

## Литература

1. Горбунов, М.Н. Штамповка деталей из трубчатых заготовок / М.Н. Горбунов. – М.: Машгиз, 1960. – 192 с.
2. Чумадин, А.С. Исследование процесса обжима тонкостенных труб / А.С. Чумадин, А.А. Шишкин // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2012. – № 11. – С. 14 – 18.
3. Попов, О.В. Изготовление цельноштампованных тонкостенных деталей переменного сечения / О.В. Попов. – М.: Машиностроение, 1974. – 120 с.
4. Клубович, В.В. Технологии изготовления и обработки специальных периодических профилей: монография / В.В. Клубович, В.А. Томило. – Минск: БНТУ, 2007. – 298 с.
5. United States Patent US 2009/0145193 A1, Int. CI B21B17/10. Method for producing ultra thin wall metallic tube by cold rolling method / Chihiro Hayashi. Pub. Date: Jun. 11, 2009.
6. Способ обработки концов трубных заготовок: а. с. SU1409389 A1, МПК B21H1/00 / И.А. Горб, Н.Ф. Грицук, В.П. Приходько, Х.М. Сапрыгин, В.Н. Тригубчик; опубл. 15.07.1988.

УДК 621.795:621.9.047.7

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СВАРНЫХ ШВОВ И ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПОД НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ

**С. И. Багаев**

*Научно-инженерный центр «Плазмотек»*

*Физико-технического института НАН Беларуси, Минск*

Метод электролитно-плазменного полирования (ЭПП) основан на протекании физико-химических процессов, происходящих на поверхности обрабатываемого изделия в водных слабоконцентрированных электролитах в условиях подачи высокого (220 – 400 В) напряжения на электроды, и известен с 80-х годов XX столетия [1].

К настоящему времени разработаны режимы и составы электролитов для обработки деталей из металлов и сплавов, таких как нержавеющие и конструкционные стали, алюминий, титан, медь, латунь и другие металлы и сплавы.

В основном метод ЭПП применяется для финишной обработки с целью придания «товарного» вида изделиям. В результате такой обработки увеличивается блеск и снижается шероховатость поверхности. Основное снижение шероховатости происходит в первые несколько минут обработ-

ки, а дальнейшая обработка приводит к незначительному (до 10 % от общего снижения) ее изменению. Время обработки, при котором достигается необходимое качество поверхности, зависит от обрабатываемого материала, состава электролита, режима обработки и составляет в среднем для нержавеющей стали – 5 – 10 мин, для титана – 3 – 7 мин, для алюминия – 1 – 2 мин.

Для проведения ЭПП не требуется тщательной предварительной очистки и обезжиривания поверхности. Об эффективности воздействия электролитной плазмы на деталь можно судить по изменению угла смачиваемости поверхности стального образца дистиллированной водой от времени полирования (рис. 1). Из рис. 1 видно, что с увеличением времени обработки уменьшается угол смачиваемости поверхности, что свидетельствует о качественной очистке поверхности от загрязнений.

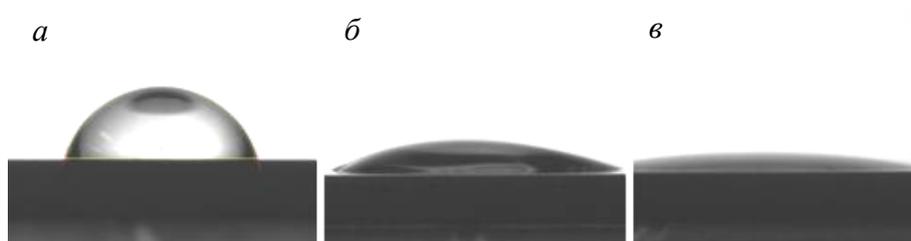


Рис. 1. Зависимость смачиваемости стальной поверхности дистиллированной водой:  
*a* – исходный образец; *б* – через 2 мин ЭПП; *в* – через 4 мин ЭПП

По сравнению с электрохимическими и химическими методами обработки ЭПП проводится в рН-нейтральных электролитах, поэтому конечная стадия процесса, как промывка, не требует многостадийности (нейтрализация, многократная промывка водой при разной температуре и т.д.). В результате этого включение метода ЭПП в схему гальванического и вакуумного нанесения покрытий позволит увеличить производительность процесса в 2 – 3 раза по сравнению с традиционными методами обработки при улучшении качества обработки поверхности.

Одним из применений метода ЭПП является также обработка сварных швов. Известно, что температурный градиент при сварочных работах приводит к структурно-фазовым превращениям, которые могут приводить к снижению эксплуатационных свойств изделий. Кроме того, на сварных швах довольно часто образуются горячие трещины. В большинстве своем это микронадрывы на межкристаллитном уровне, определяемые лишь ультразвуковым сканированием. Перераспределение элементного состава и появление микротрещин являются причинами по-

вышенной коррозионной активности обработанных участков. Поскольку в результате ЭПП происходит сьем искаженного поверхностного обогащенного инородными включениями слоя, то это приводит к исчезновению микротрещин.

На рис. 2 представлены фотографии исходной и обработанной в течение 5 мин стальной поверхности. Как можно заметить из рис. 2, исходная поверхность имеет многочисленные микротрещины, и ЭПП такой поверхности приводит к сглаживанию микрорельефа и удалению микротрещин, что в свою очередь улучшает коррозионную стойкость обработанных деталей.

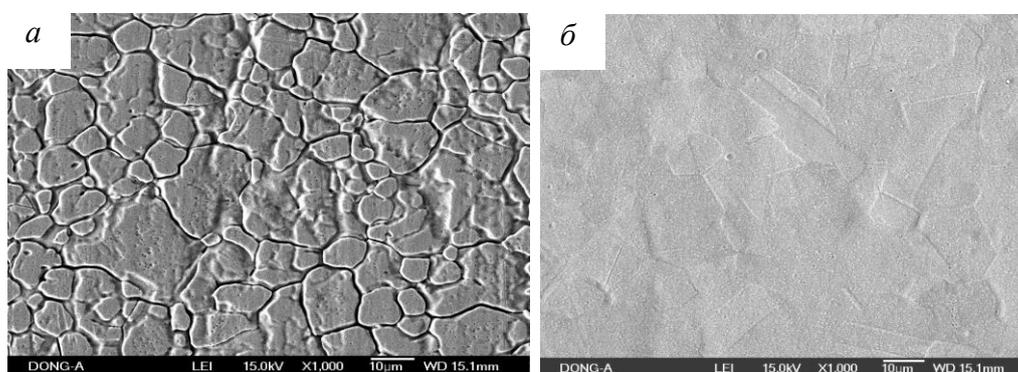


Рис. 2. Морфология поверхности стального образца:  
*a* – исходный образец; *б* – образец после 5 минут ЭПП

На рис. 3 показаны поляризационные кривые сварного шва низкоуглеродистой стали в 3,5 % растворе хлорида натрия относительно насыщенного каломельного электрода сравнения. С увеличением времени обработки происходит смещение потенциала коррозии в положительную область, т.е. состояние поверхности становится более термодинамически стабильным по отношению к исходному состоянию.

Таким образом, метод электролитно-плазменного полирования является эффективным как для финишной стадии обработки поверхностей металлов и сплавов, так и для предварительной подготовки поверхности для нанесения покрытий. Включение ЭПП в схему гальванического или вакуумного нанесения покрытия позволяет увеличить производительность процесса с одновременным повышением качества покрытий. При использовании ЭПП вследствие структурно-фазовых изменений в поверхностном слое происходит увеличение коррозионной стойкости металлических изделий, что дает основание предложить использование ЭПП для повышения коррозионной стойкости сварных соединений.

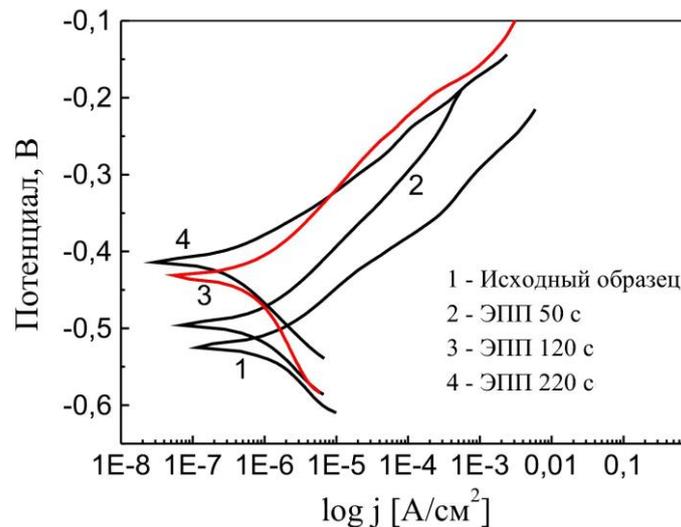


Рис. 3. Поляризационные кривые стальных образцов в 3,5 % растворе NaCl

### Литература

1. Способ электрохимической обработки: а.с. 1314729 А1 С25F 3/16, СССР / В.К. Станишевский, А.Э. Паршутто, А.А. Кособуцкий; Бел. политех. ин-т.– № 3905831; опубл. 27.05.85.

УДК 629.3.027.3:004.94

## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИСТА РЕССОРЫ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

**Е. В. Томило**

*Белорусский национальный технический университет, Минск*

Целью исследования является разработка методики прогнозирования деформационных и прочностных характеристик рессор с профилем переменной толщины по исходной толщине листа рессоры и его прогибу после окончательной обработки. Для полноценного исследования напряженно-деформированного состояния рессоры был произведен как статический, так и динамический анализы. Для создания расчетной модели рессоры, наиболее точно приближенной к реальному образцу, построили трехмерную твердотельную модель с использованием программного комплекса SolidWorks. Для определения напряженно-деформированного состояния рессоры был выбран программный комплекс ANSYS Workbench, где для решения статической за-