

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Саввотина Ивана Михайловича «Высокоэнтропийные сплавы в системе Ti-Zr-V-Nb-Ta-Hf: особенности взаимодействия с водородом», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.14.15 -

Химия твердого тела.

В мире давно известно, что металлы и сплавы со структурой типа ОЦК обладают большой сорбционной емкостью. В отличие от гидридообразующих интерметаллических соединений, исследование которых активно ведётся много десятилетий, систематическое изучение взаимодействия с водородом высокоэнтропийных сплавов с ОЦК структурой началось относительно недавно. В связи с этим информация о структурных превращениях при гидридообразовании, влиянии способа синтеза на фазовый состав, морфологию и водородсорбционные свойства актуальна.

В диссертационной работе Саввотина И.М. «Высокоэнтропийные сплавы в системе Ti-Zr-V-Nb-Ta-Hf: особенности взаимодействия с водородом» поставлены задачи установления взаимосвязи между составом, способом получения и поверхностной модификацией высокоэнтропийных сплавов в системе Ti-Zr-V-Nb-Ta-Hf и их водородсорбционными свойствами. Результаты диссертационной работы обладают научной новизной: впервые для системы Ti-Zr-V-Nb-Ta на основе модели Миедымы рассчитаны парные энтальпии смешения и оценена энтальпия образования 4-6 компонентных сплавов; установлено, что метод ЭЛП-КЭР позволяет получать ОЦК твердые растворы, способные поглощать водород до 2 Н/М без образования побочных кристаллических или аморфных фаз в процессе гидрирования-дегидрирования.

В практическом аспекте: результаты работы вносят значительный вклад в понимание влияния химического состава, способа получения, поверхностной модификации на фазовый состав, микроструктуру и физико-химические свойства высокоэнтропийных сплавов.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов диссертации не вызывает сомнений. В работе использовались современные методы исследования такие как рентгенофазовый анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия (EDX-картирование), а также использовался метод ионного травления с последующим масс-спектрометрическим анализом (TOF-SIMS).

Саввотиным Иваном Михайловичем по теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе 5 научных статей в международных высокорейтинговых (Q1 и Q2) журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Полученные результаты представлены на 8 международных и всероссийских конференциях.

Саввотин Иван Михайлович принимал участие в работах по программам Государственного задания "Материалы для водородной энергетики" № 122012400186-9. Часть исследований проводилась при поддержке Российского Научного Фонда (проекты № 19-13-00207 и 24-23-00193).

Однако к работе имеются следующие замечания:

1. Структуры сплавов, получены методом дуговой плавки, характеризуются выраженной дендритной ликвацией, при уменьшении которой могут измениться свойства конечного изделия. В рамках данной работы не рассматриваются способы её снижения.
2. При плавке, для получения заданного состава, необходимо учитывать испарение металлов (угар). В работе не приведены эти данные.
3. Текст содержит значительное количество опечаток и повторов.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки работы.

Диссертационная работа Саввотина И.М. является качественной научно-квалифицированной работой, отвечающей требованиям Положения о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова, предъявляемым к работам на соискание степени кандидата химических наук. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.14.15 - Химия твердого тела, а автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Кольчугина Наталья Борисовна  
доктор технических наук (специальность 05.16.01)  
Заведующий лабораторией (№12)  
Физикохимии тугоплавких и редких металлов и сплавов ИМЕТ РАН  
119334, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49  
Тел.: +7-499-135-96-15  
e-mail: natalik014@yandex.ru

Горбунов Семен Викторович  
научный сотрудник лаборатории (№12)  
Физикохимии тугоплавких и редких металлов и сплавов ИМЕТ РАН  
119334, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49  
Тел.: +7-499-135-94-86  
e-mail: merciles@mail.ru

«21» февраля 2025 г.