

ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МЕХАНИЗМЫ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИМПУЛЬСНЫМИ ПУЧКАМИ

Колобов Ю.Р.¹, Иногамов Н.А.^{2,3,4}, Жаховский В.В.³, Манохин С.С.¹, Ашитков С.И.², Неласов И.В.¹, Хохлов В.А.⁴, Фортова С.В.⁶, Лигачев А.Е.⁷, Петров Ю.В.^{4,5}, Токмачева-Колобова А.Ю.¹, Соболев С.Л.¹

¹ *Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Россия*

² *Объединенный Институт Высоких температур РАН, Москва, Россия*

³ *Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, Москва, Россия*

⁴ *Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, Черноголовка, Россия*

⁵ *Московский физико-технический институт, Москва, Россия*

⁶ *Институт автоматизации проектирования РАН, Москва, Россия*

⁷ *Институт общей физики имени А. М. Прохорова РАН, Москва, Россия*

kolobov@icp.ac.ru

На основе результатов экспериментальных и теоретических исследований авторов проводится обзор и сравнительный анализ возможностей модификации структуры, фазового состава и связанных с ними структурно-чувствительных физико-химических, механических и других свойств приповерхностных слоев металлов, сплавов и композитов на их основе с использованием современных методов поверхностной обработки импульсными ионными, электронными, плазменными и лазерными пучками с различными длительностью импульсов, частотой их следования, энергией в импульсе, плотностью мощности и другими контролируемыми параметрами. Отмечается, что в условиях, отвечающих реализации нагрева и эффектов ударно-волнового воздействия в приповерхностных слоях рассматриваемых материалов, как закономерность наблюдается формирование субмикро-, нано- или аморфных структур. Специальное внимание отводится рассмотрению влияния модификации указанными выше методами тонких приповерхностных слоев на сопротивление развитию пластической деформации и разрушения образцов исследованных материалов в условиях квазистатического и циклического нагружения. Обсуждаются особенности выделения вторичных, в том числе наноразмерных, фаз с анализом типов кристаллографических соотношений решеток выделяющихся фаз и матрицы [1].

Разработанные авторами теоретические и численные модели успешно описывают широкий диапазон длительностей лазерного воздействия: от фемто- (фс) до пико- и наносекунд (нс) в области интенсивностей лазерного излучения, используемых в промышленности. Лазерное воздействие создает нагрузки в единицы - десятки ГПа в случае нс-импульса и до десятков-сотен Мбар при фс облучении. При этом часть вещества мишени уносится абляцией, часть плавится за счет теплопроводности, часть - в ударной волне [2]. Благодаря пониманию роли трехмерных эффектов найдено, как размер пятна облучения связан с глубиной модификации [3].

1. Колобов Ю.Р., и др. Исследование влияния обработки лазерными импульсами наносекундной длительности на микроструктуру и сопротивление усталости технически чистого титана // Письма ЖТФ – 2021 - Т.48- № 2.– С. 15-19
2. Khokhlov V. A. et al. Melting of Titanium by a Shock Wave Generated by an Intense Femtosecond Laser Pulse //JETP Letters. – 2022. – Т. 115. – №. 9. – С. 523-530.
3. Shepelev V. V. et al. Attenuation and inflection of initially planar shock wave generated by femtosecond laser pulse //Optics & Laser Technology. – 2022. – Т. 152. – С. 108100.