

## ТРАВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ В ПЛАЗМЕ АРГОНА

В.Л. Капустин, Б.М. Широков

Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,  
г. Харьков, Украина. E-mail: shirokov@kipt.kharkov.ua; phone:(0572) 35-68-16

Досліджено процес обробки поверхні металів в несамостійнім високочастотнім індукційнім розряді аргону. Визначена залежність швидкості травлення Mo, W, Ta, сталі X18H10T від тиску в камері, вкладеної у розряд потужності потенціалу на підкладці.

Исследован процесс обработки поверхности металлов в несамостоятельном высокочастотном индукционном разряде аргона. Определена зависимость скорости травления Mo, W, Ta, стали X18H10T от давления в камере, от вкладываемой в разряд мощности, от потенциала на подложке.

The treatment process of a metals surface in the dependent high-frequency induction discharge of argon is investigated. The dependence of an etching velocity of Mo, W, Ta and steel X18H10T from a chamber pressure in the induction discharge power and a potential on a substrate is determined.

Одной из важнейших характеристик покрытий, определяющих их эффективность и возможность применения, является прочность сцепления с материалом основы. Из многообразия факторов, влияющих на сцепление, существенное значение оказывает состояние поверхности подложки (наличие загрязнений или окисных пленок). Их удаление возможно различными методами, однако обработка поверхности перед осаждением покрытий ионами инертных газов при пониженных давлениях обеспечивает наиболее высокую степень очистки [1].

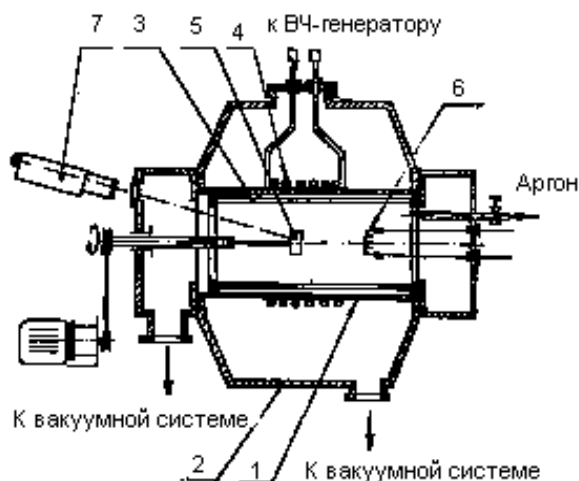


Рис.1 Схема реакционной камеры установки.  
1 - реактор, 2 - наружная камера, 3 - щелевая камера, 4 - индуктор, 5 - образец, 6 - термокатод, 7 - пирометр

В настоящей работе исследован процесс обработки поверхности металлов в высокочастотном индукционном несамостоятельном разряде аргона. Исследования проводились на установке, принципиальная схема которой приведена на рис.1. Внутри

реактора расположена цилиндрическая, щелевая, выполненная из меди, водоохлаждаемая камера. В установке она выполняет несколько функций: предохраняет цилиндрическую трубу-реактор от перегрева, является коллектором электронов термокатода, служит анодом по отношению к образцу. Для возбуждения высокочастотного разряда использовались высокочастотный генератор типа ВЧИ-63\ 0.44 с рабочей частотой 440 кГц. Инициирование разряда производилось при помощи термокатода в несамостоятельном разряде аргона.

Параметры электронной компоненты плазмы определяли одиночным и двойным зондами [2]. Для всех экспериментов проверялось выполнение геометрических критериев теории зондов Ленгмюра. Условия бесстолкновительного движения электронов в призондовом слое и малости возмущения зондом функции распределения электронов по энергиям вследствие экранировки выполнялись во всех экспериментах. Учитывалась также погрешность определения температуры и концентрации электронов в результате нескомпенсированного диффузией из плазмы стока электронов из призондового слоя на зонд.

Получены экспериментальные зависимости температуры  $T_e$ , концентрации  $n_e$  электронов и коэффициента ионизации  $\eta_i$  атомов аргона в зависимости от давления в реакционном объеме и вкладываемой в разряд мощности. В исследованном диапазоне параметров температура электронов изменяется в пределах  $T_e = 2 \dots 5$  эВ, концентрация  $n_e = (1 \dots 7) \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$ , коэффициент ионизации  $\eta_i = (1 \dots 7) \cdot 10^{-2}$ . Наиболее существенно параметры плазмы зависят от давления, причем с увеличением плотности плазмы  $T_e$  и  $\eta_i$  падают.

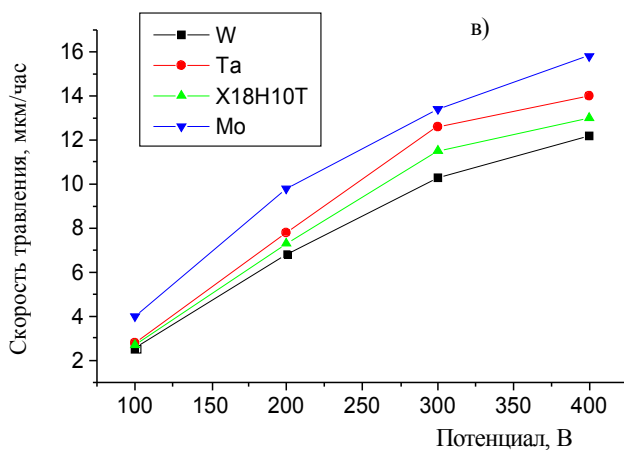
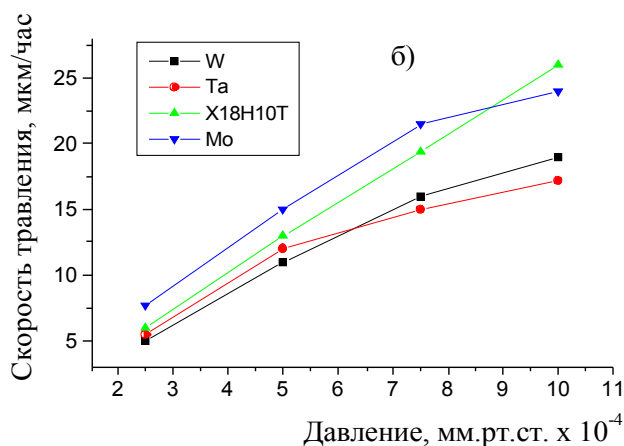
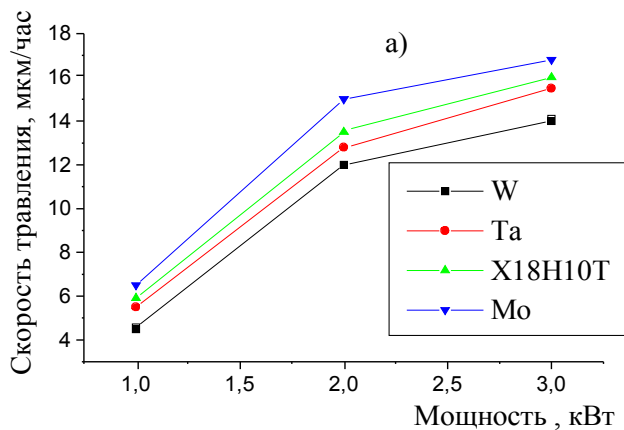


Рис.2 Скорость травления W, Mo, Ta, стали X18H10T в зависимости от: потенциала на подложке (а); давления в реакционной камере(б); ВЧ-мощности вкладываемой в разряд (в)

Проведены измерения  $T_e$  и  $n_e$  по длине и радиусу плазменного сгустка. Температура и концентрация электронов в центральной зоне плазменного сгустка имеют постоянное значение.

Экспериментально наблюдаемый вид зависимости  $T_e$ ,  $n_e$  подтверждает существование скин-слоя на границе плазмоида.

В указанном диапазоне параметров проведено травление поверхности стали X18H10T, Mo, W, Ta. Зависимость скорости травления от давления, мощности, вкладываемой в разряд, и напряжения на образце, приведены на рис. 2.

Травление проводилось циклически, с перерывом на охлаждение образца. В процессе травления температура нагрева не превышала  $400^\circ\text{C}$ . При определении скорости травления учитывалось чистое время обработки.

Как видно из графиков, скорость травления в зависимости от потенциала подложки монотонно растет, достигая насыщения для различных материалов при различных потенциалах. Такой ход кривых можно объяснить выходом на насыщение ионного тока. Аналогичный ход кривых наблюдается и в зависимости от вкладываемой в разряд мощности высокочастотного генератора. Зависимость скорости травления от давления более крутая и, по-видимому, связана она со значительным ростом концентрации электронов в рассмотренном диапазоне давлений. В этом случае отмечается также неизменность скорости травления для нержавеющей стали, вызванной, по-видимому, из-за меньшей энергии связи между атомами различных элементов, чем для тугоплавких металлов при одинаковых потенциалах

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б.С. Данилин, В.Ю. Киреев. Вакуумно-плазменные процессы травления микроструктур // *Электронная техника. Сер. Материалы*, 1983, вып.8 (181).
2. Ю.А. Иванов, Ю.А. Лебедев, Л.С. Полак. *Методы контактной диагностики в неравновесной плазмохимии*. М.: «Наука», 1981, 141 с.
3. В.В. Сагалович, А.Г. Чучалов, Б.М. Широков. Экспериментальное определение функции распределения водородной плазмы // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»*, 1987, вып. 1(2).