

## Литература

1. Электронно-лучевая наплавка в вакууме: оборудование, технология, свойства покрытий / В. Е. Панин [и др.] // Сварочное производство. – 2000. – № 2. – С. 34–38.
2. Современные инструментальные материалы на основе тугоплавких соединений. Сб. трудов ВНИИТС. – М.: Металлургия, 1985. – 128 с.

### SYNTHESIS AND APPLICATION FOR SURFACE CLADDING OF SHS «TiB–TiC–Ti MATRIX» COMPOSITE POWDERS

G. A. Pribytkov<sup>1</sup>, V. V. Korzhova<sup>1</sup>, A. V. Baranovskii<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Strength Physics and Materials Science SB RAS, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

*In this research SHS powders «TiB–TiC–Ti» with a titanium content of 50 vol.% and different contents of carbide and titanium monoboride were investigated. The use of composite powders for depositing electron-beam coatings makes it possible to increase the hardness of coatings by 2.2 times and the abrasive wear resistance by 4.3 times as compared to BT-1–0 titanium.*

### ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОЛИРОВАНИЯ ТИТАНА И НИОБИЯ

Ю. Г. Алексеев, А. Ю. Королёв, В. С. Нисс, А. Э. Паршуто

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь,  
тел.: +375 (17) 292-25-98, e-mail: korolyov@park.bntu.by

*Приводятся результаты исследования влияния электрических режимов процесса электролитно-плазменного полирования титана и ниобия на качество поверхности на эффективность обработки.*

Традиционно электрохимическое полирование титановых и ниобиевых сплавов осуществляют в кислотных электролитах, состоящих из токсичной плавиковой (20–25 %), серной, азотной и хлорной кислот. Недостатком таких растворов является их высокая агрессивность и вред, наносимый производственному персоналу и окружающей среде. Предлагается использовать принципиально новые разработанные нами режимы электролитно-плазменной обработки с целью полирования и очистки изделий из титановых и ниобиевых сплавов с применением электролитов простого состава на основе водного раствора фторида аммония, обеспечивающие существенное повышение качества поверхности с высокой отражательной способностью. За счет применения водного электролита технология обладает высокой экологической безопасностью по сравнению с традиционным электрохимическим полированием.

В данной работе приводятся результаты исследования влияния электрических режимов процесса электролитно-плазменного полирования титана и ниобия на качество поверхности. Исследования проводили на плоских образцах технически чистого титана BT1–0 с размерами 30 × 15 × 1,5 мм и технически чистого ниобия ВН с размерами 20 × 30 × 2 мм. Среднее значение шероховатости поверхности  $Ra$  исходных образцов из титана и ниобия составило 0,365 и 0,706 мкм соответственно.

Обработку образцов выполняли в водном растворе фторида аммония ( $NH_4F$ ) концентрацией 4 %. Значение рабочего напряжения изменялось в диапазоне от 260 до 300 В с шагом 10 В. При исследовании влияния плотности тока на качество поверхности регулирование плотности тока осуществлялось путем изменения температуры электролита в диапазоне от 75 до 95 °С (величина напряжения составляла 300 В, продолжительность обработки 3 мин). Сила тока определялась с помощью токовых клещей UNIT-203. Плотность тока устанавливалась как отношение силы тока к площади обрабатываемой поверхности. Образцы из титана предварительно были обработаны шлифовальной бумагой SiC зернистостью P600, образцы из ниобия – шлифовальной бумагой размерность P300. Шероховатость поверхности образцов измерялась профилометром MarSurf PS1. Фотографии образцов титана и ниобия до и после обработки представлены на рис. 1.

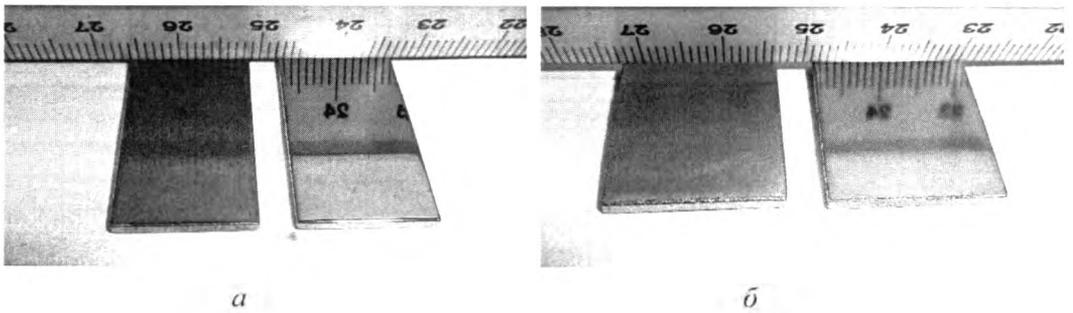


Рис. 1. Внешний вид образцов титана и ниобия до и после электролитно-плазменного полирования: а – титан; б – ниобий

На рис. 2 представлены экспериментальные зависимости, характеризующие динамику изменения шероховатости поверхности  $Ra$  при обработке образцов из титана и ниобия. Из полученных зависимостей следует, что с увеличением рабочего напряжения в исследуемом диапазоне (от 260 до 300 В) обеспечивается снижение достигаемых значений параметра шероховатости поверхности  $Ra$ . При этом в результате обработки ниобия при значении напряжения 260 В вместо полирования происходит растравливание поверхности с увеличением шероховатости, а значение параметра шероховатости  $Ra$  интенсивно увеличивается с повышением продолжительности обработки (рис. 2, б).

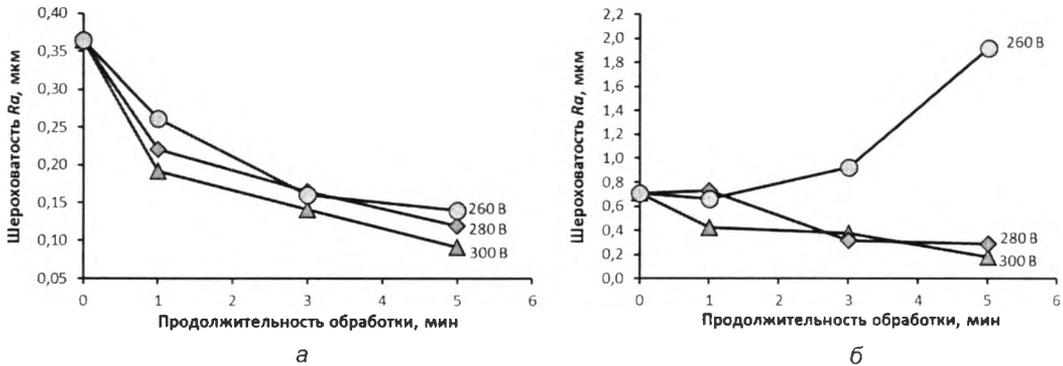


Рис. 2. Влияние продолжительности электролитно-плазменного полирования на шероховатость поверхности образцов при различных значения напряжения: а – титан; б – ниобий

На рис. 3 представлены зависимости изменения шероховатости поверхности образцов титана и ниобия от плотности тока. В исследуемом диапазоне значений плотности тока (для титана – 0,18–0,45 А/см<sup>2</sup>, для ниобия – 0,19–0,48 А/см<sup>2</sup>) экспериментально установленные значения

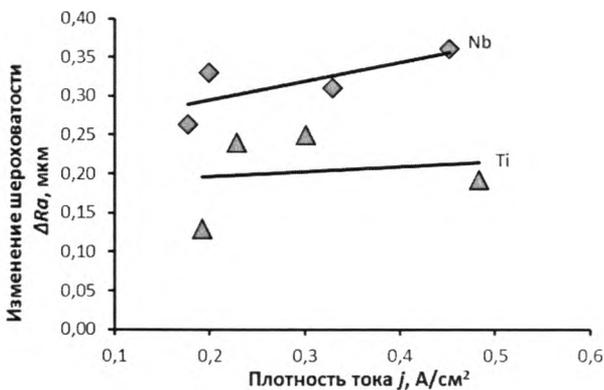


Рис. 3. Влияние плотности тока на изменение шероховатости поверхности титана и ниобия

величины изменения шероховатости поверхности  $\Delta Ra$  имеют существенный разброс как для образцов из титана, так и для образцов из ниобия. При этом наблюдается тенденция к незначительному росту величины изменения шероховатости поверхности с увеличением плотности тока. Значения  $\Delta Ra$  для ниобия существенно выше аналогичных значений для титана.

На рис. 4 представлены диаграммы, характеризующие влияние рабочего напряжения и плотности тока на эффективность обработки титана и ниобия по изменению шероховатости. Показатели эффективности обработки поверхности  $\Delta Ra/\Delta m_{уд}$  как для титана, так и для ниобия имеют примерно равные значения, за

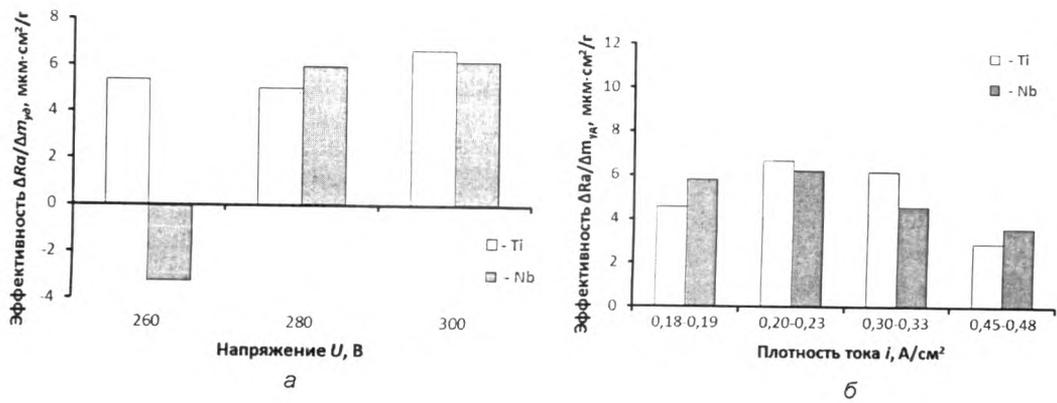


Рис. 4. Влияние электрических параметров на эффективность электролитно-плазменного полирования титана и ниобия: а – влияние напряжения; б – влияние плотности тока

исключением значения, полученного для ниобия при напряжении 260 В, когда эффективность является отрицательной. Анализ представленных диаграмм показывает, что для достижения высоких показателей эффективности одновременно необходимо выполнять обработку при следующих режимах: для титана – напряжение 300 В, плотность тока – 0,18–0,30 А/см<sup>2</sup>, для ниобия – напряжение 280–300 В, плотность тока – 0,18–0,20 А/см<sup>2</sup>.

### EFFECT OF ELECTRICAL REGIMES ON SURFACE QUALITY AND EFFICIENCY OF PLASMA POLISHING OF TITANIUM AND NIOBIUM

Yu. G. Aliakseyev, A. Yu. Korolyov, V. S. Niss, A. E. Parshuto

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, e-mail: korolyov@park.bntu.by

Paper presents the results of the investigation the effect of electrical modes in electrolyte-plasma polishing of titanium and niobium on the surface quality and treatment efficiency.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОАКСИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБАТЫВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ И ПРОТИВОЭЛЕКТРОДА НА РАВНОМЕРНОСТЬ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Ю. Г. Алексеев, Г. М. Сенченко, В. С. Нисс, А. Э. Паршутто, А. Ю. Королёв

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, тел.: +375 (17) 292-25-98, e-mail: korolyov@park.bntu.by

В работе исследуется влияние коаксиальной системы обрабатываемого изделия и противозлектрода на равномерность нанесения гальванических покрытий с использованием импульсных электрических режимов.

Качество и свойства электролитических осадков определяются равномерностью распределения металла по толщине слоя на поверхности покрываемых изделий. Фактическая плотность тока и толщина покрытия на различных участках катода различны (на одних больше средних значений, на других – меньше). Это отрицательно сказывается на антикоррозионных, защитных, механических и других свойствах покрытия, поскольку на отдельных участках толщина покрытия может быть меньше допустимых значений [1]. Факторы, влияющие на их распределение, можно разделить на две основные группы: электрохимические и геометрические – размеры и форма электродов и электролизеров, расположение электродов относительно друг друга, а также стенок электролитической ванны.

В данной работе исследуется влияние коаксиальной системы обрабатываемого изделия и противозлектрода на равномерность нанесения гальванических покрытий с использованием