

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ТИТАНА VT1

Иванов А.И., Сенченко Г.М.

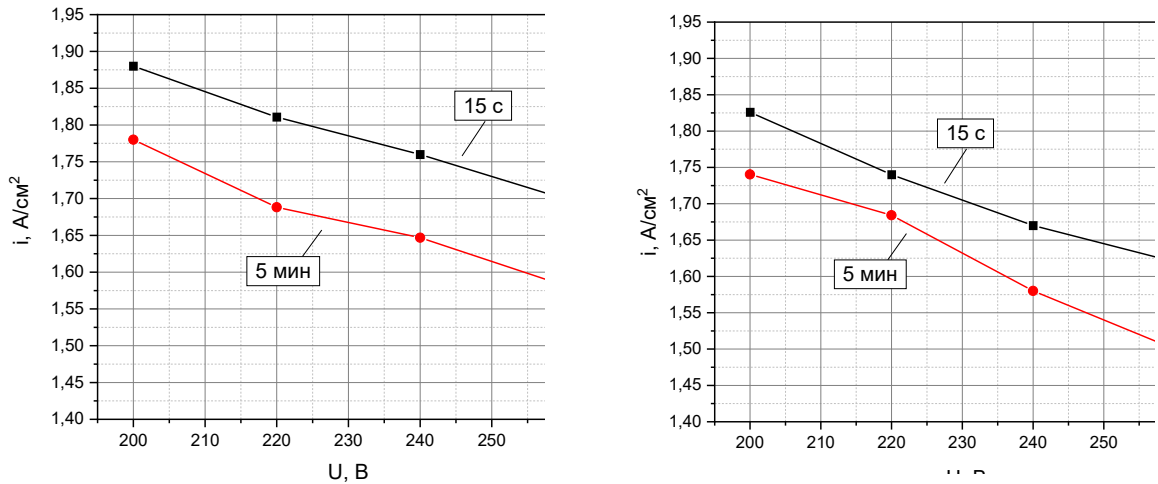
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В работе исследовалось влияние рабочего напряжения на плотность тока и удельную плотность теплового потока при электролитно-плазменной цементации (ЭПЦ). Объектом исследования являлись образцы из технически чистого титана VT1 в форме пластин размером $10 \times 10 \times 1$ мм. В качестве электролита использовался водный раствор, содержащий 10 % хлорида аммония и 10 % глицерина. Образцы подвергались ЭПЦ в течение 5 мин после их полного погружения в электролит, скорость погружения составляла 1–1,5 мм/с. Величину рабочего напряжения в процессе экспериментов изменяли от 200 до 260 В. В ранее проведенных исследованиях было показано, что электролитно-плазменный нагрев в данном диапазоне напряжений позволяет нагревать образцы до температур 750–1150 °С [1]. Температура электролита в процессе экспериментов устанавливалась на уровне 20 и 30 °С и поддерживалась на нем в течение всего процесса обработки при помощи системы охлаждения установки, состоящей из chillера, теплообменника и барботера. Контроль величины рабочего напряжения осуществлялся при помощи цифрового осциллографа OWON XDS3102A. Фиксация величины тока обработки осуществлялась при помощи этого же осциллографа и токоизмерительного шунта. Измерения производились через 15 с и через 5 мин после полного погружения образца в электролит.

По результатам проведенных измерений были построены графики изменения плотности тока, а также удельной плотности теплового потока от величины рабочего напряжения при различном значении температуры электролита (рис. 1 и 2).

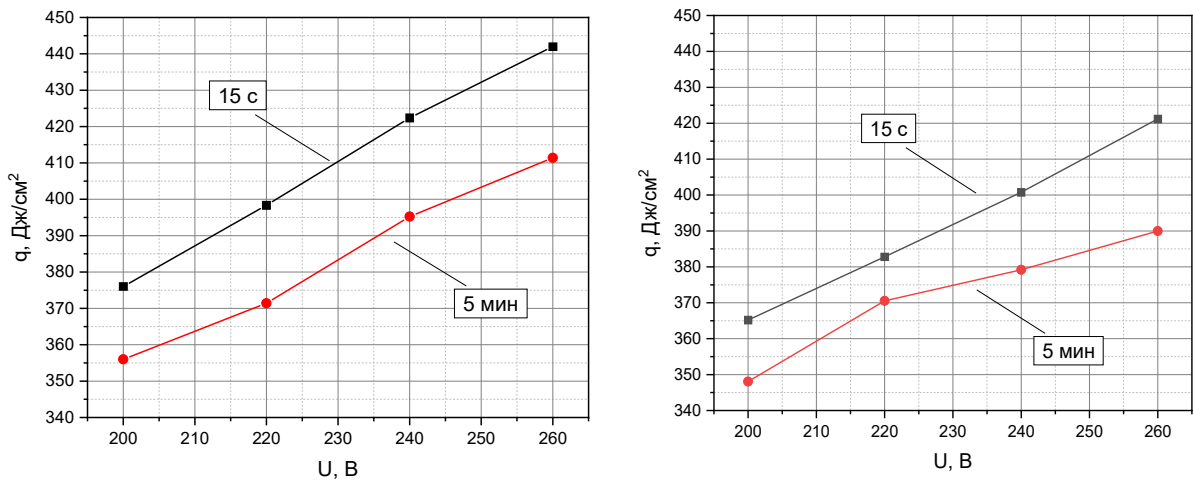
Как видно из представленных графиков, максимальная плотность тока при ЭПЦ ($1,77 \text{ А/см}^2$) фиксируется при температуре электролита 20 °С и напряжении 200 В. По мере роста напряжения данный параметр снижается и достигает минимума при 260 В. В относительном выражении снижение плотности тока составляет 11 % при температуре электролита 20 °С и 14 % – при температуре 30 °С, что свидетельствует о значительном влиянии температуры электролита на протекание ЭПЦ. Кроме того, следует отметить, что в начале процесса плотность тока выше, чем в конце, а ее падение при температуре электролита 20 и 30 °С составляет 5–7 %. В то же время удельная плотность теплового потока, напротив, с ростом напряжения увеличивается, причем разница между ее значениями при 200 В и 260 В достигает 17 %. Максимальная удельная плотность

теплового потока наблюдается при температуре электролита 20 °С, при этом разница с результатами, полученными при температуре 30 °С, составляет 5 %. Аналогично плотности тока, удельная плотность теплового потока в начале процесса ЭПЦ выше, чем в конце.



а – температура электролита 20 °С; б – температура электролита 30 °С

Рис. 1. Изменение плотности тока при ЭПЦ образцов через 15 с и 5 мин от начала обработки в зависимости рабочего напряжения



а – температура электролита 20 °С; б – температура электролита 30 °С

Рис. 2. Изменение удельной плотности теплового потока при ЭПЦ образцов через 15 с и 5 мин от начала обработки в зависимости рабочего напряжения

1. Иванов, А. И. Распределение температурных зон при электролитно-плазменном нагреве титановых сплавов / В. М. Асташинский, А. Ю. Королёв, А. И. Иванов [и др.] // Наука и техника. – 2024. – № 6. – С. 443-450.