

# РАЗВИТИЕ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ ПОЛИРОВКИ МЕТАЛЛОВ

*Ващенко С.В., Ермаков В.Л., Каменев А.Я., Климова Л.А., Кревсун Э.П.  
Объединенный институт энергетических и ядерных исследований НАН Беларуси*

Плазменно-электролитный способ полировки электропроводных материалов является альтернативным по отношению к традиционному электрохимическому способу. Электрохимическая полировка предполагает использование различных кислот высокой концентрации и поэтому не является экологически безопасной. В противоположность этому плазменно-электролитная полировка (далее — ПЭП) является экологически безопасным процессом, так как здесь используются электролиты в виде слабых водных солевых растворов. Вторым преимуществом ПЭП является его высокая производительность, так как скорость съема металла с поверхности обрабатываемой детали в 3 – 4 раза выше по сравнению с электрохимическим полированием. Например, деталь из ст. X18H10T, подвергнутая плазменно-электролитной полировке, приобретает почти зеркальный блеск уже через 1,5-2 мин, а из латуни или алюминия — через 30 с.

Схема устройства для осуществления ПЭП изображена на рис. 1.

тому, что локальные зоны обрабатываемой поверхности подвергаются поочередному воздействию плазмы и электролита. Результатом этого является съем металла и сглаживания микрорельефа поверхности. Для практического использования этот процесс очень простой и надежный.

В ГНУ «Объединенный Институт Энергетических и Ядерных Исследований» НАН Беларуси, г. Минск, в течении ряда лет ведется работа по исследованию ПЭП и его внедрение в практику. Нестационарность и сложность протекающих электрофизических и химических процессов пока не позволили построить приемлемую математическую модель процесса полировки. Опытным путем установлено, что на главные характеристики процесса – скорость съема металла и чистоту поверхности – оказывают влияние в основном следующие факторы: химический состав электролита, его температура, время выдержки, свойства обрабатываемого материала (исходная шероховатость поверхности, химический состав, структура, теплопроводность, электропроводность и др.).

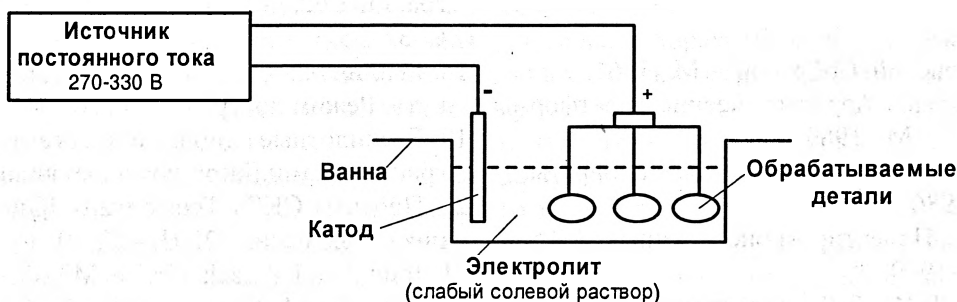


Рис. 1. Схема устройства для плазменно-электролитной полировки

Кратко схему процесса при ПЭП можно описать следующим образом. Вблизи поверхности опущенной в ванну детали образуется парогазовая оболочка, толщиной 50-100 мкм, которая пульсирует с большой частотой. Внутри оболочки возникает поток плазмы. Спонтанные электрические разряды плазмы разрушают выступы микронеровностей поверхности и микрочастицы металла в виде гидроокислов уходят в электролит. Пульсации парогазовой оболочки приводят к

При разработке технологии полировки того или иного материала наиболее трудной задачей является определение оптимального состава электролита. Опыт свидетельствует, что для каждого материала должен быть определен свой состав базового электролита. Например, состав электролита для полировки нержавеющей стали включает сульфат аммония. Для полировки черной стали используется хлорид аммония с добавкой многоатомных спиртов. Для полировки меди использу-

ется трилон Б, лимонная кислота, сульфат аммония. Для полировки алюминия применяются хлористые соли щелочных металлов, соляная кислота и некоторые органические добавки. Для варьирования параметрами микрорельефа обрабатываемой поверхности базовый электролит модифицируется соответствующими добавками, устанавливаются также необходимые значения температуры электролита и времени выдержки.

Следует подчеркнуть, что плазменно-электролитная полировка осуществляется в водных растворах недефицитных, экологически безопасных солей при концентрации активного вещества не выше 5%.

В результате проведенных исследований удалось разработать технологии полировки для значительного круга материалов, среди них нержавеющие и низколегированные углеродистые стали, цветные металлы и их сплавы (медь, латунь, бронза, мельхиор и т.д.), алюминий и его сплавы, титан и его сплавы.

На рис. 2 – 4 приведены примеры обрабатываемых деталей.

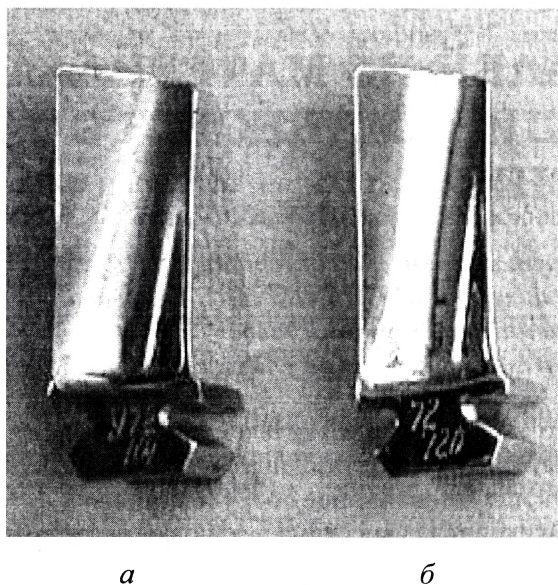
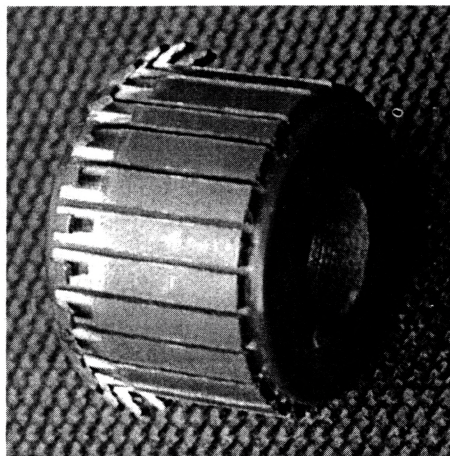


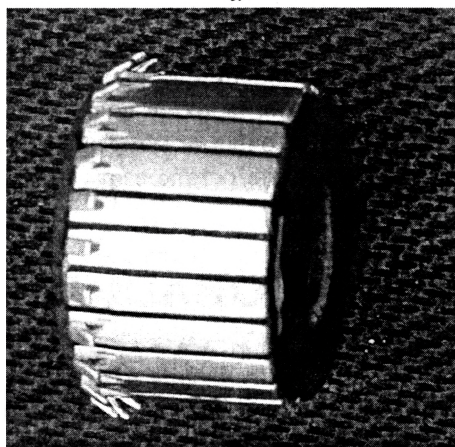
Рис. 2. Лопатки газовой турбины (сталь ЭИ-417Л): а — до полировки  $R_a=0,4$  мкм; б — после полировки  $R_a=0,1$  мкм

Процесс полировки связан со съемом металла примерно со скоростью 2 мкм/мин. На длительность процесса полировки заметное влияние оказывает исходная чистота поверхности. Глубокие царапины выводятся значительно труднее, чем выступы (заусенцы). Поэтому желательно, чтобы исходная поверхность не имела глубоких царапин, а средняя высота  $R_a$  выступов шероховатости не

превышала 2 мкм. Если макрорельеф поверхности грубый, это не препятствует полировке.



а



б

Рис. 3. Коллектор электродвигателя: а — до обработки: видны заусенцы в пазах и острые кромки; б — после обработки в течение 5 мин, заусенцы удалены, острые кромки притуплены

Для полировки изделий различного назначения и габаритов был разработан ряд установок

Общий вид установки ЭИП для полировки малогабаритных изделий приведен на рис. 5.

Некоторые установки доставлены предприятиям Беларуси и России.

Производительность и экономическая эффективность технологических операций, выполняемых с помощью установок ЭИП, в 5-6 раз выше аналогичных, осуществляемых механическим способом, и в 3-4 раза выше электрохимического способа обработки на основе кислотных растворов. Кроме того, установки ЭИП обеспечивают практически полную экологическую безопасность процесса полировки, могут быть расположены практически в любом помещении, просты в эксплуатации и обслуживании.

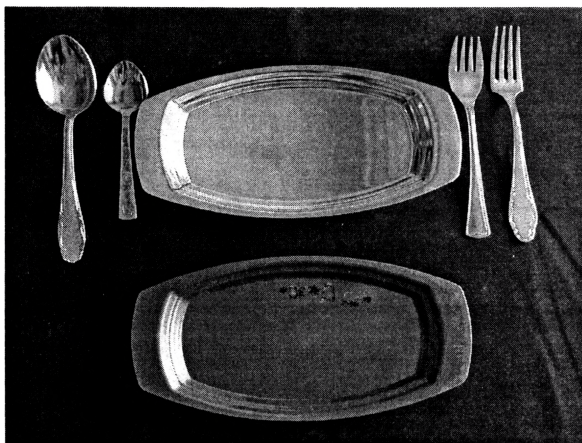


Рис. 4. Тарелка из нержавеющей стали до и после полировки

На установках ЭИП при финишном полировании металлов достигается шероховатость  $R_a = 0,04$  мкм, происходит зачистка заусенцев толщиной до 0,3 мм и притупление острых кромок.

Разработанная технология кроме полировки может быть использована для очистки металлических деталей от окалины, ржавчины, остатков краски и др.

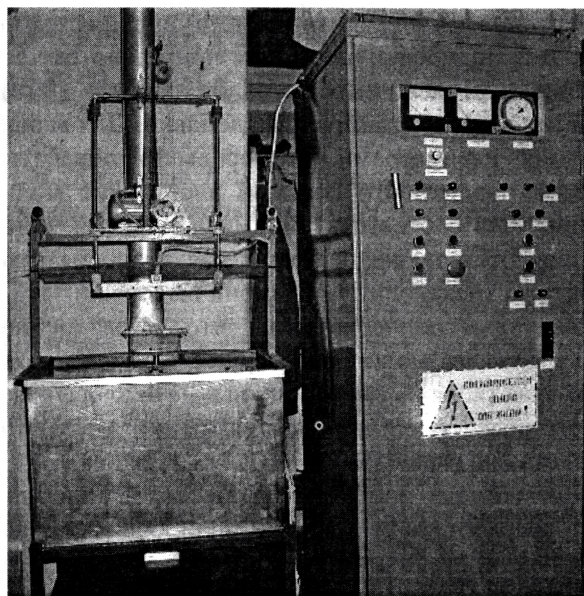


Рис. 5. Установка ЭИП-1 для полировки малогабаритных деталей

Удаление шлама из электролита не представляет особых сложностей, поэтому электролит может служить длительное время без замены.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МАТЕРИАЛА Д16Т МЕТОДОМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

*К.И. Аршинов, М.К. Аршинов, В.В. Яснов, Институт технической акустики НАН Беларуси  
И.В. Фомихина, Институт порошковой металлургии БГНПК ПМ НАН Беларуси  
С.Н. Юркевич, РУПП «558 Авиационный ремонтный завод»  
Н.П. Янова, Витебский государственный технологический университет*

### Введение

В машиностроении широко используются сплавы на основе алюминия. В связи с этим возникают проблемы восстановления сложных деталей и узлов из алюминиевых сплавов. Низкая температура плавления таких материалов не позволяет использовать для этих целей газоплазменный и газопламенный методы. Восстановление деталей из алюминиевых сплавов предполагает устранение таких дефектов как трещины, вмятины, каверны и восстановление геометрических размеров изношенных деталей. При ремонте изделий из алюминиевых сплавов обычно используются различные виды сварки в защитной атмосфере. После того, как был предложен метод газодинамического напыления [1-3], значительно расширились возможности восстановления изделий данного типа. В работе исследо-

вано восстановление деталей, изготовленных из сплава Д16Т, методом газодинамического напыления.

### Экспериментальное оборудование

Функциональная схема установки представлена на рис. 1. Установка газодинамического напыления состоит из сопла Лавалья 6, которое служит для создания сверхзвукового потока газа, и систем подачи в него металлического порошка 1,3 и газа под давлением 2. Газовый поток имел скорость ~550 м/с. Для повышения скорости газ дополнительно нагревался до температуры порядка 500°C с помощью нагревателя 4. Из-за охлаждения газа в сверхзвуковой части сопла 6 и короткого времени контакта частиц с нагретым газом температура частиц сохраняется ниже температуры плавления материала порошка.