

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СО РАН

ФИЗИЧЕСКАЯ МЕЗОМЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ.
ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОУРОВНЕВОЙ
СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМЫ НЕЛИНЕЙНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Международная конференция

5–8 сентября 2022 г.

Томск, Россия

Тезисы докладов

Новосибирск
2022

УДК 539(063)+620.18(063)
ББК В251я431+Ж37я431
Ф503

Ф503 Физическая мезомеханика материалов. Физические принципы формирования многоуровневой структуры и механизмы нелинейного поведения : Тез. докл. Междунар. конф., 5-8 сентября 2022 г., Томск, Россия / Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2022. – 556 с.

ISBN 978-5-4437-1353-3

Издание содержит тезисы международной конференции «Физическая мезомеханика материалов. Физические принципы формирования многоуровневой структуры и механизмы нелинейного поведения». Физическая мезомеханика является научным направлением, в рамках которого материал представляется как иерархическая система взаимосвязанных структурных (масштабных) уровней. В сборнике 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.

Предназначено 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.

УДК 539(063)+620.18(063)
ББК В251я431+Ж37я431

ISBN 978-5-4437-1353-3

© Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, 2022

АНАЛИЗ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ Cr-Ni-Ti ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ

¹Пашкова Д.Д., ^{1,2}Васильева А.А., ^{1,2}Коновалов С.В., ³Иванов Ю.Ф.,
²Осинцев К.А., ¹Панченко И.А.

¹*Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк*

²*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара*

³*Институт сильноточной электроники Сибирского отделения РАН, Томск*

В работе проведено электронно-микроскопическое исследование композиционного материала, состоящего из хромоникелевого и титанового сплавов, полученного одним из методов аддитивного производства – селективным лазерным сплавлением (СЛС). Традиционные методы модификации поверхности имеют ограниченное улучшение свойств и ограничение по геометрии заготовок. Они требуют больших затрат времени и ресурсов. Особенностью СЛС является возможность создавать объемные изделия сложной формы послойным расплавлением металлического порошка с помощью мощного лазера по заданной модели. В связи с этим актуальность работы заключается в преимуществе применения селективного лазерного плавления над традиционными принятыми методами – эта технология позволяет за счет сильного проплавления слоя порошка и поверхности подложки сформировать устойчивое к отслоению покрытие, обладает высокой энерго- и ресурсоэффективностью, а также точностью.

Целью работы является исследование микроструктуры слоя, расположенного в подложке из титанового сплава BT20 и переходного слоя, сформированного селективным лазерным плавлением порошкового хромоникелевого сплава BV751П.

Исследования проводились методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии на приборе JEM 2100F (JEOL, Япония). Фольги для исследований готовили методом ионного утонения пластинок толщиной 0,2-0,3 мм, вырезанных электроискровым методом из массивного образца перпендикулярно поверхности.

Нанесение покрытий с помощью селективного лазерного плавления порошка сплава BV751П на подложку из сплава BT20 сопровождается формированием в прилегающем слое подложки структуры, характеризующейся закономерным изменением параметров дефектной субструктуры материала: формированием слоя титанового сплава с ультратонкой пластинчатой (игольчатой) структурой твердого раствора на основе α -титана с поперечными размерами пластин 12-17 нм на расстоянии 150 мкм от поверхности плавления; увеличением поперечных размеров пластинчатой структуры до 110-170 нм по мере удаления от переходного слоя на расстояние 250 мкм; формированием на глубине 300 мкм слоя с размером зерен 1,0-1,5 мкм. Сравнивая дислокационные субструктуры исходного титанового сплава и композиционного материала, полученного селективным лазерным плавлением, можно сделать вывод, что нанесение покрытия увеличивает скалярную плотность дислокаций в объеме зерен с $2,8 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$ до $3 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$. Формирование пластинчатой структуры является следствием высокоскоростного полиморфного $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$ превращения; формирование подслоя с мелкозернистой структурой является следствием скоростного термического преобразования структуры титана исходного состояния.

Работа выполнена в рамках государственного задания: 0809-2021-0013.

1. Konovalov S., Osintsev K., Golubeva A., Smelov V., Ivanov Y., Chen X., Komissarova I. Surface modification of Ti-based alloy by selective laser melting of Ni-based superalloy powder // Journal of Materials Research and Technology. 2020. Vol. 9, № 4. P. 8796–8807.
2. Chen D., Konovalov S., Golubeva A., Smelov V., Osintsev K., Ivanov Y., Komissarova I. Microstructural characterization of coatings produced by selective laser melting of Ni-powder on titanium alloy substrate // International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research. 2020. Vol. 9, №7. P. 954–959.