

hybrid model that is a modification of the convolutional layer that extends the convolution operation in width and depth. In traditional convolutional neural networks, convolutional layers are stacked together, and multiple convolutional layers form a complex nonlinear simulator. All convolution kernels in the same convolutional layer have the same hyperparameter, which means that the features that can be extracted by each layer are invariant in dimension. The Inception module contains convolution operations, but unlike traditional convolutional neural networks, multiple paths can be set in the module, each path can be a different operation, the same operation different kernel sizes and strides can be set.

Unsupervised learning is a learning algorithm that is not subject to category constraints. It does not require prior knowledge to guide, but through continuous self-awareness, self-consolidation, and self-induction to learn. In the field of machine learning and deep learning, it is different from supervised learning. The training set for unsupervised learning is not labeled. It mainly includes clustering, principal component analysis dimensionality reduction, generative adversarial networks and autoencoder. The autoencoder is a neural network that contains an input layer, a hidden layer, and an output reconstruction layer. Its main meaning is that the output layer reconstructs the input information so that the output is as equal as possible to the input, including the encoding and decoding processes. The sparse autoencoder increases the sparsity constraint on the activation of the hidden layer neural unit so that most of the hidden layer neural units are inactive. If the output of the hidden layer neuron is close to 1, it is considered to be activated, and when the output is close to 0, it is considered to be constrained, increasing the utilization of the neurons of the autoencoder, making the hidden layer node most of the time Inactive.

The results of processing the gears with different pitting faults indicate that the supervised learning represented by the inception structure or the unsupervised learning represented by the autoencoder structure can obtain the classification results of the pitting faults of the ideal gears. It can be seen from the results that supervised learning requires less data on training data than unsupervised learning, but requires a large amount of tagged data to participate in training. In contrast, unsupervised learning does not require a large amount of tagged data to participate in the training but requires a large amount of training set data to participate in the training. For the case of more classification, it is more suitable to use unsupervised learning, because in unsupervised learning, the deep learning algorithm can learn deep data rules, such as the low to high according to the severity of gear pitting.

In summary, for the classification problem of gear pitting fault detection, in the case of relatively few data and sufficient labels, it is better to choose the supervised learning algorithm represented by inception, etc. In the case that the training set has a large amount of data. The unsupervised learning algorithm represented by autoencoder can be preferentially selected. The parameters can be adjusted to achieve the purpose of letting the neural network learn the deep trend, and the visual data can be used to verify whether the classification trend is consistent with the real situation.

УДК 621.9.047.7

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ПОЛИРОВАНИЯ ТИТАНА И НИОБИЯ

*Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Паршута А.Э., Нусс В.С., Будницкий А.С., Янович В.А.
Белорусский национальный технический университет*

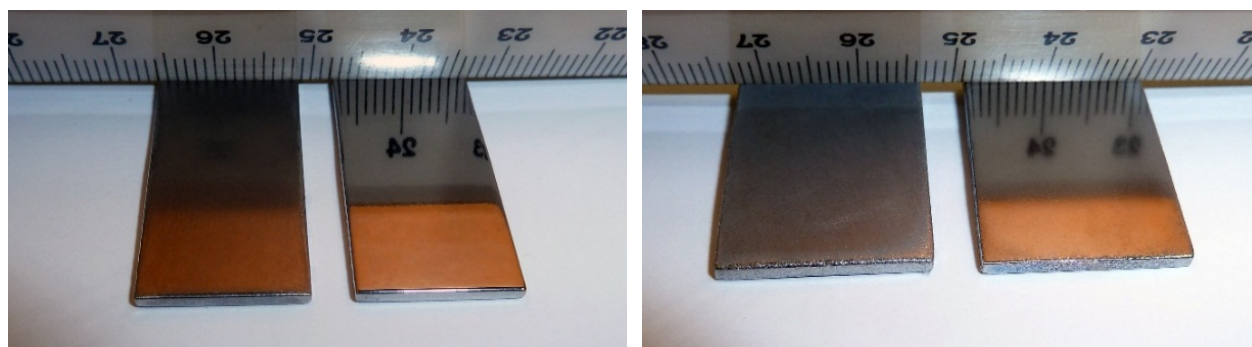
***Abstract.** Fundamentally new electrolyte-plasma treatment modes developed by us for the purpose of polishing and cleaning products from titanium and niobium alloys using simple electrolytes based on an aqueous solution of ammonium fluoride, providing a significant increase in surface quality with high reflectivity. The paper presents the results of a study of the influence of the electric modes of the process of electrolytic-plasma polishing of titanium and niobium on the surface quality.*

Титановые и ниобиевые сплавы широко применяются в настоящее время в самолетостроении, атомной энергетике, космической технике, СВЧ технике, ультразвуковой технике, а также при производстве изделий медицинского назначения. Для электрохимических технологий указанные материалы являются труднообрабатываемыми, а процессы их полирования требуют применения токсичных электролитов.

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 токсичность. Предлагается использовать принципиально новые разработанные нами режимы электролитно-плазменной обработки с целью полирования 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.

Исследования проводили на плоских образцах технически чистого титана ВТ1-0 с размерами 30x15x1,5 мм и технически чистого ниобия ВН с размерами 20x30x2 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 его регулирование осуществлялось путём изменения температуры электролита в диапазоне от 75 до 95 °С. Фотографии образцов титана и ниобия до и после обработки представлены на рис. 1.



a *б*
Рисунок 1 – Внешний вид образцов титана и ниобия до и после электролитно-плазменного полирования:
a – 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. 2б).

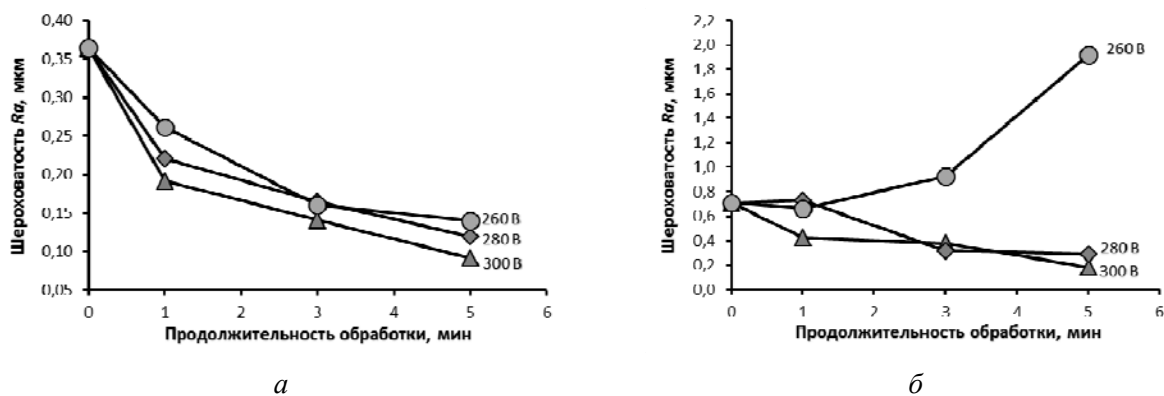


Рисунок 2 – Влияние продолжительности обработки на шероховатость поверхности образцов при различных значения напряжения:
 а – титан; б – ниобий

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/см², для ниобия – 0,19–0,48 А/см²) экспериментально установленные значения величины изменения шероховатости поверхности ΔRa 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 ΔRa для ниобия существенно выше аналогичных значений для титана.

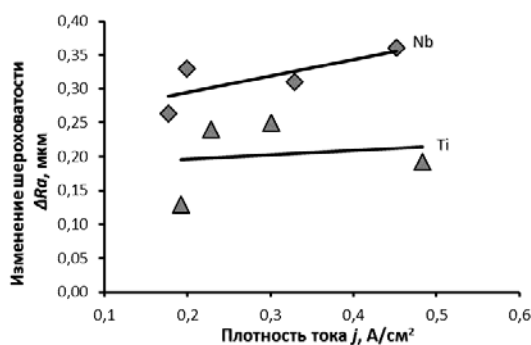


Рисунок 3 – Влияние плотности тока на изменение шероховатости поверхности титана и ниобия

УДК 544.654.2

ВЛИЯНИЕ КОАКСИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИЗДЕЛИЯ И ПРОТИВОЭЛЕКТРОДА НА РАВНОМЕРНОСТЬ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Алексеев Ю.Г., Нисс В.С., Королёв А.Ю., Паршутто А.Э., Сенченко Г.М.
 Белорусский национальный технический университет

Abstract. The work investigated the effect of the coaxial system of the workpiece and the counter-electrode on the uniformity of electroplating deposition using pulsed electrical modes. It has been established that with a pulse current a significant reduction in the influence of the sample location on the coating thickness in the coaxial system of electrodes is provided. In addition, the use of pulse current can significantly increase the current density of the coating and obtain an increase in the coating thickness without the formation of dendrites.

Качество и свойства гальванических покрытий определяются равномерностью распределения металла по толщине слоя на поверхности покрываемых изделий. Фактическая