



12. Gridnev S.A. The investigation of low-frequency acoustic properties of ferroelectrics and ferroelastics by torsion pendulum technique // *Ferroelectrics*. – 1990. – 112. – P.107-127.

POLARIZATION $1/f$ NOISE IN THE PARTICULATE MAGNETOELECTRIC COMPOSITE $(x)\text{PZT}-(1-x)\text{MZF}$

S.A. Gridnev, A.V. Kalgin

Voronezh State Technical University,
Moskovskii av., 14, Voronezh, 394026, Russia, e-mail: s_gridnev@mail.ru

Voronezh State Technical University,
Moskovskii av., 14, Voronezh, 394026, Russia, e-mail: kalgin_alexandr@mail.ru

Abstract. Using the dielectric spectroscopy method, the polarization $1/f$ noise in the particulate magnetoelectric composite $(x)\text{PbZr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47}\text{O}_3-(1-x)\text{Mn}_{0,4}\text{Zn}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ [$(x)\text{PZT}-(1-x)\text{MZF}$] with $x = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 0,9$ and $1,0$ at frequencies of $200 \text{ Hz} - 50 \text{ kHz}$ over a temperature range from room temperature to 770 K has been studied. It is established that the $1/f$ noise in the composite $(x)\text{PZT}-(1-x)\text{MZF}$ is caused by polarization fluctuations and its spectral density depends on the composite composition and temperature.

Keywords: magnetoelectric composite, dielectric permittivity, noise spectral density, polarization fluctuations, phase transition, boundaries of polar regions, domains.

УДК: 548.4; 538.951-405

ОСОБЕННОСТИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВНУТРЕННЕГО ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВА V-4Ti-4Cr

И.А. Дитенберг, А.Н. Тюменцев, С.В. Овчинников, К.В. Гриняев

Томский государственный университет,
пр. Ленина 36, Томск, Россия, 634050, e-mail: ditenberg_i@mail.ru

Аннотация. Исследованы особенности метода низкотемпературного внутреннего окисления, как способа повышения высокотемпературной прочности сплава V-4Ti-4Cr.

Ключевые слова: сплавы ванадия, прочность, термическая стабильность.

1. Введение. В работах [1, 2] на примере сплавов V-Zr, V-Cr-Zr, V-Mo-Zr была показана высокая эффективность метода внутреннего окисления (ВО) при формировании структурных состояний, обеспечивающих значительное повышение температуры рекристаллизации этих сплавов. В настоящей работе проведено исследование возможности применения низкотемпературного ВО в качестве метода повышения высокотемпературной прочности сплава системы V-4Ti-4Cr путём совмещенного дисперсного и субструктурного упрочнения.

2. Материалы и методика проведения эксперимента. Использовался сплав V-4,36Cr-4,21Ti-0,013C-0,011N-0,02O (вес. %). Низкотемпературное диффузионное легирование проведено по схеме, аналогичной [1], с той разницей, что кратковременные отжиги образцов на

воздухе выполнены при $T = (580-620) \text{ }^\circ\text{C}$, а последующая термообработка в вакууме при температурах 620 и 800 $^\circ\text{C}$. При этом конкретные режимы отжига определяются концентрацией вводимого кислорода и толщиной образцов. Этапы термомеханической обработки проведены аналогично режиму II [3].

3. Результаты исследования. Проведенное исследование показало, что обработка методом ВО значительно повышает термическую стабильность микроструктуры сплава. После отжига при $T = 900 \text{ }^\circ\text{C}$ по всему сечению образцов обнаруживается полное подавление рекристаллизации (рис. 1 а). По данным просвечивающей электронной микроскопии, последнее обусловлено эффективным закреплением элементов дефектной субструктуры высокодисперсными частицами второй фазы с размерами от нескольких до нескольких десятков нанометров. При более высоких температурах отжига эффективность обработки зависит от расстояния от поверхности образцов.

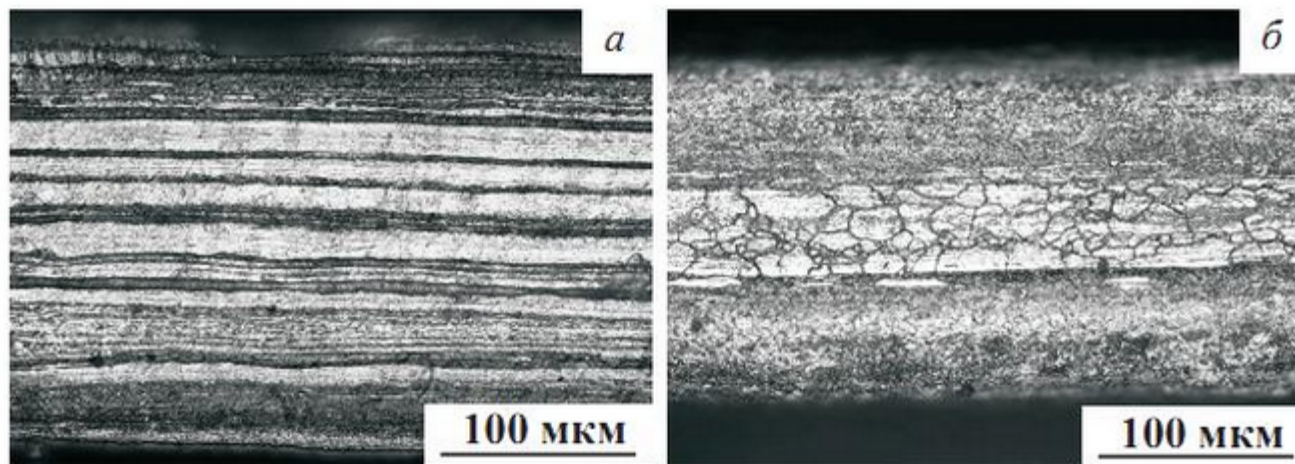


Рис. 1. Микроструктура сплава V-4Ti-4Cr после ВО и ТМО по режиму II: а - отжиг 900 $^\circ\text{C}$ 1 час; б - отжиг 1000 $^\circ\text{C}$ 1 час. Металлография.

После отжига при $T = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$ рекристаллизация полностью подавлена в поверхностном слое толщиной (100-120) мкм (рис. 1 б), в то время как во внутреннем слое толщиной около 50 мкм обнаруживаются зёрна неправильной формы, свидетельствующие о развитии в этом слое первичной рекристаллизации. Повышение температуры отжига до (1200-1300) $^\circ\text{C}$ приводит к постепенному увеличению размеров этого слоя и сфероидизации зёрен, свидетельствующей о протекании в нём собирательной рекристаллизации. Однако размер формирующихся при этом зёрен, даже после отжига при $T = 1300 \text{ }^\circ\text{C}$, оказывается в несколько раз меньше, чем после отжига при 1000 $^\circ\text{C}$ образцов, обработанных по традиционному режиму ТМО [3]. Следовательно, в этом слое формирующиеся в процессе химико-термической обработки частицы второй фазы существенно ограничивают миграцию границ и рост зёрен.

Увеличение температуры приводит к коагуляции высокодисперсных фаз. При этом после отжига при $T = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$ обнаружена высокая плотность тонких пластинчатых выделений второй фазы с характерными размерами от 50 до 300 нм и толщиной до (10-20) нм (рис. 2 а). Отжики при температурах 1200-1300 $^\circ\text{C}$ приводят к увеличению размеров частиц, которые достигают субмикронных и микронных размеров. Эти частицы тормозят миграцию границ зёрен и обеспечивают образование в поверхностных слоях мелкокристаллической структуры с размерами кристаллитов (зёрен и субзёрен) от 1 до 3 мкм (рис. 2 б).

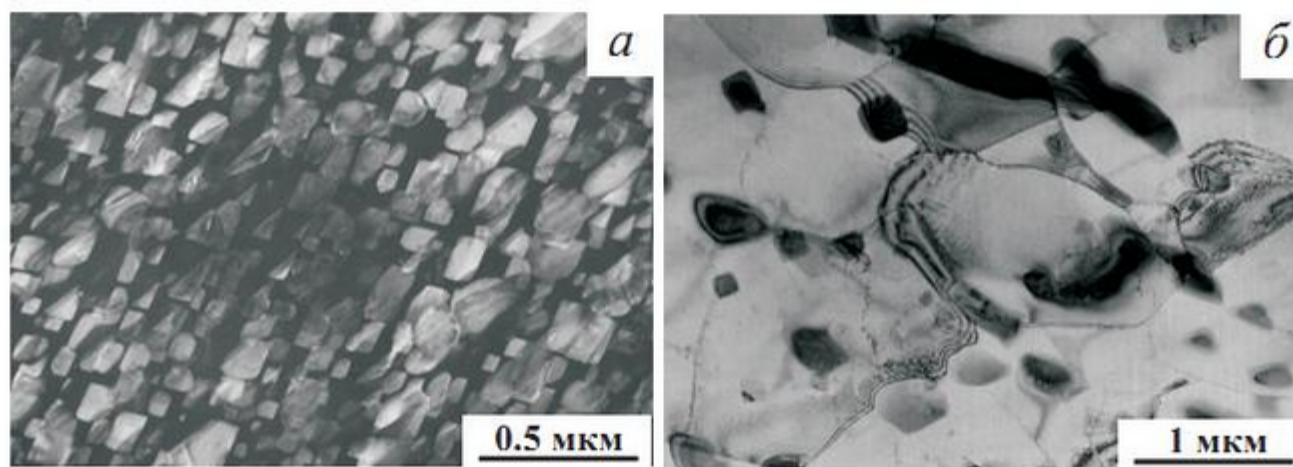


Рис. 2. Микроструктура сплава после ВО, ТМО по режиму II и последующих одночасовых отжигов при 1000 °С (а) и 1200 °С (б). Просвечивающая электронная микроскопия.

Электроннографический анализ кристаллической структуры представленных на рис. 2 пластинчатых выделений показал, что они представляют собой ГЦК фазу с параметром решётки $a = 0,424 \pm 0,002$ нм. Широкая концентрационная область существования ГЦК оксидов TiO приводит к тому, что параметры решётки этой фазы могут значительно изменяться в зависимости от её стехиометрического состава. В сравнении со справочными данными [4], полученное в работе значение параметра решётки выделяющихся в процессе химико-термической обработки частиц идентично оксиду TiO. В таблице 1 приведены данные механических испытаний.

Таблица 1

Механические свойства сплавов V-4Ti-4Cr

Способы обработки	$\sigma_{0.1}$, МПа		δ , %	
	T = 20 °C	T = 800 °C	T = 20 °C	T = 800 °C
ТМО по режиму [3]	360	180-220	22	12
Использование ХТО	500-560	380-420	1	3

Как видно, в структурном состоянии с ультрадисперсными частицами второй фазы и полным подавлением рекристаллизации, предел текучести при T = 800 °C увеличивается, по сравнению с ТМО по традиционному режиму почти в два раза. При комнатной температуре значение $\sigma_{0.1}$ увеличивается примерно в 1.5 раза, но повышение прочности сопровождается значительным снижением пластичности.

4. Заключение. На основе анализа влияния ВО на микроструктуру и механические свойства сплавов V-4Ti-4Cr сделано заключение, что данный метод является одним из перспективных направлений повышения термической стабильности микроструктуры и эффективности их дисперсного и субструктурного упрочнения. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Федерального агентства по образованию ГК № 14.740.11.0986.

Литература

1. Тюменцев А.Н., Пинжип Ю.П., Овчинников С.В. и др. // Перспективные материалы. – 2005. – 5. – С.5-18.



2. Тюменцев А.Н., Пишжин Ю.П., Овчинников С.В. и др. // Перспективные материалы. – 2005. – 5. – С.19-30.
3. Пишжин Ю.П., Тюменцев А.Н., Литовченко И.Ю. и др. // Физическая мезомеханика. – 2004. – 7(Спец. выпуск); Ч. 2. – С.223-226.
4. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С.С. Горелик. – М.: МИСИС, 2002. – 360 с.

FEATURES OF THE V-4Ti-4Cr ALLOY AFTER LOW-TEMPERATURE INTERNAL OXIDATION

I.A. Ditenberg, A.N. Tyumentsev, S.V. Ovchinnikov, K.V. Grinyaev

Tomsk State University,
Lenina av., 36, Tomsk, 634050, Russia, e-mail: ditenberg_i@mail.ru

Abstract. Features of the low-temperature internal oxidation method are investigated from the viewpoint of the increasing of V-4Ti-4Cr alloy high-temperature strength.

Key words: vanadium alloys, strength, thermal stability.

УДК 620.197:669:621.794

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МДО-ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ В95, СФОРМИРОВАННЫХ В СИЛИКАТНО-ЩЕЛОЧНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ С ПРИСАДКОЙ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

А.В. Желтухин²⁾, Р.В. Желтухин¹⁾, А.В. Виноградов²⁾, А.В. Эпельфельд¹⁾

¹⁾ Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского,
ул. Оршанская 3, Москва, 121552, Россия, e-mail: tompve_mati@mail.ru

²⁾ ОАО "Корпорация "МИТ"
Березовая аллея 10/1, Москва, 127276, Россия.

Аннотация. Описано исследование зависимости характеристик МДО-покрытий на алюминевом сплаве В95 от концентрации в силикатно-щелочном электролите нанопорошков диоксида циркония, полученных различными способами: химосаждением и в плазме СВЧ-разряда. Выявлено, что метод получения диоксида циркония и его концентрация в электролите оказывают существенное влияние на характеристики сформированных покрытий.

Ключевые слова: сплав В95, микродуговое оксидирование, характеристики покрытий, состав электролита, наночастицы диоксида циркония, плазмохимический метод, метод СВЧ-разряда.

1. Введение. Развитие авиационной промышленности связано с применением конструкционных материалов на основе таких металлов, как алюминий, магний и титан. Однако их применение ограничивается, например, низкой коррозионной стойкостью магния, недостаточной