

*Российская академия наук*

# ФИЗИКА МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Том 125 № 12 2024 Декабрь

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. Счастливец,  
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 12, 2024

## Электрические и магнитные свойства

- Коллапс обратного магнитокалорического эффекта  
в сплаве  $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{40}\text{Sn}_{13}$  в циклических магнитных полях  
*А. Г. Гамзатов, А. Б. Батдалов, А. М. Алиев* 1471
- Тепловые и спин-орбитальные эффекты при действии тока  
на спиновые клапаны, содержащие слои  $\beta$ -Ta и сплава NiFeCr  
*Л. И. Наумова, Р. С. Заборницын, М. А. Миляев, А. А. Гермизина,  
И. К. Максимова, Т. А. Чернышова, А. Ю. Павлова, В. В. Проглядо, В. В. Устинов* 1477
- Магнитные и магнитокалорические свойства высокоэнтропийного сплава  
GdTbDyHoEr в объемном и быстрозакаленном состояниях  
*А. В. Свалов, Д. С. Незнахин, А. В. Архипов, С. В. Андреев, А. С. Русалина,  
А. И. Медведев, И. В. Бекетов, А. А. Пасынкова, Г. В. Курляндская* 1487
- Оптические резонаторы на основе градиентных пленок диоксида ванадия  
*А. А. Сыров, С. Д. Ляшко, А. Л. Кудряшов,  
И. А. Наухацкий, В. Н. Бержанский, С. В. Томилин* 1494
- Влияние буферного слоя на структуру, морфологию и магнитные  
свойства пленок  $\text{Mn}_5\text{Ge}_3$ , синтезированных на подложках Si(111)  
*М. В. Рауцкий, А. В. Лукьяненко, С. В. Комогорцев, И. А. Соболев,  
Л. В. Шанидзе, И. А. Бондарев, М. А. Бондарев, Е. В. Еремин,  
И. А. Яковлев, А. Л. Сухачев, М. С. Молокеев, Л. А. Соловьев,  
С. Н. Варнаков, С. Г. Овчинников, Н. В. Волков, А. С. Тарасов* 1501
- Магнитные свойства бислойной пленки  
с решеткой антиоточек: Монте-Карло-моделирование  
*С. В. Белим, С. С. Симакова, И. В. Тихомиров* 1512
- Применение машинного обучения для прогноза  
функциональных свойств магнитных материалов  
*В. А. Милютин, Н. Н. Никульченков* 1522
- Оптические свойства сплавов Гейслера  $\text{Mn}_3\text{Z}$  ( $\text{Z}=\text{Al}, \text{Ga}, \text{Si}, \text{Sn}$ )  
*Е. И. Шредер, А. Д. Свяжсин, В. В. Марченков* 1542
- Двумерные магнитные вихри  
*А. Б. Борисов* 1548
- Распределение намагниченности в монокристаллах железокремнистых  
магнитомягких сплавов до и после термических обработок  
*Н. В. Ершов, Н. М. Клейнман, В. А. Лукишина, А. В. Тимофеева* 1577
- Закономерности и особенности поведения электрических и магнитных свойств  
полуметаллических ферромагнитных сплавов Гейслера  $\text{Co}_2\text{FeZ}$  ( $\text{Z}=\text{Al}, \text{Si}, \text{Ga}, \text{Ge}, \text{Sn}, \text{Sb}$ )  
*Ю. А. Перевозчикова, В. Ю. Ирхин, А. А. Семянникова, В. В. Марченков* 1589
- О влиянии локальных полей рассеяния зерен в отожженных  
малоуглеродистых сталях на процессы их перемангничивания  
*В. Г. Кулеев, Е. Ю. Сажина, Ю. Я. Реутов* 1599

Повышение коэрцитивной силы магнитов (Nd,Pr)–(Fe,Co,Cu,Al,Ga)–B  
без добавки тяжелых редкоземельных элементов

*Д. А. Колодкин, А. В. Протасов, О. А. Головня, Л. А. Сташкова, В. С. Гавико,  
Д. Ю. Василенко, Д. Ю. Братушев, А. В. Шитов, А. Г. Попов*

1607

## **Структура, фазовые превращения и диффузия**

Структура сверхпроводящих слоев в композитах  
с внутренними источниками олова в зависимости от диаметра провода

*Е. Н. Попова, И. Л. Дерягина, Е. И. Патраков, А. С. Цаплева,  
И. М. Абдюханов, Н. В. Коновалова, М. В. Алексеев*

1616

Численное моделирование формирования структуры и кристаллизации  
вспененного алюминия, модифицированного наноразмерными частицами

*В. Н. Попов, А. Н. Черепанов*

1627

Структура и механические свойства Al–1.8Mn–1.6Cu  
сплава после интенсивной пластической деформации

*А. Н. Петрова, В. В. Астафьев, А. О. Курышев*

1636

Процессы распада метастабильной  $\beta$ -фазы в титановых сплавах переходного класса

*А. А. Попов, А. О. Петрова, И. В. Нарыгина,  
Н. А. Попов, Р. И. Петров, К. И. Луговая*

1643

## **Прочность и пластичность**

Влияние равноканального углового прессования  
на структуру и механические свойства сплава Al–6Ca–3Ce

*В. А. Андреев, М. А. Барыкин, Р. Д. Карелин, В. С. Комаров,  
Е. А. Наумова, С. О. Рогачев, Н. Ю. Табачкова*

1652

Влияние режимов механического легирования на микроструктуру,  
фазовый состав и механические свойства порошковых  
высокоэнтропийных сплавов Co–Cr–Fe–Ni–Ti

*М. А. Березин, А. А. Зайцев, Б. Ю. Романенко, П. А. Логинов*

1659

Исследование остаточных напряжений в стальных пластинах  
после дробеударной обработки методом дифракции нейтронов  
высокого пространственного разрешения

*И. Д. Карпов, В. Т. Эм, Е. П. Николаева,  
И. В. Сергеевичев, Б. С. Волосков, П. Микула*

1675

# Contents

Vol. 125, No. 12, 2024

## Electrical and Magnetic Properties

|  |      |
|--|------|
| Collapse of the inverse magnetocaloric effect in the $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{40}\text{Sn}_{13}$ alloy in cyclic magnetic fields<br><i>A. G. Gamzatov, A. B. Batdalov, and A. M. Aliev</i>  | 1471 |
| Thermal and spin-orbital effects under the action of current on spin valves containing $\beta$ -Ta and NiFeCr alloy layers<br><i>L. I. Naumova, R. S. Zavornitsyn, M. A. Milyaev, A. A. Germizina, I. K. Maksimova, T. A. Chernyshova, A. Yu. Pavlova, V. V. Proglyado, and V. V. Ustinov</i>  | 1477 |
| Magnetic and magnetocaloric properties of bulk and rapidly quenched GdTbDyHoEr high-entropy alloys<br><i>A. V. Svalov, D. S. Neznakhin, A. V. Arkhipov, S. V. Andreev, A. S. Rusalina, A. I. Medvedev, I. V. Beketov, A. A. Pasynkova, and G. V. Kurlyandskaya</i>   | 1487 |
| Optical resonators based on vanadium dioxide gradient films<br><i>A. A. Syrov, S. D. Lyashko, A. L. Kudryashov, I. A. Nauhatsky, V. N. Berzhansky, and S. V. Tomilin</i>   | 1494 |
| Buffer layer effect on the structure, morphology, and magnetic properties of $\text{Mn}_3\text{Ge}_3$ films synthesized on Si(111) substrates<br><i>M. V. Rautskii, A. V. Lukyanenko, S. V. Komogortsev, I. A. Sobolev, L. V. Shanidze, I. A. Bondarev, M. A. Bondarev, E. V. Eremin, I. A. Yakovlev, A. L. Sukhachev, M. S. Molokeyev, L. A. Solovyov, S. N. Varnakov, S. G. Ovchinnikov, N. V. Volkov, and A. S. Tarasov</i> | 1501 |
| Magnetic properties of bilayer film with antidote lattice: Monte Carlo modeling<br><i>S. V. Belim, S. S. Simakova, and I. V. Tikhomirov</i>  | 1512 |
| Machine learning application for functional properties prediction in magnetic materials<br><i>V. A. Milyutin and N. N. Nikul'chenkov</i>   | 1522 |
| Optical properties of Heusler alloys $\text{Mn}_3\text{Z}$ ( $\text{Z}=\text{Al, Ga, Si, Sn}$ )<br><i>E. I. Shreder, A. D. Svyazhin, and V. V. Marchenkov</i>  | 1542 |
| Two-dimensional magnetic vortices<br><i>A. B. Borisov</i>  | 1548 |
| Distribution of magnetization in single-crystals of iron-silicon soft magnetic alloys before and after heat treatments<br><i>N. V. Ershov, N. M. Kleinerman, V. A. Lukshina, and A. V. Timofeeva</i>   | 1577 |
| Regularities and features in the behavior of electrical and magnetic properties of $\text{Co}_2\text{FeZ}$ ( $\text{Z}=\text{Al, Si, Ga, Ge, Sn, Sb}$ ) half-metallic ferromagnetic Heusler alloys<br><i>Yu. A. Perevozchikova, V. Yu. Irkhin, A. A. Semiannikova, and V. V. Marchenkov</i>  | 1589 |
| On the influence of local grain scattering fields in annealed low-carbon steels on their magnetization reversal processes<br><i>V. G. Kulejev, E. Yu. Sazhina, and Yu. Ya. Reutov</i>  | 1599 |
| Increasing the coercivity of (Nd, Pr)–(Fe, Co, Cu, Al, Ga)–B magnets without adding heavy rare earth elements<br><i>D. A. Kolodkin, A. V. Protasov, O. A. Golovnya, L. A. Stashkova, V. S. Gaviko, D. Y. Vasilenko, D. Y. Bratushev, A. V. Shitov, and A. G. Popov</i>   | 1607 |

## Structure, Phase Transformations, and Diffusion

The structure of superconducting layers in composites with internal tin sources depending on the wire diameter

*E. N. Popova, I. L. Deryagina, E. I. Patrakov, A. S. Tsapleva,  
I. M. Abdyukhanov, N. V. Konovalova, and M. V. Alekseev*

1616

Numerical simulation of the structure formation and crystallization of foamed aluminum modified by nanosized particles

*V. N. Popov and A. N. Cherepanov*

1627

Structure and mechanical properties of Al–1.8Mn–1.6Cu alloy subjected to severe plastic deformation

*A. N. Petrova, V. V. Astafiev, and A. O. Kuryshv*

1636

Decomposition processes of the metastable  $\beta$ -phase in titanium alloys of the transition class

*A. Popov, A. O. Petzova, I. V. Narigina, N. A. Popov, R. I. Petrov, and K. I. Lugovaya*

1643

## Strength and Plasticity

Effect of equal channel angular pressing on the structure and mechanical properties of Al–6Ca–3Ce alloy

*V. A. Andreev, M. A. Barykin, R. D. Karelin, V. S. Komarov,  
E. A. Naumova, S. O. Rogachev, and N. Yu. Tabachkova*

1652

Influence of mechanical alloying modes on the microstructure, phase composition and mechanical properties of powder high-entropy Co–Cr–Fe–Ni–Ti alloys

*M. A. Berezin, A. A. Zaitsev, B. Yu. Romanenko, and P. A. Loginov*

1659

Investigation of residual stresses in steel plates after shot-impact treatment by high spatial resolution neutron diffraction

*I. D. Karpov, V. T. Em, E. P. Nikolaeva, I. V. Sergeichev, B. S. Voloskov, and P. Mikula*

1675