ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
ФИЗИЧЕСКАЯ МЕЗОМЕХАНИКА

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии»**

09–12 СЕНТЯБРЯ
2024 ТОМСК, РОССИЯ

ИФПМ СО РАН
ИФПМ СО РАН
ИФПМ СО РАН

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии»

09–12 сентября 2024 г.
Томск, Россия

Томск – 2024

УДК 539.216 539.22 538.91-405 620.18
ББК Г 534
Т29

Т29 Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии: тезисы докладов Международной конференции, 09-12 сентября 2024 года, Томск, Россия. – 665 с.

Издание содержит тезисы международной конференции «Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии». Физическая мезомеханика является научным направлением, в рамках которого материал представляется как иерархическая система взаимосвязанных структурных (масштабных) уровней. В книге отражены последние достижения в области развития принципов и методологии физической мезомеханики и результаты их применения к созданию перспективных материалов в интересах развития новых производственных технологий, освоения космического пространства, в том числе дальнего космоса, электроники, атомной энергетики, нефтегазового комплекса, медицины, транспорта и др. Книга адресована научным сотрудникам, инженерам, аспирантам и специалистам, занимающимся вопросами физической мезомеханики, разработки наноструктурных объемных и наноразмерных материалов, наноструктурированием поверхностных слоев, тонкими пленками и покрытиями, нанотехнологиями, компьютерным конструированием новых материалов и технологий их получения, технологиями локальной нестационарной металлургии и обработки материалов, неразрушающими методами контроля.

Публикуется в авторской редакции.

УДК 539.216 539.22 538.91-405 620.18
ББК Г 534

© Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, 2024

Электронно-микроскопические исследования сплава, полученного методом дуговой наплавки высокоэнтропийной порошковой проволокой системы Al-Co-Cr-Fe-Mn

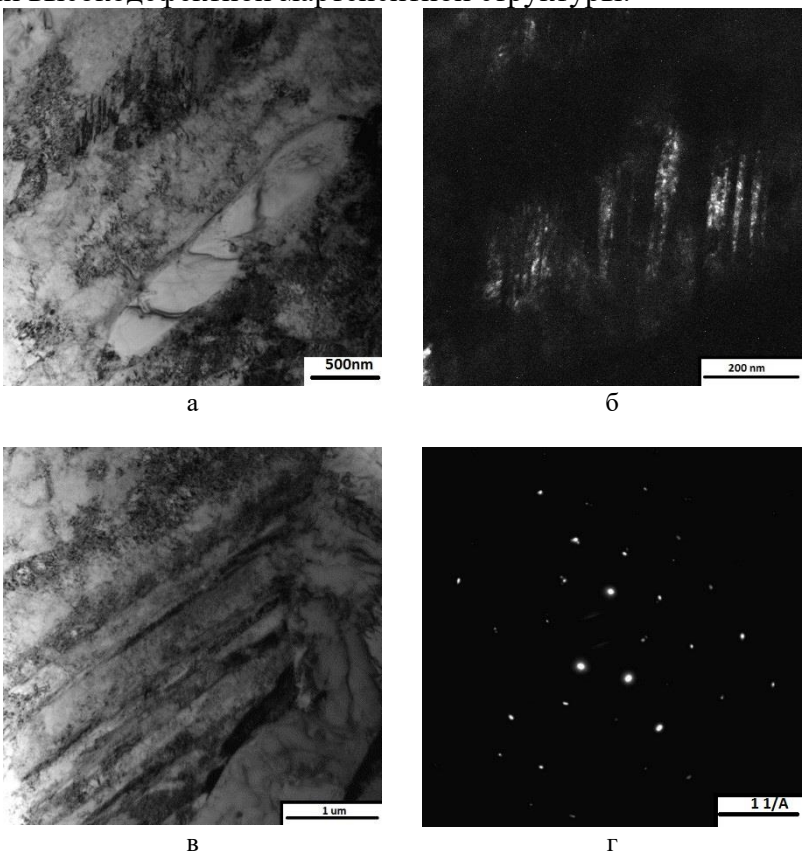
Михно А.Р., Крюков Р.Е., Коновалов С.В., Панченко И.А., Перов С.С.
Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк

Целью работы являлось получение многокомпонентной порошковой проволоки системы Al-Co-Cr-Fe-Mn и формирование наплавочных электродуговых покрытий, проведение исследования влияния высокоэнтропийного наполнителя порошковой проволоки на параметры структуры, фазового состав, дислокационной субструктуры наплавленного материала.

Изготовление порошковой проволоки осуществляли с использованием порошкообразных материалов: хрома ПХ-1С, марганца МР-0, алюминия АСД-4, кобальта ПК-1у. Состав шихты брался из расчета 25% всех используемых элементов. Наплавка разработанной проволоки проводилась под высококремнистым марганцевым флюсом АН-348а. В качестве подложки была использована пластина из стали 09Г2С. Выполнена пробоподготовка и проведен ряд исследований.

Результаты химического анализа указывают на то, что полученный с использованием разработанной порошковой проволокой наплавленный металл состоит в основном из 70% Fe и 30% легирующих элементов (Al, Co, Cr, Mn).

Методом тонких фольг электронно-микроскопически изучены микроструктура и фазовый состав образцов многокомпонентного сплава (см. рис.1), вырезанных из различных участков наплавленного покрытия. Электронно-микроскопический анализ показал, что исследованные образцы характеризуются двухфазной структурой, состоящей из мартенсита и отдельных зерен феррита. На снимках микроструктуры сплава визуализируется большое количество контуров экстинкции, появление которых объясняется высокой плотностью дефектов кристаллической решетки и полями упругих напряжений вокруг них, возникающей при формировании высокодефектной мартенситной структуры.



а б в г

Рис. 1. Электронно-микроскопические изображения микроструктуры исследуемого сплава вблизи поверхности наплавки

В структуре сплава отчетливо выявляется мартенсит двух морфологий: реечный, состоящий из протяженных реек длиной до нескольких микрон и шириной до 300 нм, и двойникованный пластинчатый, длина двойников в котором достигает 400-700 нм, а ширина – до 40 нм. В зернах феррита, наоборот, наблюдается более однородный контраст, свидетельствующий об их меньшей дефектности. Кристаллы α-фазы характеризуются вытянутой или близкой к равноосной формой и размерами от 200 до 2000 нм. Изменение скорости кристаллизации и охлаждения в зоне сплавления наплавки и подложки привело к трансформации микроструктуры исследованного сплава. В данном случае фазовый состав сплава представлен исключительно мартенситом, участков с ферритом на электронно-микроскопических изображениях обнаружена не было. При этом также возрастает дефектность и дисперсность структуры мартенсита: ширина двойников и реек уменьшается до 30-40 нм.

По результатам лабораторных исследований установлено, что полученный в ходе исследования сплав обладает повышенной твердостью по сравнению с подложкой, однако высокая твёрдость полученного сплава сопровождается хрупкостью материала, что подтверждено результатами механических испытаний. Данные результаты характерны не только к полученному сплаву, но и к сплавам и покрытиям, которые используются для изготовления и ремонта изделий обладающих повышенной износостойкостью.

Авторы выражают признательность коллегам за помощь, благодарность за финансовую поддержку исследования Российский научный фонд. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00350, https://rscf.ru/project/23-29-00350/.

Содержание

Секция 1. Физическая мезомеханика материалов и структурно-неоднородных сред

Анализ стадийности перехода от повреждения к разрушению в углеродном волокнистом материале при статических и циклических нагрузках на основе интегральных характеристик данных микротомографии
Банников М.В., Юрина А.Д, Баяндин Ю.В., Игнатова А.М., Наймарк О.Б. 11

Разработка дисперсно-наполненных композитов на основе полиимида и полиэфиримида с повышенной усталостной долговечностью
Богданов А.А., Панин С.В., Любутин П.С., Буслович Д.Г. 13

Влияние термообработки на структуру и ударную вязкость 3D-напечатанных изделий из жаропрочной стали
Власов И.В., Гордиенко А.И., Кузнецова А.Е., Семенчук В.М. 15

Изучение низкотемпературного термоокисления композитов на основе изотактического полипропилена с алифатическим полиамидом 6/66-4
Воронцов Н.В., Марголин А.Л., Монахова Т.В., Попов А.А. 17

Кинетика роста усталостной трещины после лазерного ударного упрочнения
Вшивков А.Н., Изюмова А.Ю., Гачегова Е.А., Бартоломей М.Л., Плехов О.А. 18

Деформация пористого сплава на основе никелида титана при испытаниях методом «Бразильского теста»
Гарин А.С., Клопотов А.А., Устинов А.М., Ясенчук Ю.Ф., Марченко Е.С., Байгонакова Г.А., Козулин А.А. 20

Влияние толщины титановых фольг на деформационное поведение слоистого композита с нежесткими границами разделов
Гоморова Ю.Ф., Кузнецова А.Е., Буякова С.П. 22

Температурная зависимость механизмов трансформации структурно-фазовых состояний карбидоупрочненных ванадиевых сплавов
Гриняев К.В., Дитенберг И.А. 23

Физико-механические основы теории неупругой деформации твердого тела
Гриняев Ю.В., Чертова Н.В., Шилько Е.В. 24

Особенности формирования и эволюции деформационного рельефа в аддитивно изготовленной стали 316L. Экспериментальное исследование
Емельянова Е.С., Писарев М., Балохонов Р.Р., Романова В.А. 26

Влияние симметрии на намагниченность кластеров переходных металлов
Ерболатова Г.У., Бектасова Г.С., Перевалов Т.Д., Измайлов Л.Н. 27

Сравнение структуры межзеренных границ и свойств сверхпластичных сплавов 47ХНМ, 40ХНЮ, 67КН5Б
Ерболатулы Д.Е., Макаренко А.Е., Нұрмұхамбетова М.М. 28

Упругие свойства структурно неоднородных материалов в условии одноосного сжатия
Иванов З.Г., Голосов А.М., Кожевников Е.В. 29

Влияние ультразвуковой ударной электроискровой обработки на микроструктуру и деформационное поведение 3D-напечатанных образцов Ti-6Al-4V и их сварных соединений при трехточечном изгибе
Казаченок М.С., Мартынов С.А. 31

Структурно-фазовая стабильность новых малоактивируемых аустенитных сталей
Литовченко И.Ю., Аккузин С.А., Полехина Н.А., Спиридонова К.В., Ким А.В., Осипова В.В., Москвичев Е.Н. Чернов В.М. 459

Разработка металлических связок с повышенными механическими и адгезионными характеристиками для высокопроизводительного алмазного режущего инструмента
Логинов П.А., Зайцев А.А., Федотов А.А., Березин М.А., Левашов Е.А. 460

Влияние концентрации низкомодульных включений *h*-BN на трещиностойкость композиционных материалов на основе системы TiB_2–ZrB_2–SiC
Лукьянец М.П., Фотин И.А., Шмаков В.В., Буяков А.С., Буякова С.П. 462

Исследование структурных характеристик и механических свойств керамических композитов на основе ZrO_2-20%Al_2O_3 полученных аддитивным способом
Лятун С.С., Нарикович А.С., Лятун И.И., Москалюк О.А., Коробенков М.В. 464

Технологии и материалы для изготовления высокоразрешающей рентгеновской микрооптики
Лятун И.И., Коротков А.С., Шевырталов С.А., Лятун С.С., Снигирев А.А. 466

Управление переносом тепла в некоторых типах метаматериалов
Маслов А.Л. 468

Микроструктура и фазовый состав интерметаллических сплавов на основе никеля и алюминия, полученных методом электронно-лучевого аддитивного производства
Мельников Е.В., Астафурова Е.Г., Астафуров С.В., Колубаев Е.А. 469

Обеспечение требуемого комплекса механических, биомедицинских и эксплуатационных свойств биорезорбируемых имплантатов на основе магния
Мерсон Д.Л., Брилевский А.И., Мерсон Е.Д., Линдеров М.Л. 470

Повышение трещиностойкости огнеупоров при введении добавок
Мигашкин А.О., Заболотский А.В. 471

Сравнение методов моментов и Вильямсона-Холла определения величин микроискажений кристаллической решётки и областей когерентного рассеяния в никелиде титана и меди
Миронов Ю.П., Лотков А.И., Гусаренко А.А. 472

Электронно-микроскопические исследования сплава, полученного методом дуговой наплавки высокоэнтропийной порошковой проволокой системы Al-Co-Cr-Fe-Mn
Михно А.Р., Крюков Р.Е., Коновалов С.В., Панченко И.А., Перов С.С. 474

Электронно-микроскопические исследования наплавленного слоя, полученного с использованием флюса из шлака производства силикомарганца
Михно А.Р., Панченко И.А., Крюков Р.Е., Перов С.С. 476

Структура и трибологический свойства CuAl7-W-WC композитов, полученных методом электронно-лучевого аддитивного производства
Москвичев Е.Н., Шамарин Н.Н., Савченко Н.Л. 478

Электрохимические эффекты при коррозии магниевых биорезорбируемых сплавов
Мягких П.Н., Мерсон Д.Л., Мерсон Е.Д., Полуянов В.А., Бегун М.Э. 479

Разработка ультрамелкозернистых титановых сплавов, с использованием методов интенсивной пластической деформации
Найденкин Е.В., Мишин И.П., Раточка И.В 481

Влияние режимов электроискрового спекания на структуру и свойства композиционных материалов на основе высокоэнтропийных металлических стекол
Насенник И.Е. 482

Научное издание

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Международная конференция
«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой
и интеллектуальные производственные технологии»

09-12 сентября 2024 года
Томск, Россия

Издание изготовлено в авторской редакции