

УДК 539.234:539.12.04  
 НАГРЕВ ОБРАЗЦА ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ В ГАЗОВОМ РАЗРЯДЕ  
 С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

А. И. ЛЯПИН

Белорусско-Российский университет  
 Могилев, Беларусь

Результат обработки материалов в газовом разряде в значительной степени определяется бомбардировкой поверхности образца быстрыми частицами и их внедрением в обрабатываемый материал (ионной имплантацией). Свойства обработанного материала определяются различными превращениями, связанными с радиационными дефектами и зависящими от температуры обработки. Большая часть энергии быстрых частиц идет на нагрев образца, и при длительной обработке температура последнего может быть значительной. Поэтому при выборе режима обработки необходимо знать температуру образца. Значение температуры можно оценить решением уравнения теплопередачи при заданных значениях коэффициентов теплопроводности образцов и теплоотдачи составных элементов системы охлаждения.

Были проведены расчеты температуры образцов из некоторых материалов при различных режимах обработки и заданных характеристиках системы охлаждения (коэффициенте теплопроводности, коэффициенте теплопередачи и скорости водяного потока в теплообменнике). Выбранные режимы облучения соответствуют большому числу литературных данных. Ниже приведены зависимости температуры образцов от времени обработки при различных значениях напряжения разряда  $U$  и плотности тока на образец  $j$  (рис. 1–3).

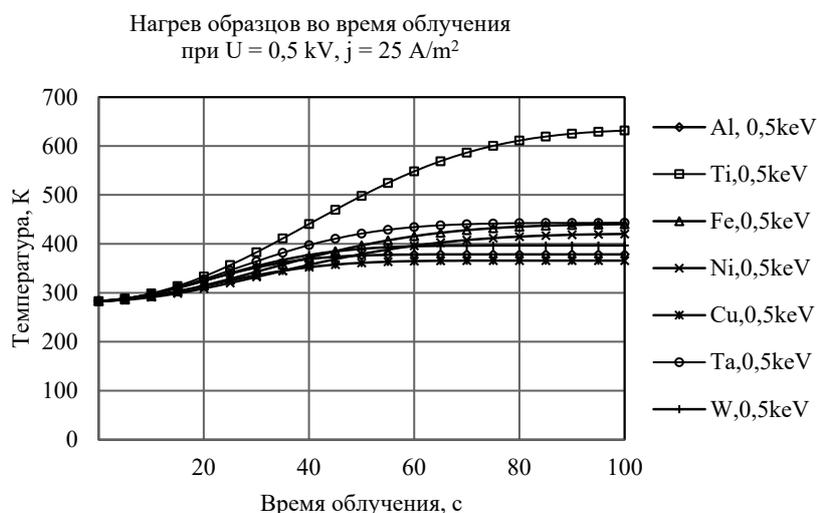


Рис. 1. Температуры образцов, облучаемых при  $U = 0,5 \text{ kV}$ ,  $j = 25 \text{ A/m}^2$

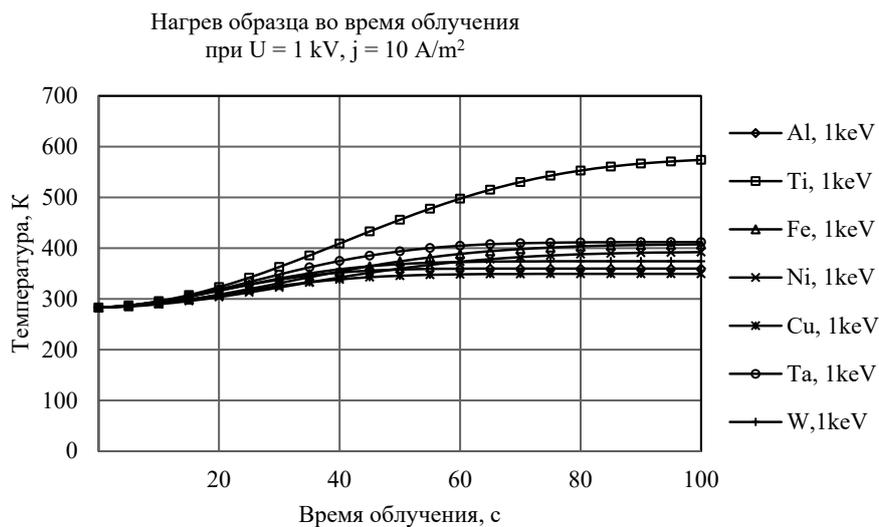


Рис. 2. Температуры образцов, облучаемых при  $U = 1 \text{ kV}$ ,  $j = 10 \text{ A/m}^2$

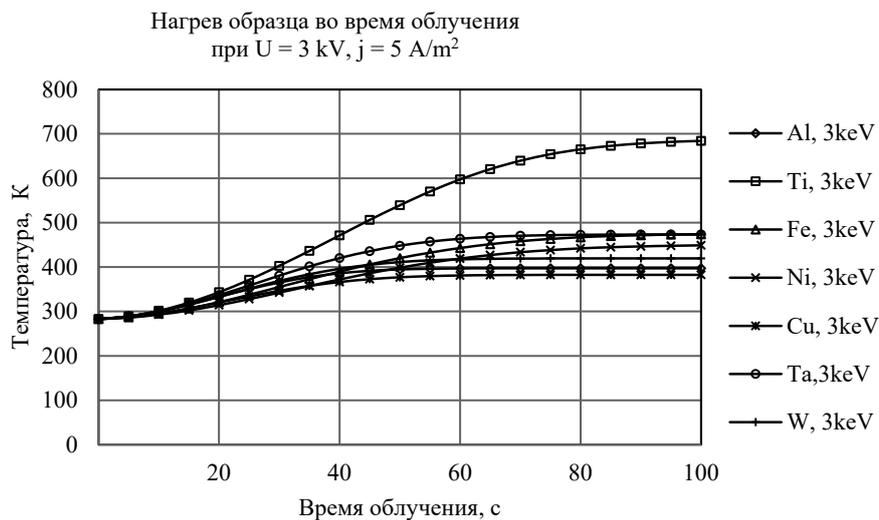


Рис. 3. Температуры образцов, облучаемых при  $U = 3 \text{ kV}$ ,  $j = 5 \text{ A/m}^2$

На всех графиках видно, что наибольшему разогреву (680 К) подвергается образец из Ti. Это можно объяснить тем, что у Ni самый малый коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , и последний слабо зависит (увеличивается) от температуры. У других рассмотренных материалов максимальные температуры лежат в пределах 400...500 К. При этом коэффициенты теплопроводности этих материалов лежат в интервале 62...400 Вт/(м·К). Этот, странный на первый взгляд, результат можно объяснить разной зависимостью  $\lambda$  от температуры. Если у Al, Ti, Ta теплопроводность растет при нагревании, то у Fe, Ni, Cu и W она падает. Также следует иметь в виду, что максимальные значения температуры большинства образцов достигаются через 1 мин от начала обработки.