

*Российская академия наук*

# ФИЗИКА МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Том 125 № 9 2024 Сентябрь

Журнал основан в августе 1955 г.  
ISSN: 0015-3230

Выходит 12 раз в год

*Журнал издается под руководством  
Отделения физических наук РАН*

*Главный редактор*  
Н.В. Мушников

*Редакционная коллегия:*  
Н.Г. Бебенин, В.Д. Бучельников,  
Е.Г. Герасимов (*ответственный секретарь*),  
Ю.Н. Горностырев, М.В. Дегтярев, А.Е. Ермаков, М.А. Коротин,  
Н.Н. Куранова, В.В. Марченков, А.П. Носов, В.В. Попов,  
С.Д. Прокошкин, В.Г. Пушкин (*зам. главного редактора*),  
А.Б. Ринкевич, В.В. Сагарадзе, А.С. Самардак,  
А.В. Столбовский, В.В. Устинов (*зам. главного редактора*),  
A.V. Andreev, I. Belova, D.I. Gorbunov, S.O. Demokritov, A.V. Pan,  
M. Pardavi-Horvath, A. Postnikov, G. Wilde, C.P. Yang

*Редакционный совет:*  
В.В. Устинов (*председатель*), Р.З. Валиев, А.В. Королев,  
Н.В. Мушников, С.Г. Овчинников, В.В. Рыбин, В.М. Счастливцев,  
В.Г. Шавров, Ю.И. Чумляков

Адрес редакции:  
620108, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18  
Телефоны: (343) 374-05-54, (343) 378-36-02

Москва  
ФГБУ «Издательство «Наука»

---

© Российская академия наук, 2024  
© Уральское отделение РАН, 2024  
© Институт физики металлов, 2024  
© Редакция журнала  
«Физика металлов и металловедение»  
(составитель), 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

Том 125, номер 9, 2024

## Структура, фазовые превращения и диффузия

Анализ фазового состава системы Al–Cu–Mn–Ca  
как основы жаропрочных алюминиевых сплавов

*Н. А. Белов, А. И. Ковалев, Д. А. Винник, К. А. Цыденов, С. О. Черкасов* 1061

Подходы к определению предельной скорости послойного  
лазерного сплавления металлов и сплавов

*В. Н. Чувильдеев, А. В. Семенычева, С. В. Шотин, М. Ю. Грязнов* 1070

Влияние содержания хрома на термическую стабильность  
субмикроструктурных однофазных сплавов системы Ni–Cr

*К. Ю. Карамышев, Л. М. Воронова, Т. И. Чашухина, М. В. Дегтярев* 1083

Влияние горячей прокатки на фазовый состав, структуру  
и механические свойства метастабильного ( $\alpha+\beta$ )-сплава  
на основе Cu–41 мас. % Zn с эффектом памяти формы

*А. Э. Свирид, В. Г. Пушин, Н. Н. Куранова,  
С. В. Афанасьев, Д. И. Давыдов, Л. А. Сташкова* 1093

Расчет пороговых энергий смещения в коррозионностойких аустенитных сталях

*Р. Е. Воскобойников* 1100

Модели и структуры в электрофизике высокоэнтропийных сплавов  
с лазерно-индуцированными фрактальными поверхностными объектами

*М. П. Алёшин, Д. Д. Тумаркина, Е. С. Опарин,  
Д. Н. Бухаров, О. Я. Бутковский, С. М. Аракелян* 1108

Об аномалиях теплового расширения/сжатия кристаллических  
решеток мартенсита в сплавах Ti–Ni и Ti–Nb–Zr

*С. М. Дубинский, А. П. Баранова, О. В. Страхов, И. В. Щетинин,  
А. И. Базлов, А. В. Коротницкий, С. Д. Прокошкин* 1126

Структурно-фазовые превращения в  $\alpha$ -Ti в ходе различных  
типов деформации при комнатной температуре

*Н. А. Шурыгина, Р. В. Сундеев, А. В. Шалимова, А. А. Велигжанин,  
Е. Н. Блинова, А. М. Глезер, О. П. Черногорова* 1142

Анализ структуры и распределения температуры в сварном шве  
дюралюминиевого сплава при сварке трением с перемешиванием

*Н. В. Казанцева, Г. В. Шапов, А. В. Царьков, И. В. Ежов* 1150

Высокотемпературное *in situ* синхротронное исследование структурно-фазовых  
превращений в 3d-напечатанных титановых сплавах Ti–6Al–4V и Ti–5Al–3Mo–V

*Т. А. Лобова, А. В. Панин, О. Б. Первалова, М. С. Сыртанов* 1163

Распределение состава по глубине межфазной границы двойных сплавов

*В. Л. Гапонцев, А. В. Гапонцев, В. В. Гапонцев* 1171

Влияние отрицательных температур на кристаллическую структуру,  
свойства и разрушение Cr–Mn–C–N-стали

*Н. А. Наркевич, Ю. П. Миронов, Н. В. Бадулин* 1180

## Прочность и пластичность

Изменение структуры композита Fe–Ni–Ti–C–B при горячей пластической деформации

*Н. Б. Пугачева, Т. М. Быкова, Д. И. Крючков* 1189

# Contents

Vol. 125, No. 9, 2024

## Structure, Phase Transformations, and Diffusion

Analysis of phase composition of the Al–Cu–Mn–Ca system  
as a base for heat-resistant aluminum alloys

*N. A. Belov, A. I. Kovalev, D. A. Vinnik, K. A. Tsydenov, and S. O. Cherkasov* 1061

Approaches to determining the limiting rate  
of selective laser melting of metals and alloys

*V. N. Chuvildeev, A. V. Semenycheva, S. V. Shotin, and M. Yu. Gryaznov* 1070

Effect of Chromium content on the thermal stability  
of single-phase submicrocrystalline Ni–Cr alloys

*K. Yu. Karamyshev, L. M. Voronova, T. I. Chashchukhina, and M. V. Degtyarev* 1083

Influence of hot rolling on the phase composition, structure, and mechanical properties  
of metastable ( $\alpha+\beta$ )-alloy based on Cu–41 wt % Zn with shape memory effect

*A. E. Svirid, V. G. Pushin, N. N. Kuranova, S. V. Afanasiev, D. I. Davydov, and L. A. Stashkova* 1093

Calculation of Threshold Displacement Energies in Austenitic Stainless Steels

*R. E. Voskoboinikov* 1100

Models and structures in the electrophysics of high-entropy alloys  
with laser-induced fractal surface objects

*M. P. Aleshin, D. D. Tumarkina, E. S. Oparin,  
D. N. Bukharov, O. Y. Butkovsky, and S. M. Arakelyan* 1108

Anomalies of thermal expansion/contraction of martensite crystal  
lattices in Ti–Ni and Ti–Nb–Zr alloys

*S. M. Dubinskiy, A. P. Baranova, O. V. Strachov, I. V. Shchetinin,  
A. I. Bazlov, A. V. Korotitskiy, and S. D. Prokoshkin* 1126

Structural-phase transformations in  $\alpha$ -Ti under different  
types of deformation at room temperature

*N. A. Shurygina, R. V. Sundeev, A. V. Shalimova, A. A. Veligzhanin,  
E. N. Blinova, [A. M. Glezer], and O. P. Chernogorova* 1142

Analysis of the structure and temperature distribution  
in a duraluminum alloy weld during friction stir welding

*N. V. Kazantseva, G. V. Shchapov, A. V. Tsarkov, and I. V. Ezhov* 1150

The high-temperature *in situ* synchrotron study of structural-phase  
transformations in 3d-printed Ti–6Al–4V and Ti–5Al–3Mo–V titanium alloys

*T. A. Lobova, A. V. Panin, O. B. Perevalova, and M. S. Syrtanov* 1163

Distribution of Composition Across the Interface in Binary Alloys

*V. L. Gapontsev, A. V. Gapontsev, and V. V. Gapontsev* 1171

Influence of negative temperatures on crystal structure,  
properties, and fracture of Cr–Mn–C–N steel

*N. A. Narkevich, Yu. P. Mironov, and N. V. Badulin* 1180

## Strength and Plasticity

Changes in the structure of the Fe–Ni–Ti–C–B composite during hot plastic deformation

*N. B. Pugacheva, T. M. Bykova, and D. I. Kryuchkov* 1189