

УДК 537.525:546.29:532.72

Герцрикен Д.С., канд.-физ.мат. наук, ст. н.сотр.

Институт металлофизики им. Г.В.Курдюмова НАН Украины, deciatinka@gmail.com

Богданов С.Е., канд.-физ. мат. наук, н.сотр.

Мазанко Ф.В., инженер

Миронов Д.В., канд.-физ.мат. наук, доцент

Самарская государственная сельскохозяйственная академия, AlexStown007@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ В ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ АЛЮМИНИЯ

Известно, что получению качественного неразъемного соединения при ударной сварке в вакууме алюминия и его сплавов препятствуют окисные слои на поверхности металла [1]. Во избежание этого перед сваркой детали насыщали аргоном в плазме тлеющего разряда, помещали в соответствующую установку и нагревали в вакууме в течение 1-2 минут при 773К. В результате нагрева возникали, росли и вскрывались газонаполненные поры, после чего поверхность алюминия оказывалась очищенной от сплошного слоя оксида [2].

Целью настоящего исследования было изучение процессов в алюминии, происходящих при бомбардировке ионами аргона. Для сравнения были взяты также и другие металлы и инертные газы (He, Kr, Xe)/

В процессе бомбардировки ионами с энергиями в несколько кэВ в плазме тлеющего разряда, несмотря на распыление поверхности, происходит непрерывно возобновляемое накопление бомбардирующих ионов в слое, соизмеримом с их свободным пробегом, и их миграция в глубь обрабатываемого металла. При этом глубина диффузионного проникновения ионов, бомбардирующих металл в тлеющем разряде с энергией $W \sim 1$ кэВ, превышает глубину проникновения имплантированных ионов с $W \sim 1$ мэВ независимо от размера и растворимости бомбардирующих ионов [1].

Инертный газ содержится только во внутренних участках, образуя с алюминием в тонком поверхностном слое метастабильный твердый раствор металл-инертный газ. Возникновение этого слоя, по-видимому, имеет место вследствие сопутствующего бомбардировке пересыщения приповерхностного слоя неравновесными радиационными вакансиями, которые занимают вбиваемыми в алюминий атомами инертного газа. Увеличение продолжительности ионной бомбардировки приводит к перераспределению криптона, которое сопровождается обеднением внутренних областей и концентрацией криптона в виде концентрического кольца (полукольца, прямо- и многоугольника любой формы) вблизи наружной, не содержащей газ, области. Однако после экспозиции в течение одного месяца на пленках появилось слабое и неравномерное почернение, для центральной части для такого почернения было достаточно нескольких часов.

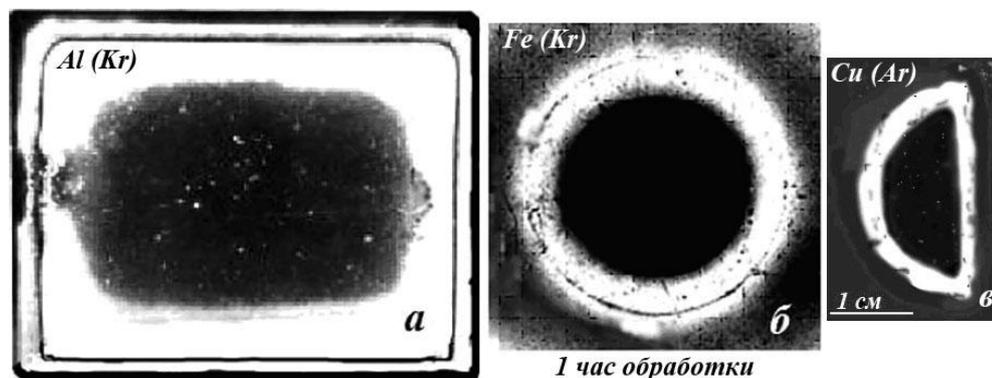


Рис. 1 – Макроавтордиограммы поверхности насыщенных образцов, 1 кэВ, 473 К.

Исследование кинетики насыщения показало, что неравномерность в распределении начинается в первые секунды обработки (рис. 2 а). После ~ 10 мин. обработки вдоль края образца на торце (рис. 4.2 б) и на образующей появляются полосы в виде колец, практически не содержащие инертный газ. С увеличением времени бомбардировки ионами криптона на поверхности цилиндрического образца возникают новые концентрические круги с высоким содержанием инертного газа и его следами (рис. 2 в, г).

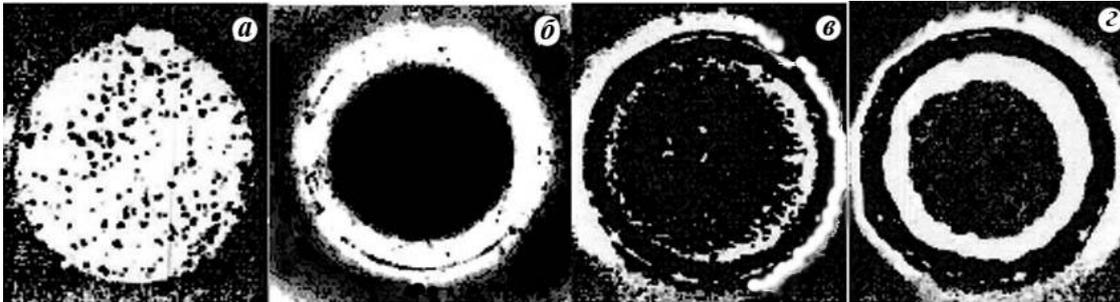


Рис. 2 – Авторадиограммы торцевой поверхности образцов алюминия \varnothing 1 см после ионной бомбардировки: а – 30 с, б – 15 мин., в – 90 мин., г – 5 час., ^{85}Kr .

Подобная неравномерность при больших временах обработки свойственна также другим металлам и бомбардирующим ионам инертных газов (рис. 3). Более того, обедненная область размером менее 1 мм диаметром может возникнуть на поверхности даже в середине торца, но, как правило, в центре присутствует инертный газ.

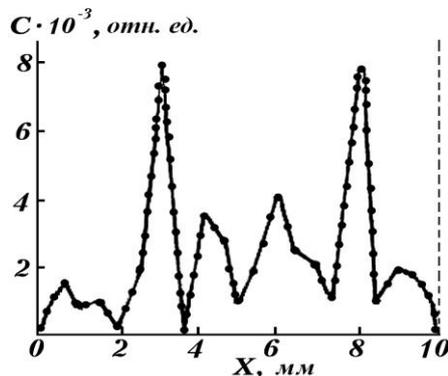


Рис. 3 - Распределение ксенона по поверхности вдоль диаметра никелевого цилиндрического образца после бомбардировки ионами Хе с энергией 1 кэВ в течение 72 ч, Оже-спектроскопия.

Следовательно, если обеднение краев можно объяснить более сильным распылением, то возникновение концентрических кругов или подобных прямо- и многоугольников на обработанной поверхности, очевидно, имеет другую причину. По-видимому, это связано с какими-то особыми условиями протекания поверхностной диффузии.

Из сравнения временных зависимостей накопления газа поверхностным слоем и объемом металла видно, что с ростом времени обработки увеличивается количество криптона, однако повышение температуры воздействия снижает количество проникшего в металл газа.

Список посилань

1. Герцрикен, Д.С. Тлеющий разряд и инертные газы в металлах [Текст] / Д.С.Герцрикен, В.М.Тышкевич – Киев: Академперіодика, 2007. – 272 с.
2. Герцрикен, Д.С. Способ сварки давлением с подогревом / Д.С.Герцрикен, А.И.Игнатенко, В.М.Тышкевич, В.М.Фальченко - А.с.СССР № 1481008, БИ №19, 23.05.1989.