

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

№2(824). ФЕВРАЛЬ. 2024

ОСНОВАН В ИЮЛЕ 1955 г.
ВЫХОДИТ 12 РАЗ В ГОД

Главный редактор: С. Ю. Кондратьев
Зав. редакцией: Н. В. Хабарова

Editor-in-Chief: S. Yu. Kondrat'ev
Staff Editor: N. V. Khabarova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

С. К. Гордеев, В. И. Горынин, В. В. Захаров,
В. Н. Зикеев, Yin Fuxing, L. Kaczmarek,
С. Ю. Кондратьев, В. С. Крапошин, Л. И. Куksenova,
М. Л. Лобанов, К. В. Макаренко, А. А. Попов,
Ю. Н. Симонов, Ю. А. Соколов,
A. S. Chaus

EDITORIAL BOARD

S. K. Gordeev, V. I. Gorynin, V. V. Zakharov,
V. N. Zikeev, Yin Fuxing, L. Kaczmarek,
S. Yu. Kondrat'ev, V. S. Kraposhin, L. I. Kuksenova,
M. L. Lobanov, K. V. Makarenko, A. A. Popov,
Yu. N. Simonov, Yu. A. Sokolov,
A. S. Chaus

УЧРЕДИТЕЛИ: Издательский дом «Фолиум», редакция

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-82955 от 14.03.2022 г.

Полная переводная версия журнала «Metal Science and Heat Treatment» (издательство Springer) включена в международные системы цитирования: Cambridge Scientific Abstracts, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Inspec, Mathematical Science Citation Index, Science Citation Index, Science Citation Index Expanded (Sci-Search), SCOPUS. Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.

FOUNDERS: Foliu Publishing Company, Editorial Office

SUBSCRIPTION INDEX
27847 («Pressa Rossii»)

ADDRESS

Bd. 6, 157, Dmitrovskoe sh., Moscow, 127411, Russia
Foliu Publishing Company, MiTOM
Tel./Fax: +7 499 258 08 28; 8 916 062 37 72
E-mail: mitom@folium.ru <http://www.mitom.folium.ru>

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

27847 («Пресса России»)

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Россия, 127411, Москва, Дмитровское ш., 157, стр. 6
Издательский дом «Фолиум», МиТОМ
Тел./Факс: +7 499 258 08 28; 8 916 062 37 72
E-mail: mitom@folium.ru <http://www.mitom.folium.ru>

PUBLISHER ADDRESS

Bd. 6, 157, Dmitrovskoe sh., Moscow, 127411, Russia
Foliu Publishing Company
Tel./Fax: (499) 258 08 28
E-mail: info@folium.ru
<http://www.folium.ru>

АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ

Россия, 127411, Москва, Дмитровское ш., 157, стр. 6
Издательский дом «Фолиум»
Тел./Факс: +7 499 258 08 28
E-mail: info@folium.ru
<http://www.folium.ru>



СОДЕРЖАНИЕ

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ РАСПЛАВОВ И СТРОЕНИЕ СЛИТКА

Макаренко К. В., Кузовов С. С. Влияние геометрии литых изделий на ориентацию роста дендритных кристаллов и образование горячих трещин 3

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И ПОКРЫТИЯ

Смирнов А. Е., Смирнова Н. А., Пересторонин А. В., Севальнев Г. С. Вакуумное азотирование теплостойкой стали после лазерной обработки 16

КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ

Чжан Юн-Цзюнь, Яо Дэ-Мин, Чэнь Ман-Ин, Чжао Ким-Кай, Хань Цзинь-Тао. Микроструктура и эксплуатационные свойства низколегированной низкоуглеродистой стали для строительных конструкций 23

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПОРОШКОВЫЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Суфьяров В. Ш., Разумов Н. Г., Мазеева А. К., Разумова Л. В., Попович А. А. Современные методы создания и применения порошковых ферритно-мартенситных ДУО сталей 28

Симонов М. Ю., Трушников Д. Н., Шицын Ю. Д., Кривоносова Е. А., Неулыбин С. Д., Шайманов Г. С., Артемов А. О., Карташев М. Ф. Структура, механические свойства и особенности микромеханизма роста трещин мартенситно-старенной стали, полученной гибридной аддитивной СМТ-наплавкой. 40

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Курынецов С. В., Евлампьев А. В. Влияние закалки и старения на микроструктуру и механические свойства сварного соединения, полученного лазерной сваркой сплавов титана и алюминия 49

МОДЕЛИРОВАНИЕ

Талис А. Л., Крапошин В. С. Структурная модель перехода кубического α -Mn в гексагональную модификацию на основе некристаллографической симметрии кластеров 54

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Юницкий А. Э., Цырлин М. И. Перспективы применения объемно-поверхностной закалки для деталей транспортных средств из сталей пониженной прокаливаемости 60

Фомина Д. Д., Пойлов В. З. Влияние концентрации кислот при комбинированной очистке сопловых лопаток газотурбинных установок от оксидов металлов 64

CONTENTS

CRYSTALLIZATION OF MELTS AND THE STRUCTURE OF THE INGOT

Makarenko K. V., Kuzovov S. S. The influence of the cast products geometry on the orientation of the dendritic crystals growth and the hot cracks formation 3

SURFACE IMPREGNATION AND SURFACE COATINGS

Smirnov A. E., Smirnova N. A., Perestoronin A. V., Seval'nev G. S. Heat-resistant steel vacuum nitriding subsequent to laser surface processing 16

STEELS FOR GENERAL ENGINEERING PURPOSES

Zhang Yong-Jun, Yao De-Ming, Chen Man-Ying, Zhao Jin-Kai, Han Jing-Tao. Microstructure and operational properties of low-alloy low-carbon steel for building structures 23

ADDITIVE TECHNOLOGIES, POWDER AND COMPOSITE MATERIALS

Sufiyarov V. Sh., Razumov N. G., Mazeeva A. K., Razumova L. V., Popovich A. A. Modern methods of powder ferritic-martensitic ods steels design and application 28

Simonov M. Yu., Trushnikov D. N., Shchitsyn Yu. D., Krivonossova E. A., Neulybin S. D., Shaimanov G. S., Artyomov A. O., Kartashev M. F. Structure, mechanical properties and features of the crack growth micromechanism of martensitic-aging steel obtained by hybrid additive CMT surfacing 40

WELDED JOINTS

Kuryntsev S. V., Evlampiev A. V. The effect of quenching and aging on the microstructure and mechanical properties of a welded joint obtained by laser welding of titanium and aluminum alloys 49

MATHEMATICAL MODELING AND SIMULATION

Talis A. L., Kraposhin V. S. A structural model of the transition of cubic α -Mn to a hexagonal modification based on the non-crystallographic symmetry of clusters 54

TECHNICAL INFORMATION

Unitsky A. E., Tsyrlin M. I. Application of volume hardening prospects for vehicle parts made of steels with reduced hardenability 60

Fomina D. D., Poilov V. Z. Influence of acid concentration during combined cleaning of gas turbine nozzle blades from metal oxides 64