

05;10;11;12

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛЬФРАМА ПОСЛЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ БОМБАРДИРОВКИ ВОЛЬФРАМОВЫМИ ЧАСТИЦАМИ

© А. Н. Бекренев, А. Л. Кирсанов, А. Л. Кривченко

При взаимодействии потока высокоскоростных частиц (размерами 10–100 мкм) с материалом мишени наблюдается явление сверхглубокого проникания (СГП) дискретных частиц на глубины до десятков миллиметров [1,2]. Данное явление перспективно в плане улучшения свойств материалов за счет введения легирующих добавок. Характерной особенностью процесса СГП является образование канальной структуры в объеме обрабатываемого материала. От скорости и размеров частиц, материала частиц и мишени зависит заполнение каналов аморфизированной смесью, состоящей из вещества мишени и частиц. Правильный выбор материала и размеров частиц приводит к значительному упрочнению мишени.

Важным представляется выяснение характера кривой распределения легирующего элемента по глубине обработанных образцов, так как наблюдается явная зависимость свойств обработанных материалов от концентрации внедренного легирующего элемента.

Метод послонного спектрального количественного анализа позволил получить распределение легирующего элемента по глубине образцов из сталей У8 и У10, обработанных высокоскоростным порошком вольфрама дисперсностью 10 мкм. Внедряемый порошок разгонялся зарядом насыпного гексогена с параметрами детонации: скорость 6 км/с и давление 10 ГПа.

Для определения концентрации вольфрама использовался метод трех стандартов. Анализ проводился на спектрографе ИСП-30. Источником возбуждения служил генератор ИВС-28, работающий в дуговом режиме с силой тока 4 А; рабочий дуговой промежуток 1.5 мм. Подставной электрод — спектрально-чистый уголь диаметром 6 мм, заточенный на конус с усеченной вершиной диаметром около 1 мм, второй электрод — эталон или анализируемый образец с площадкой обжига диаметром не менее 10 мм. Время экспозиции при фотографировании спектра 20 с. Для съемки использовались спектральные фотопластинки ПФС-02.

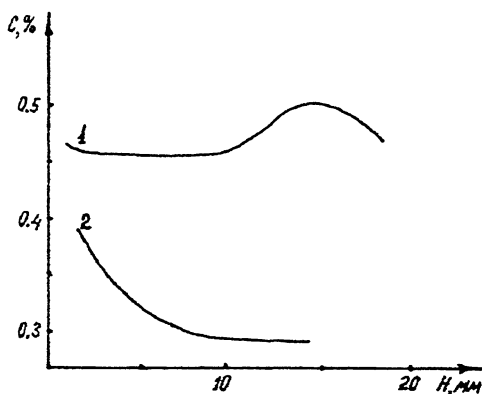


Рис. 1. Распределение концентрации вольфрама по глубине образца при СГП в стали У8 (1) и У10 (2).

Для повышения точности результатов на каждую пластинку снимались спектры от эталонов и анализируемого образца [3]. Длины волн аналитических пар линий, используемых для анализа: W — 330, 082 нм, Fe — 329, 813 нм. Метод фотометрирования — объективный, на микроденситометре МД-100. Для определения концентрации вольфрама применялся стандартный комплект эталонов N28. Твердость материала определялась по Виккерсу.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при проникании высокоскоростных частиц вольфрама в углеродистую сталь У8 на кривой распределения легирующего элемента по глубине образцов появляется максимум (рис. 1). Появление данного максимума свидетельствует о том, что в стали У8 большинство частиц вольфрама полностью не растворяются при СГП и на глубине 10–16 мм образуют зону повышенной легированности. Концентрация легирующего элемента на этой глубине обусловлена, в основном остановившимися частицами. До этой глубины вольфрам содержится в каналах, остающихся после пролетевших частиц. В образцах из стали У10 наличие максимума не обнаружено. Вероятно, происходит смещение пика концентрации на большую глубину, что не позволяет зафиксировать его из-за размеров образца. Увеличение прочности мишеней приводит к более полному растворению частицы во время движения, что может привести к изменению характера распределения концентрации вольфрама по глубине. В стали У10 наблюдается меньшая, чем в стали У8, концентрация вольфрама в образцах.

При СГП происходит увеличение материала. Вклад в упрочнение вносят: прохождение ударной волны, увеличе-

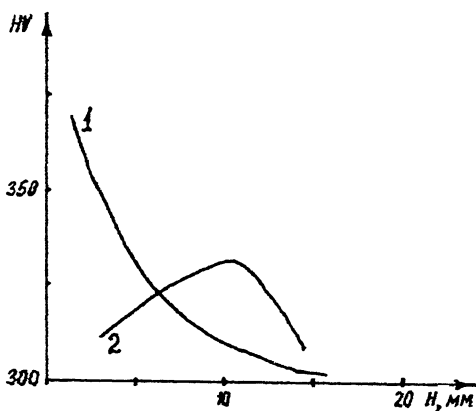


Рис. 2. Изменение твердости по глубине образцов из стали У8 после обработки ударной волной (1) и обработки частицами вольфрама (2).

ние легированности мишеней. На графиках зависимости твердости от глубины (рис. 2) видно, что внедрение высокоскоростных частиц вольфрама сопровождается падением твердости материала мишеней до глубины 8 мм относительно значений, полученных для образца, обработанного только продуктами детонации. Очевидно, что на малых глубинах превалирует уменьшение твердости за счет нагрева околоканальных областей и поверхности мишени. При уменьшении скорости движения частиц в материале и увеличении концентрации легирующего элемента происходит повышение твердости образцов.

Таким образом, получено распределение концентрации внедренного элемента и твердости по глубине после СГП в сталях У8 и У10. Выявленный максимум концентрации обусловлен нерастворившимися при движении частицами вольфрама.

Список литературы

- [1] Козорезов А.К., Козорезов К.И., Миркин Л.И. // Физика и химия обработки материалов. 1990. № 2. С. 51–55.
- [2] Зворыкин Л.О., Ушеренко С.М. // Металлофизика. 1993. Т. 15. № 1. С. 92–95.
- [3] Кузяков Ю.Я., Семененко К.А., Зоров Н.В. // Методы спектрального анализа. М.: Изд-во МГУ, 1990. 213 с.

Поступило в Редакцию
18 октября 1995 г.