

УДК 621.785

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ НА ПЛОТНОСТЬ ТОКА ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОМ НАГРЕВЕ ТИТАНА

А. Ю. КОРОЛЁВ, А. И. ИВАНОВ

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

Минск, Беларусь

Электролитно-плазменный нагрев (ЭПН) относится к методам высокоскоростного термического воздействия, обеспечивает разогрев изделий до 1200 °С со скоростью 200...250 °С/с. Недостатком ЭПН является наличие температурного градиента по высоте обрабатываемой детали. Данный факт связан с расширением парогазовой оболочки (ПГО), формирующейся вокруг активного электрода (анода), преимущественно в вертикальном направлении. Толщина ПГО влияет на эффективное электрическое сопротивление межэлектродной области и, как следствие, на распределение плотности тока по высоте. Одним из возможных способов снижения температурного градиента является реализация ЭПН в управляемых импульсных режимах [1]. Целью работы являлось установление закономерностей изменения среднего значения плотности тока при ЭПН в управляемых импульсных режимах.

В качестве образцов использовались прямоугольные пластины с размерами 10 × 30 × 1 мм из технически чистого титана ВТ1-0. Обработка производилась в водном электролите, содержащем хлорид аммония (10 %) и аммиак водный (5 %), с продолжительностью 5 мин. Температура электролита на протяжении всего процесса поддерживалась на уровне (30 ± 2) °С. Наличие аммиака водного при нагреве в электролите такого состава позволяет осуществлять процесс азотирования титана. Для этого рабочее напряжение устанавливалось таким образом, чтобы осуществить нагрев образцов до температуры 850 °С...900 °С.

Обработка образцов проводилась в стационарном и импульсных режимах. Для импульсных режимов нагрева были выбраны следующие параметры [1]:

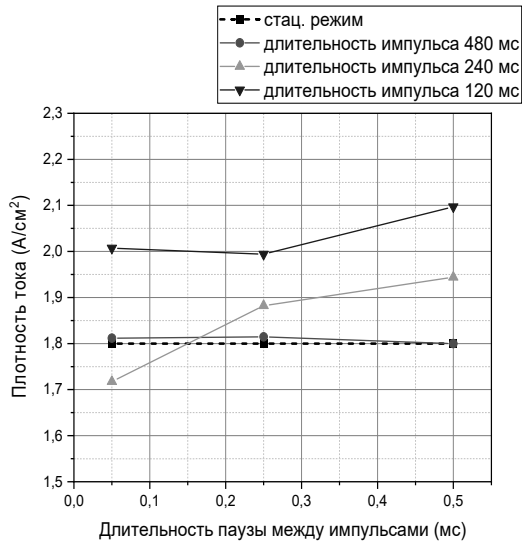
- длительность импульсов – 120, 240, 480 мс;
- длительность паузы – 0,05, 0,25, 0,5 мс.

Для каждого из рассматриваемых режимов регистрировались осциллограммы тока с использованием осциллографа Tektronix TDS 3012 и токоизмерительного шунта. Их снимали через 15 с и 5 мин после полного погружения образца в электролит.

Зависимости средней плотности тока установившегося режима ЭПН от длительности паузы между импульсами, а также при ЭПН в стационарном режиме представлены на рис. 1.

Анализ полученных данных показывает, что при длительности импульса 120 мс в начальный момент импульсного ЭПН (через 15 с после полного погружения образца в электролит) плотность тока возрастает на 10 %...15 % по сравнению со стационарным режимом. Увеличение длительности импульсов до 240 мс несколько снижает эту разницу – плотность тока возрастает на 4 %...9 % по сравнению со стационарным режимом.

а)



б)

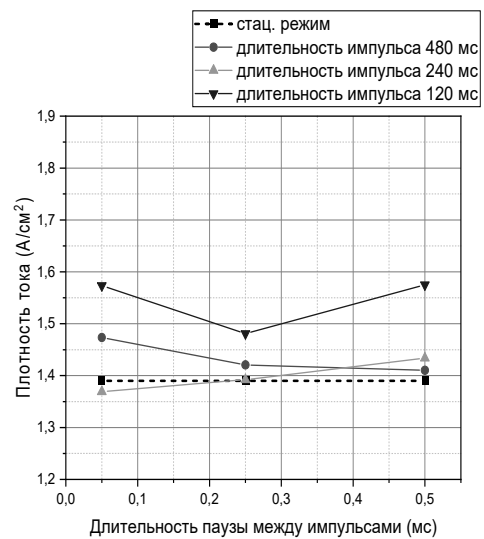


Рис. 1. Величина плотности тока установившегося режима ЭПН при импульсном и стационарном режимах обработки, зафиксированная через 15 с (а) и 5 мин (б) после полного погружения образца в электролит

При увеличении длительности импульса до 480 мс плотность тока практически не зависит от длительности паузы и близка к значениям, характерным для стационарного ЭПН (рост плотности тока составляет 1 %...2 %). Схожая картина наблюдается и в установившемся режиме через 5 мин после начала обработки: при длительности импульса 240 и 480 мс плотность тока вырастает на 2 %...7 % по сравнению со стационарным режимом, тогда как при 120 мс она превышает её на 7 %...15 %. Следует также отметить, что с увеличением времени обработки наблюдается снижение среднего значения плотности тока. При ЭПН в стационарном режиме плотность тока через 5 мин обработки уменьшалась примерно на 22 % по сравнению со значением, зарегистрированным через 15 с после начала процесса. В импульсных режимах обработки снижение плотности тока составляло 19 %...26 %.

Таким образом, применение ЭПН в импульсных режимах позволяет, в зависимости от выбранных параметров, повысить среднюю плотность тока до 15 % по сравнению со стационарным режимом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асташинский, В. М. Влияние импульсных режимов электролитно-плазменной обработки на равномерность нагрева титана VT1 / В. М. Асташинский, А. И. Иванов, А. Ю. Королев // Молодежь в науке. – 2024. – С. 303–306.