

тания, которые показывают, что сплошность покрытий увеличилась на 9... 12 %, производительность – на 25 %. Установлено, что в рабочей зоне магнитной системы с магнитотвердыми материалами создается магнитное поле более однородное, чем в системе с электрическими магнитами.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Борисов, Б.П. Исследование и разработка процесса магнитно-электрического упрочнения деталей машин в условиях фазового сдвига активирующих факторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Б.П. Борисов; ФТИ АН БССР. – Минск, 1983. – 19 с.
2. Ракомсин, А.П. Упрочнение и восстановление изделий в электромагнитном поле / А.П. Ракомсин. Под ред. П.А. Витязя. – Минск : Парадокс, 2000. – 201 с.
3. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л.М. Акулович. – Новополоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
4. Использование постоянных магнитов в устройствах электромагнитной наплавки / Ж.А. Мрочек [и др.] // Теория и практика машиностроения. – 2004. – № 3. – С. 75 – 84.
5. Акулович, Л.М. Повышение качества покрытий при электромагнитной наплавке в постоянном магнитном поле / Л.М. Акулович, А.В. Миранович // Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2008. – № 8. – С. 58 – 65.
6. Миранович, А.В. Повышение ресурсо- и энергосбережения процесса электромагнитной наплавки / А.В. Миранович, Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро // Тяжелое машиностроение. – 2006. – № 4. – С. 29 – 33.

УДК 621.793

### РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ И ТИТАНА

**А. Э. Паршутто, Ю. Г. Алексеев, В. С. Нисс,  
А. Ю. Королёв, Г. Е. Слепнёв**

*Научно-технологический парк БНТУ «Политехник», Минск*

*Разработана установка микродугового оксидирования алюминиевых и титановых сплавов с системой управления на базе микропроцессора. Разработанная установка позволяет формировать оксидные покрытия с высокими эксплуатационными характеристиками.*

Разработка новых экологически чистых технологий нанесения покрытий для защиты и упрочнения металлических изделий является весьма важной задачей современной техники в связи с ростом требований к условиям применения, специфическим характером применяемых технологических сред и соответствующим повышением требований к конструкционным материалам.

Микродуговое оксидирование (МДО) – прогрессивный вид электрохимической обработки и упрочнения металлических материалов, являющийся

дальнейшим развитием анодирования. Микродуговое оксидирование позволяет получать многофункциональные керамические покрытия с таким комплексом свойств, как износостойкость, коррозионностойкость, теплостойкость, в качестве электроизоляционных и декоративных покрытий.

Важнейшей особенностью микродугового оксидирования является образование в процессе формирования покрытия поверхностных электрических микродуговых разрядов, оказывающих решающее воздействие на создаваемое покрытие, в результате которого состав и структура получаемых оксидных слоев существенно отличаются, а свойства значительно повышаются по сравнению с обычными анодными пленками. Другими положительными отличительными чертами процесса МДО являются его экологичность, а также отсутствие необходимости тщательной предварительной подготовки поверхности.

Технология микродугового оксидирования в настоящее время используется для обработки сплавов алюминия, титана и находит широкое применение в различных областях производства: товары бытового назначения, медицина, приборостроение, аэрокосмическая промышленность.

Разработанная в Технопарке БНТУ «Политехник» установка для МДО включает в себя источник технологического питания, привод поднятия и опускания обрабатываемых изделий в ванну обработки, систему поддержания необходимых тепловых и гидравлических режимов МДО (перемешивание, циркуляция и охлаждение электролита), и систему, обеспечивающую электробезопасность и санитарные условия для работы оператора (рис. 1).

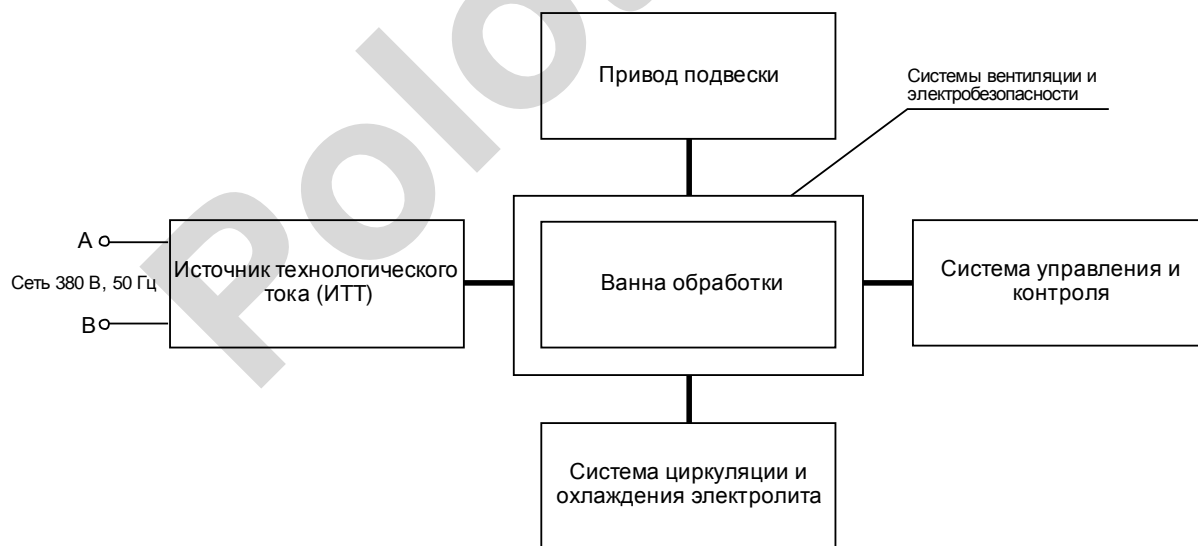


Рис. 1. Функциональная схема установки МДО

Важнейшей составной частью разработанной и изготовленной установки МДО является источник технологического тока, блок-схема которого показана на рисунке 2.

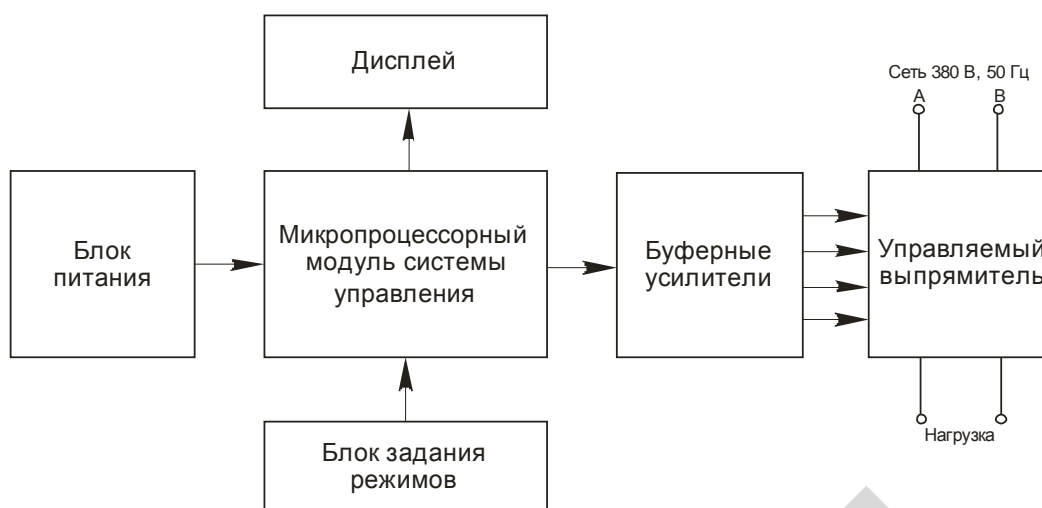


Рис. 2. Блок-схема источника питания установки МДО

Источник технологического тока (ИТТ) позволяет использовать различные режимы обработки. В разработанном источнике питания применен гальваностатический анодно-катодный режим с участием бестоковой паузы в жестком режиме.

Жесткость разряда (через время чисто электрохимического и микродугового воздействия на материал, а также через действующие значения токов, которые определяют температуру в разряде) влияет на такие конечные характеристики МДО-покрытий, как твердость, пористость, пробойное напряжение и т.д. Эти режимы определяются выходными параметрами источников питания для МДО, влияющими на начало и окончание микродугового разряда в каждом полупериоде. При жестком режиме начальная разность потенциалов, заведомо больше критической, что обеспечивает принудительное начало пробоя. Окончание разряда для жесткого режима определяется формой напряжения источника технологического тока в нагрузке и классифицируется как принудительное.

Источник технологического тока установки МДО выполнен в виде двух последовательно включенных однофазных полууправляемых выпрямительных мостов на диодах и тиристорах с цифровой системой управления (см. рис. 2). Такая схема позволяет получить биполярные импульсы технологического напряжения с регулируемой длительностью в диапазоне 1 – 10 мс и амплитудой до 520 В положительной и отрицательной полярности. В качестве метода контроля угла открывания тиристорov выбрана система импульсно-фазового управления (СИФУ). В данной системе преобразование сигналов осуществляется в цифровой форме и выполняется по алгоритму аналоговой СИФУ. На вход цифровой СИФУ в цифровых системах регулирования подается код, а преобразование сигналов, выполняемых в аналоговой СИФУ, в цифровой СИФУ заменено соответствующим преобразованием кодов.

Микропроцессорный модуль управления, выполненный на процессоре Atmel Atmega 16, формирует импульсы для управления тиристорами моста, а также формирует стробирующий импульс в момент перехода фазного напряжения фазы через ноль. Этот импульс используется в микропроцессорной системе как стробирующий (синхронизирующий), по которому запускается блок управления, и формируются программным путем стробирующие импульсы каждой фазы. Разработанная установка позволяет оксидировать детали площадью до 500 см<sup>2</sup> и создавать оксидные покрытия толщиной до 150 мкм.

В результате испытаний разработанной установки выполнено оксидирование имплантатов, изготовленных из сплава ВТ6. Предварительные исследования показали, что полученное покрытие имеет высокую микротвердость и коррозионную стойкость (рис. 3).

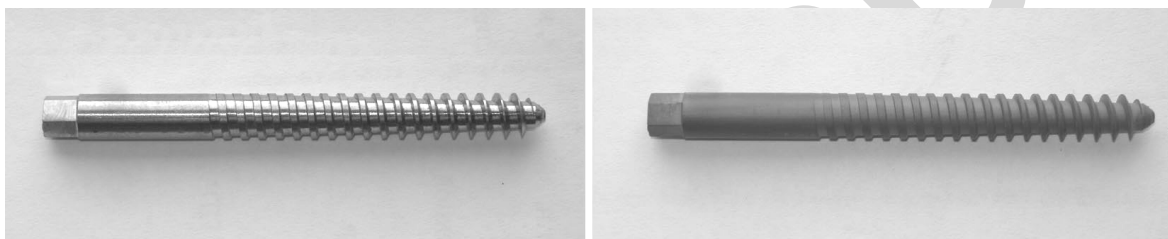


Рис. 3. Имплантат из сплава ВТ6 до и после оксидирования

УДК 621.793.7:669.35:621.8

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШНЕКОВ ЭКСТРУДЕРОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**А. М. Власовец**

*Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск*

**В. Я. Лебедев**

*Белорусский государственный аграрный  
технический университет, Минск*

*Рассматриваются условия эксплуатации шнеков, факторы, вызывающие износ рабочих поверхностей, способ их восстановления нанесением антифрикционных покрытий.*

Экструдер – машина для размягчения (пластикации) материалов и придания им формы путем продавливания через профилирующий инструмент (т.н. экструзионную головку – фильеру), сечение которого соответст-