

СТРУКТУРА И МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТИТАНА VT1-0, СФОРМИРОВАННОГО ПРИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОМ КАРБОБОРИРОВАНИИ

Соскова Н.А., Ионина А.В., Иванов Ю.Ф., Будовских Е.А., Громов В.Е.

Руководитель – профессор, д.ф.-м.н. Громов В.Е.

Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк,

e-mail: budovskikh_ea@physics.sibsiu.ru

При электровзрывном легировании структура поверхностного слоя формируется в результате воздействия на образец потока плазмы и конденсированных частиц взрываемого материала и частиц вещества порошковой навески, размещаемой в области взрыва. Облучение приводит к плавлению поверхностного слоя и его жидкофазному легированию. При этом конденсированные частицы достигают обрабатываемой поверхности на стадии ее остывания, частично прикипают в расплав, а частично осаждаются на поверхности, формируя покрытие. Цель настоящей работы – анализ структуры и профиля микротвердости образцов технически чистого титана VT1-0 после электровзрывного карбоборирования.

Образцы имели форму шайбы толщиной 5 и диаметром 20 мм. Электровзрывное легирование осуществляли электровзрывом углеграфитовых волокон, при этом в области взрыва размещали навеску порошка аморфного бора. Исследование структуры обработанных образцов осуществляли на поперечных шлифах методом сканирующей электронной микроскопии.

Исследования показали, что обработка приводит к увеличению в 12...14 раз микротвердости поверхности облучения. Распределение микротвердости по глубине характеризуется наличием двух объемных максимумов. Общая глубина упрочнения достигает 120 мкм.

Сканирующая электронная микроскопия показала, что в поверхностном формируется градиентная структура, в которой можно разделить слой покрытия, поверхностный слой зоны легирования, сравнительно тонкий промежуточный слой и зону термического влияния. Покрытие обладает развитым рельефом и неоднородно с точки зрения морфологии элементов структуры, среди которых можно выделить микротрещины, микрократеры и микропоры. Они располагаются как в объеме покрытия, так и на границе раздела покрытия с поверхностным слоем зоны легирования. Это указывает на относительно низкие физико-механические и трибологические свойства покрытия и предполагает необходимость его дальнейшего модифицирования.

Структур поверхностного слоя неоднородна как по глубине, так и по сечению вдоль поверхности легирования. Обобщая результаты исследования его структуры, можно выделить следующие характерные

морфологические разновидности ее элементов. Во-первых, ячейки кристаллизации, размеры которых изменяются в пределах от 250 до 650 нм. Во-вторых, дендриты кристаллизации с осями первого и второго порядка. В-третьих, структура зеренного типа, по границам зерен которой располагаются включения второй фазы округлой формы. Размеры зерен изменяются в пределах от 0,5 до 0,8 мкм, размеры включений – от 70 до 200 нм. В-четвертых, структура пластинчатого типа, поперечные размеры пластин которой изменяются в пределах от 0,8 до 1,5 мкм. По границам пластин располагаются включения второй фазы, размеры которых составляют 100 нм. Структуры ячеистого типа (ячейки кристаллизации) выявляются вблизи границы раздела покрытия и поверхностного слоя, а также вблизи границы раздела поверхностного и промежуточного слоев. Структуры дендритной кристаллизации располагаются в верхней и центральной частях поверхностного слоя. Структуры зеренного и пластинчатого типа – в нижней части поверхностного слоя.

Поверхностный слой отделен от зоны термического влияния сравнительно тонким (2...10 мкм) промежуточным слоем, который располагается на расстоянии 100...110 мкм от поверхности легирования. Промежуточный слой имеет четкую границу, отделяющую его от зоны термического влияния, и размытую границу с поверхностным слоем. Структура промежуточного слоя весьма неоднородна и существенным образом меняется при перемещении параллельно поверхности воздействия.

Структура зоны термического влияния имеет явно выраженное пластинчатое строение. Пластины группируются в пакеты, которые ориентированы определенным образом по отношению к границе раздела промежуточного и переходного слоев. По мере удаления в объем образца ориентация пластин становится единообразной, структура пластинчатого типа плавно переходит в структуру зеренного типа, характерную для структуры сплава в исходном состоянии.

Сопоставляя результаты исследований, полученные при построении профиля микротвердости и анализе структуры поперечного шлифа, можно констатировать, что первый объемный максимум, наблюдающийся на глубине 50...60 мкм, обусловлен формированием в поверхностном слое структуры дендритной кристаллизации; второй ярко выраженный объемный максимум микротвердости обусловлен формированием в образце тонкого промежуточного слоя.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантами РФФИ (проекты №№ 11-02-91150-ГФЕН-а и 11-02-12091-офи-м-201, № 11-08-98020-р_сибирь_а) и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (гос. контракт № 14.740.11.0813).