

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЛЬФРАМА В ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ПРИ СВЕРХГЛУБОКОМ ПРОНИКАНИИ ПОРОШКОВЫХ ЧАСТИЦ ВОЛЬФРАМА

© Р.Г.Кирсанов, В.В.Калашников, А.Л.Кривченко

При взаимодействии потока частиц размерами 8–100 мкм, разогнанных энергией взрыва до скоростей 1–3 км/с, наблюдается сверхглубокое проникание (СГП) частиц на глубины порядка нескольких сантиметров [1–3]. Данное явление перспективно использовать для объемного микролегирования металлов. Практическое применение явления СГП определяется распределением внедренного материала по глубине образцов, однако в литературных источниках этот вопрос наименее затронут.

В работах [1,4] исследовались концентрации вводимого при сверхглубоком проникании вещества методом количественного спектрального анализа, что не позволяет с достаточной точностью локализовать глубину, на которой производится анализ. В работе [4] глубина определялась с точностью до 1 мм и с очень большим шагом (3–6 мм). Использование метода количественного рентгено-спектрального анализа при исследовании распределения легирующего элемента (вольфрама) в приповерхностных слоях сталей У8 и У10, введенного при помощи СГП порошковых частиц вольфрама, позволяет получить более точные результаты.

Порошок вольфрама массой 1 грамм разгонялся взрывным ускорителем. В качестве взрывчатого вещества использовались гексоген (плотностью 1.0 г/см³) и флегматизированный октоген (плотностью 1.2 г/см³). Образцы имели форму цилиндра высотой 30 мм и диаметром 18–20 мм. Исследование распределения вольфрама проводилось на аппарате "Supergrob-733" (фирмы "Jeol"). Диаметр зонда составлял 40 мкм, шаг по глубине 100 мкм. На каждой глубине значение концентрации вольфрама получали осреднением результатов 6-ти точек.

В табл. 1 представлены результаты, полученные при исследовании образца из стали У8, обработанного высокоскоростной струей порошка вольфрама с диаметром частиц 20–40 мкм, разогнанной гексогеном, в табл. 2 — сталь У10,

Таблица 1.

H , мкм	0	100	200	300	400	500
C , %	20.668	0.000	0.000	0.009	0.025	0.048
SD , %	3.231	0.000	0.000	0.008	0.005	0.006

Таблица 2.

H , мкм	0	100	200	300	400	500
C , %	32.917	0.000	0.000	0.016	0.089	0.082
SD , %	2.544	0.000	0.000	0.031	0.008	0.012

обработанная высокоскоростной струей порошка вольфрама с диаметром частиц 8–16 мкм, разогнанной зарядом флегматизированного октогена (где C — концентрация вольфрама, SD — среднеквадратичная ошибка).

Из данных таблиц видно, что после слоя на поверхности, где концентрация вольфрама равна 20–32%, следует слой с полным отсутствием следов вольфрамовых частиц, следовательно, пролетающие частицы фактически не изменяют своей массы на этом отрезке пути, то есть на глубинах до 200 мкм не наблюдается легирования частицами стенок канала, в котором движется частица.

На глубине более 2 мм значение концентрации практически совпадает с данными, полученными в работе [4] при исследовании распределения вольфрама методом количественного спектрального анализа и изменяется в пределах от 0.27 до 0.30% для образца, обработанного высокоскоростной струей вольфрама с дисперсностью порошка 20–40 мкм, разогнанной гексогеном, а для образца, обработанного высокоскоростной струей вольфрама с дисперсностью порошка 8–16 мкм, разогнанной зарядом флегматизированного октогена, от 0.25 до 0.36%.

Приведенные данные могут иметь важное значение для уточнения механизма сверхглубокого проникания. В свете полученных результатов некоторые из существующих моделей нуждаются в изменениях. Например, при использовании модели СГП частиц, изложенной в работе [2], требуется уточнение динамики изменения массы частицы во времени. Полученные результаты неплохо укладываются в рамки кавитационной модели, предложенной в работе [5].

Полученное распределение вольфрама в приповерхностных слоях конструкционных сталей после СГП вольфрамовых частиц показало, что за слоем частиц, остановившихся

на поверхности, следует участок материала мишени с нулевой концентрацией вольфрама, что ранее в работах, посвященных проблеме СГП, не отмечалось. При этом протяженность участка не зависит от диаметра частиц и от мощности ВВ, используемого для разгона порошка, следовательно, на этом участке частицы фактически не изменяют своей массы.

Список литературы

- [1] Романов Г.С., Ушеренко С.М., Юрин С.Е. Доклады IV Всесоюзного совещания по детонации. 1988. Т. 2. С. 152-156.
- [2] Андилевко С.К., Роман О.В., Романов Г.С., Ушеренко С.М. // Порошковая металлургия. Минск: Высшэйная школа. 1987. В. 11. С. 6-11.
- [3] Козорезов А.К., Козорезов К.И., Миркин Л.И. // Физика и химия обработки материалов. 1990. № 2. С. 51-55.
- [4] Бекренев А.Н., Кирсанов Р.Г., Кривченко А.Л. // Письма в ЖТФ. 1996. Т. 22. В. 2. С. 87-89.
- [5] Krivchenko A.L. The cavitation model of superdeep particles penetration // Proc. of Int. Work-shop, St.Petersburg, Russia, October 9-13, 1995. P. 35.

Поступило в Редакцию
20 июня 1996 г.
