

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций**

19 - 23 сентября 2016 г.

Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

1. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

повышение стойкости поверхностного слоя к разрушению при внешнем динамическом воздействии [1].

Эффективным методом указанной модификации структуры является импульсное электронное облучение в плазме инертного газа, совмещающее нагрев и охлаждение поверхностного слоя со скоростями до 10^{12} град/с и 10^9 град/с, соответственно, с бомбардировкой ионами инертного газа тугоплавких частиц поверхностного слоя металлокерамического композита [2].

На примерах металлокерамических сплавов с различным содержанием керамической компоненты показано, что эффективность импульсного электронно-ионно-плазменного облучения как метода формирования в поверхностном слое металлокерамического сплава многоуровневого в наномасштабной области структурно-фазового состояния зависит от значений энергии ионизации и атомной массы плазмообразующего газа – с понижением энергии ионизации и повышением атомной массы плазмообразующего газа происходит ускорение процессов растворения в расплаве металлического связующего частиц керамической компоненты, проявляется ускоренное диспергирование керамических частиц до наноразмерного уровня. В результате формирования многоуровневого структурно-фазового состояния происходит снижение величины коэффициента трения и кратное повышение износостойкости поверхностного слоя металлокерамического сплава.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (Соглашение № 14.613.21.0049 от 11.11.2015г., уникальный идентификатор проекта RFMEFI61315X0049)

Литература:

1. S. Psakhie, V. Ovcharenko, Baohai Yu, E. Shilko, Yu.Ivanov, A. Byeli, A. Mokhovikov. Influence of Features of Interphase Boundaries on Mechanical Properties and Fracture Pattern in Metal-Ceramic Composites. *J. Mater. Sci. Technol.*, 2013, 29(11), p. 1025-1034.
2. V.V. Uglov, A.K. Kuleshov, E.A. Soldatenko, N.N. Koval, Yu. Ivanov, A.D. Teresov. Structure, phase composition and mechanical properties of hard alloy treated by intense pulsed electron beams. *Surface and Coatings Technology*. 2012, 206 (11-12).

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАСТАБИЛЬНОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ

Аккузин С.А.¹, Литовченко И.Ю.^{1,2}, Полехина Н.А.^{1,2}, Тюменцев А.Н.^{1,2}

¹НИ Томский государственный университет, Томск, Россия,

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия
s.a.akkuzin@gmail.com

Повышение прочности аустенитных сталей возможно за счет формирования в них субмикро- и нанокристаллических структурных состояний. Способами создания субмикрокристаллических структурных состояний являются методы интенсивной пластической деформации или различные термомеханические обработки.

В настоящей работе методами просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурного фазового анализа (РСА) и измерений удельной намагниченности изучены особенности структурно-фазовых состояний метастабильной аустенитной стали 08X18H10T на различных этапах термомеханических обработок. Начальный размер образцов составлял $\approx 30 \times 20 \times 12$ мм. Перед деформацией образцы закаливали в воду после выдержки 1100°C в течение 1 часа. Механические свойства были исследованы в процессе активного растяжения при $T = 20^\circ\text{C}$ на образцах в форме двойных лопаток с размерами рабочей части $13 \times 2 \times 1$ мм.

1. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

Термомеханические обработки проводились в три этапа: первый этап – низкотемпературная (вблизи $T = -196$ °С) деформация прокаткой ($\epsilon \approx 20$ %) за несколько проходов; второй этап – деформация прокаткой в интервале температур $T = 20 - 600$ °С за два прохода, ($\epsilon \approx 40 - 45$ %); и третий этап – последующий отжиг при $T = 800$ °С в течение 200 с. В отличие от методов интенсивной пластической деформации использованы относительно малые степени деформации прокаткой ($e < 1$, e – истинная деформация).

Согласно РСА и измерениям удельной намагниченности низкотемпературная деформация приводит к развитию ($\gamma \rightarrow \alpha'$)- и ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-мартенситных превращений. Объемное содержание α' -мартенсита составляет ≈ 54 %, а ϵ -мартенсита не превышает 5 %. Электронно-микроскопические исследования показали формирование преимущественно субмикроструктурной ламельной структуры, состоящей из пакетного α' -мартенсита, микродвойников аустенита и небольшого количества пластин ϵ -мартенсита.

Последующая деформация при $T = 20$ °С (после низкотемпературной деформации) способствует продолжению прямого ($\gamma \rightarrow \alpha'$)-мартенситного превращения, с увеличением содержания α' -мартенсита до ≈ 80 %. При этом двухфазная $\gamma + \alpha'$ ламельная структура сохраняется, ϵ -мартенсит не обнаруживается. Отжиг при $T = 800$ °С в течение 200 с. приводит к обратному ($\alpha' \rightarrow \gamma$)-мартенситному превращению, объемная доля аустенита ≈ 89 %. Полученный аустенит наследует ламельную мартенситную структуру.

Деформация при $T = 600$ °С позволяет реализовать в стали обратное ($\alpha' \rightarrow \gamma$)-мартенситное превращение. Объемная доля аустенита увеличивается до ≈ 72 %. Для данного состояния характерна ламельная преимущественно аустенитная структура, в которой наблюдаются субмикроструктурные ламели нескольких ориентаций. Внутри ламелей обнаруживаются микро- и нанодвойники деформации, а также дефекты упаковки и высокая плотность дислокаций. Отжиг при $T = 800$ °С в течение 200 с. позволяет увеличить содержание аустенита до ≈ 94 %.

Указанные термомеханические обработки за счет формирования субмикроструктурных состояний позволяют достичь высоких значений предела текучести стали $\approx 794 - 891$ МПа по сравнению с исходными значениями $\approx 200 - 340$ МПа. При этом содержание аустенита составляет $\approx 89 - 94$ %, а относительное удлинение сохраняется на хорошем уровне $\delta \approx 13 - 24$ %.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 15-08-07416-а.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УПРУГИХ И ПЛАСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ГПУ-МОНОКРИСТАЛЛАХ В ТРЕХМЕРНОЙ ПОСТАНОВКЕ НА ПРИМЕРЕ МОНОКРИСТАЛЛА ЦИНКА

Кривошеина М.Н.¹, Кобенко С.В.², Козлова М.А.¹, Туч Е.В.¹

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,

²Нижевартовский государственный университет, Нижневартовск, Россия

Marina_nkr@mail.ru, sergeyvk@inbox.ru, kozlova_ma@mail.ru, tyhka2012@mail.ru

В ГПУ-монокристаллах из-за различных механических свойств скорости распространения упругих и пластических волн зависят от направления даже для случаев их распространения в направлении кристаллографических осей. Распространение “объемных” скоростей звука в условиях динамических нагружений материалов определяет скорости распространения возмущений в пластической области деформации материала. Поскольку ГПУ-монокристаллы характеризуются транстропией механических свойств, для точного определения скоростей распространения “объемных”