в следующем. Образцы из контактных материалов после соответствующей подготовки помещаются на стальной столик, который расположен внутри реактора 1. После чего установка вакуумируется, откачку через вентиль В7 производит форвакуумный насос 3 со скоростью 16...17 л/с.

При достижении вакуума порядка 1,3 Па производится продувка всех коммуникаций установки очищенным и осушенным аргоном в течение 10 мин, после чего устанавливается рабочее давление.

В испарителе до начала осаждения фиксируется необходимая температура, а в мерный сосуд 6 закачивает необходимый объем жидкого МОС.

Нагрев образцов ТВЧ до заданной температуры длится в течение 10...15 мин.

Процесс осаждения начинается с подачи жидкого МОС через вентиль В2 и испаритель 2. Создаваемая паровая фаза в испарителе вследствие непрерывной откачки (проточная система) в присутствии газа-носителя подается к нагретой подложке. Неразложившиеся пары и продукты реакции конденсируются в ловушке 4. Пониженная температура в последней создавалась либо жидким азотом, либо сухим льдом.

Предложенная установка выгодно отличается от других видов поверхностного изменения свойств контактных материалов своей простотой, экологичностью, малой длительностью процесса осаждения и высокой производительностью.

Список литературы

1. Афонин, В.В. Разработка технологии получения износостойких покрытий из металлоорганических соединений на сплавах алюминия : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.01 : защищена 02.02.1982 : утв. 23.06.82 / Афонин Владимир Васильевич. – М., 1982. – 257 с.

2. Костенков, В.А. Способ получения покрытий химическим осаждением из парогазовой фазы на поверхностях тел вращения / В.А. Костенков, В.И. Крашениников, Г.А. Домрачев // II Всесоюзное совещание по металлоорганическим соединениям для получения металлических и окисных покрытий : тез. докл. / Горьк. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского. – Горький, 1977. – С. 68.

3. Получение пленок карбида хрома на изделиях спиралевидной формы / В.А. Костенков [и др.] // II Всесоюзное совещание по металлоорганическим соединениям для получения металлических и окисных покрытий : тез. докл. / Горьк. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского. – Горький, 1977. – С. 68.

4. Металлоорганические соединения в электронике / Г.А. Разуваев [и др.]. – М. : Наука, 1972. – 479 с.
5. Осаждение из газовой фазы / под общ. ред. К. Пауэлла [и др.]. – М. : Атомиздат, 1970. – 472 с.
6. Осаждение пленок и покрытий разложением металлоорганических соединений / Б.Г. Грибов [и др.]. – М. : Наука, 1981. – 322 с.
7. Чунихин, А.А. Электрические аппараты / А.А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
-

The Plant for Durability Step-up of Contact Materials of Electric Switchgears

V.V. Afonin, I.N. Akulinin

*Department "Electrical Equipment and Automation", TSTU;
ket@nnn. Tstu.ru*

Key words and phrases: contacts of electric switchgears; durability of electric contacts; experimental plant for deposition of chrome coatings; methods deposition of coatings technological parameters; thermal decomposition of metal organic compounds of chrome.

Abstract: The paper proposes the design of the plant for the deposition of the chrome coatings by the pyrolysis decomposition of the organic compounds of chrome on the contact parts of the electric switchgears.

Anlage für die Erhöhung der Abnutzungsfestigkeit der Kontaktstoffe der elektrischen Apparate

Zusammenfassung: Es ist die Variante der Konstruktion der Anlage für die Ablagerung der Chromdeckungen durch die pyrolytischen Zerlegung der metallorganischen Chromverbindungen auf die Kontaktteile der elektrischen Apparate vorgeschlagen.

Installation pour l'augmentation de la résistance à l'usure de matériaux de contact des appareils électriques

Résumé: Est proposé une variante de la construction de l'installation pour la précipitation des couvertures de chrome par une décomposition pyrolytique des compositions métallorganiques de chrome sur les détails de contact des appareils électriques.

Авторы: *Афонин Владимир Васильевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрооборудование и автоматизация»; *Акулинин Игорь Николаевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрооборудование и автоматизация», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Чернышов Владимир Николаевич* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Уголовное право и прикладная информатика в юриспруденции», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».
