

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

## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ МУЛЬТИОКСИДОВ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ

<sup>1,2</sup>Гриняев К.В., <sup>1,2</sup>Дитенберг И.А., <sup>1,2</sup>Смирнов И.В., <sup>1,2</sup>Пинжин Ю.П., <sup>2</sup>Светличный В.А.

<sup>1</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

Оксиды тугоплавких металлов характеризуются высокими температурами плавления и высокой термической стабильностью, в связи с чем они часто используются при создании материалов для эксплуатации в экстремальных условиях. В настоящее время наиболее широко применяются относительно простые системы бинарного или тройного типа, а также их комбинации. При этом существенный интерес представляет получение мультиоксидных соединений, возможность реализации которого обеспечивается интенсивным развитием направления по разработке многокомпонентных систем на основе тугоплавких металлов.

В настоящей работе проведено исследование морфологии и элементного состава мультиоксидов тугоплавких металлов, полученных путем лазерной абляции эквиатомного многокомпонентного сплава.

Использована эквиатомная смесь порошков тугоплавких металлов (W-Ta-Mo-Nb-V-Zr-Cr-Ti) после механической активации в энергонапряженных планетарных шаровых мельницах АГО-2 с водяным охлаждением в атмосфере аргона. Смесь порошков подвергалась искровому плазменному спеканию на установке SPS Labox-1575. Из спеченных образцов указанного сплава методом импульсной лазерной абляции (LOTIS ТП, модель LS2131M-20) были получены дисперсии мультиоксидов в воде.

Установлено, что в образцах полученных мультиоксидов суммарная доля тугоплавких элементов в атомных процентах составляет 23,28 %, а кислорода – 76,72 %. Таким образом, при формировании частиц оксидов соотношение атомов металлов к атомам кислорода (Me:O) почти соответствует 1:3. Формирование именно оксидных соединений объясняется высоким уровнем сродства тугоплавких металлов к кислороду. Следует заметить, что это усредненное соотношение концентраций атомов металлов и кислорода, при этом для определения каких-либо конкретных стехиометрических соотношений требуется детальное выявление и изучение структуры формирующихся соединений.

Как известно наиболее распространенные оксиды тугоплавких металлов характеризуются, как правило, существенно более низкими энтальпиями образования, что и предопределяет их преимущественный характер зарождения и роста по сравнению с соединениями на основе других примесных атомов, в частности, углерода и азота. Так как полученные мультиоксиды характеризуются аморфным состоянием, следует говорить о структуре кластеров типа полиэдров Бернала. Ключевым вопросом при этом является выявление сложноорганизованных кластерных конфигураций, включающих помимо атомов кислорода одновременно несколько сортов атомов металлов.

*Изучаемые в работе мультиоксиды получены с использованием оборудования НИ ТГУ. Структурные исследования проведены с использованием оборудования Томского материаловедческого центра коллективного пользования Национального исследовательского Томского государственного университета и центра коллективного пользования Института физики прочности и материаловедения СО РАН «НАНОТЕХ».*

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0008.*