

УДК 538.911; 548.4; 669-17; 620.186.8

DOI: 10.17223/00213411/62/12/102

*И.В. СМИРНОВ<sup>1,2,3</sup>, К.В. ГРИНЯЕВ<sup>1,2,3</sup>, И.А. ДИТЕНБЕРГ<sup>1,2</sup>, А.Н. ТЮМЕНЦЕВ<sup>1,2</sup>, В.М. ЧЕРНОВ<sup>4</sup>***ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ НА СКОРОСТЬ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВА V–Cr–W–Zr ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ НА ВОЗДУХЕ \***

Представлены результаты исследования влияния микроструктуры на скорость окисления сплава системы V–Cr–W–Zr в условиях термической обработки на воздухе. Показано, что формирование в сплаве дефектного состояния способствует увеличению константы и скорости окисления. Максимальные эффекты влияния микроструктуры на процессы окисления наблюдаются при малой продолжительности обработки.

**Ключевые слова:** сплавы ванадия, термомеханическая и химико-термическая обработка, зеренная и дефектная структура, скорость окисления.

**Введение**

Малоактивируемые ванадиевые сплавы, разрабатываемые в качестве перспективных конструкционных материалов для новых поколений ядерных энергетических установок, должны обладать высоким уровнем термической стабильности и жаропрочности [1–4]. В работах [5–7] авторами продемонстрирована возможность эффективного применения термомеханической (ТМО) и химико-термической (ХТО) обработок для модификации структурно-фазового состояния сплавов системы V–Cr–W–Zr–(C, N, O).

Как известно [8–10], применение ХТО позволяет достигать высокой плотности мелкодисперсных высокостабильных частиц вторых фаз, что обеспечивает повышение термической стабильности микроструктуры и механических свойств сплавов. Используемые при этом методы являются двустадийными: сначала происходит формирование поверхностной окалины на воздухе или в кислородосодержащей среде, затем диффузионное распространение кислорода в глубь металла в процессе высокотемпературных вакуумных отжигов. В соответствии с существующими представлениями [11], механизмы абсорбции (хемосорбции) и десорбции кислорода в металлах протекают преимущественно на так называемых активных центрах, в качестве которых рассматривают ступеньки на поверхности, границы зерен, дислокации и т.д. Кроме того, формирование высокодефектных структурных состояний приводит к увеличению диффузионных потоков элементов в материале [12], что также оказывает влияние на процессы окисления. Таким образом, изучение особенностей процессов окисления в зависимости от дефектной структуры материалов является актуальной задачей при разработке методов ХТО.

В настоящей работе проведено исследование влияния микроструктуры сплава системы V–Cr–W–Zr на скорость окисления в условиях термообработки на воздухе.

**Материалы и методика исследования**

Использован ванадиевый сплав V–Cr–W–Zr производства ВНИИНМ, химический состав которого приведен в табл. 1.

Таблица 1

**Химический состав сплава V–Cr–W–Zr**

Элемент	V	Cr	W	Zr	O	C	N
Вес. %	Основа	4.23	7.56	1.69	0.02	0.02	0.01
Ат. %	Основа	4.41	2.23	1.00	0.07	0.09	0.04

Образцы указанного сплава подвергли ТМО по режиму II (ТМО II) [5], при этом было реализовано три варианта:

\* Исследование проведено в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг., направление III.23.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>