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 наплавленного слоя, полученного с использованием флюса из шлака производства силикомарганца

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

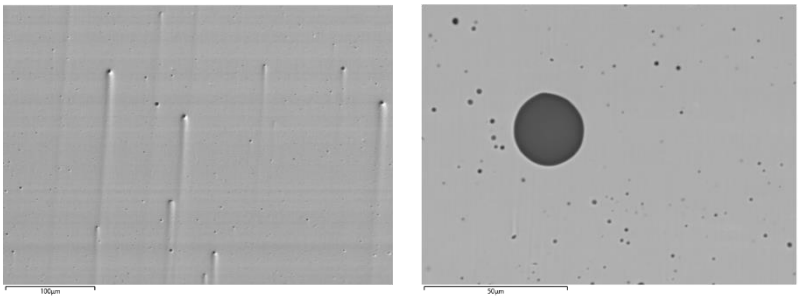
Разработке новых сварочных материалов в замен импортных, в условиях санкционного давления на РФ, уделяется большое внимание. Однако, на сегодняшний день существуют трудности в производстве сварочных материалов в России. Причиной этих трудностей является то, что сварочные компоненты, в большей своей части, находятся в странах ближнего и дальнего зарубежья, что приводит к истощению исходного сырья в России, ухудшению его качества и удорожанию сварочных материалов. Одним из способов решения данной проблемы являются предложенные способы изготовления сварочных материалов из минеральных ресурсов и техногенных образований горно-металлургических комплексов [1].

В условиях Сибирского государственного университета разработаны и предложены способы и методы изготовления сварочных материалов из техногенных отходов металлургического производства которые способны заменить некоторые сварочные материалы. Однако, на сегодняшний день эти материалы находятся в стадии более детального изучения, при этом стоит отметить, что немаловажным является и проведение исследований о влиянии сварочных (наплавочных) материалов на структуру и свойства полученных металлоизделий [2].

В лабораторных условиях НПЦ «Сварочные процессы и технологии» проведена наплавка образцов под разработанным флюсом. Наплавка производилась на стальную подложку из низкоуглеродистой стали с использованием сварочного трактора AOTAI ASAW-1250. В качестве присадочного материала использовалась проволока сплошного сечения Св-08ГА. Дополнительно была проведена наплавка сравнительного образа наплавленного под флюсом марки АН-348А.

С использованием сканирующего электронного микроскопа (Лаборатория электронной микроскопии и обработки изображений «СибГИУ») были проведены исследования состава неметаллических включений наплавленных образцов.

Результаты исследования (см. рис.1а) указывают на достаточно высокую загрязненность стали неметаллическими включениями.



а б

Рис. 1. Поверхность наплавленных слоев выполненных с использованием флюса: марки АН-348А (а), шлака от производства силикомарганца (б)

При проведении анализа химического состава неметаллических включений наплавленного слоя под флюсом АН-348А выявлены в наибольшем объеме следующие компоненты: O, Mn, Si, Al, Fe.

Исследования состава неметаллических включений образца изготовленного с использованием флюса из шлака от производства силикомарганца с содержанием MnO от 12 до 16 % (см. рис.1б) показали, что, на поверхности наплавленного слоя присутствуют крупные неметаллические включения размером от 6 до 23,5 мкм. При построении карт, спектров профилей ЭДС поверхности наплавленного слоя (см. рис.2) выявлено, что данное неметаллическое включение состоит в основном из кремния и марганца, кальция и кислорода (см. таблица 1).

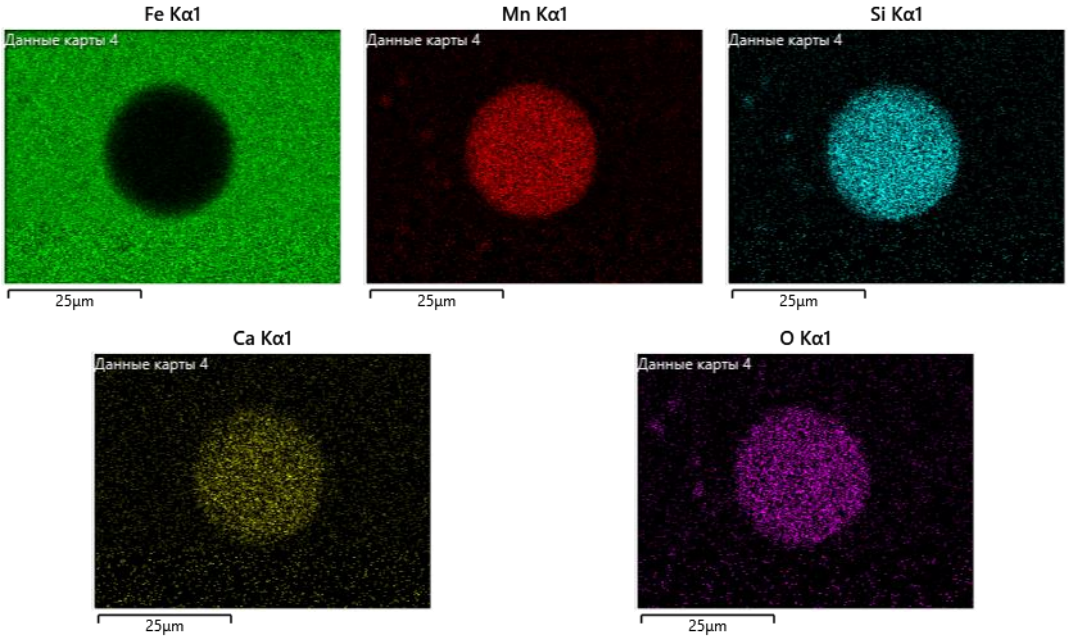


Рис. 2. Накопление карт, спектров профилей ЭДС поверхности наплавленного слоя выполненного с использованием флюса из шлака от производства силикомарганца с содержанием MnO от 12 до 18 %

Таблица 1. Химический состав неметаллического включения в наплавленном слое, изготовленный с использованием флюса из шлака от производства силикомарганца с содержанием MnO от 12 до 16 %

Элемент	**Вес, %**	**Сигма вес, %**	**Атом. вес, %**
C	3,47	0,23	7,25
O	34,45	0,13	54,02
Mg	0,17	0,02	0,17
Al	1,54	0,02	1,43
Si	19,51	0,07	17,42
S	0,83	0,02	0,65
Ca	4,85	0,02	3,04
Mn	29,34	0,09	13,40
Fe	5,84	0,04	2,62
Всего	100,00		100,00

Анализ полученных результатов указывает на то, что при использовании флюсов на основе шлака силикомарганца увеличивается загрязненность наплавленного слоя неметаллическими включениями. При этом стоит отметить что при повышении содержания кремния и марганца в наплавленном металле заметно увеличиваются концентрации оксидов этих элементов в составе оксидных включений. Анализ состава неметаллических включении указывает на то, что они в основном состоят из оксидных соединений кремния, марганца, и в некоторых случаях кальция, что в свою очередь способствует увеличению твердости и износостойкости наплавленных слоев по сравнению с флюсом сравнения (АН-348А).

Авторы выражают признательность коллегам за помощь в проведении исследований. Исследование проводилось в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-00087-2401.

1. Игнатова А.М. Разработка шлаковой основы для сварочных материалов из минерального и техногенного сырья Урала / А. М. Игнатова, М. Н. Игнатов, С. В. Наумов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2015. – № 10(1390). – С. 67-79.
2. Изучение влияния энерго-технологических режимов сварки под флюсом, изготовленным из шлака производства силико-марганца, на физико-механические свойства сварного шва / В. В. Павлов, Н. А. Козырев, А. А. Усольцев [и др.] // Сварочное производство. – 2021. – № 5. – С. 3-8. – DOI 10.34641/SP.2021.1038.5.020.

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