

Журнал основан

в январе 1959 года

Академией наук СССР.

Выходит 6 раз в год,

включен в перечень

научных и научно-

технических изданий ВАК

России и в систему РИНЦ

МЕТАЛЛЫ

№2

МАРТ—АПРЕЛЬ • 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Кононыхин Г.Н., Калистратов Д.А., Дагман А.И., Глебов В.П. Численное и лабораторное исследование влияния электромагнитного перемешивания на качество разливаемых на МНЛЗ слябов 5	зотропной стали методами электронной микроскопии41
Жемков А.А., Ем А.Ю., Морозов А.О., Румянцева С.Б., Демин К.Ю., Комолова О.А., Григорович К.В. Анализ изменения состава и содержания неметаллических включений в процессе производства динамной стали 11	Ботвина Л.Р., Болотников А.И., Синев И.О. О характерных напряжениях деградации конструкционных материалов при растяжении49
Крымская О.А., Исаенкова М.Г., Мишушкин Р.А., Романова Ю.А., Тютин В.П., Данилов С.В. Моделирование эволюции кристаллографической текстуры электротехнической стали в процессе холодной прокатки 24	Дроздов А.А., Галиева Э.В., Валитов В.А., Поварова К.Б., Антонова А.В., Классман Е.Ю., Лутфуллин Р.Я., Гурговая Г.В. Влияние условий проведения твердофазной сварки давлением и термической обработки на строение и свойства соединений интерметаллидного сплава ВКНА-25 Моно с суперсплавом ЭП975. I. Влияние глубины вакуума при ТФС57
Лепилина М.Ю., Якубенко Е.В., Ильясов Р.Р., Орехова Ю.Н. Применение методов сканирующей электронной микроскопии и атомно-эмиссионной спектроскопии тлеющего разряда для оценки морфологии приповерхностной области образцов проката электротехнической стали34	Шаталов Р.Л., Медведев В.А., Бибик П.Ю., Омрцян А.Р. Влияние прокатки с разворотом на физико-механические свойства листов сплава АД170
Ролдугина А.С., Рязанов М.В., Парахин В.И. Методика исследования текстурных характеристик и доменной структуры электротехнической ани-	Аборкин А.В., Елкин А.И., Рябкова В.В., Бокарёв Д.В., Альмов М.И. Определение доли механической энергии, необходимой для размола стружки алюминиевого сплава в планетарной мельнице77
	Гейдаров А.А., Аббасова Н.И., Гулиева А.А., Джаббарова З.А., Альшанлы Г.И. Селективное извлечение меди и алюминия из окисленных медных руд 88

К ЧИТАТЕЛЯМ

Авторы статей, приведенных на стр. 5–48 в этом номере журнала МЕТАЛЛЫ, – участники научно-технической конференции «Электротехническая сталь 2024», которая была проведена в Москве 30–31 мая 2024 г. Организатор конференции – НИТУ МИСИС при поддержке Научного совета по металлургии и материаловедению РАН и Минпромторга России.

В работе конференции приняли участие специалисты учебных и исследовательских институтов: МИСИС, ИМЕТ РАН и ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, а также сотрудники промышленных предприятий: АО «НИИЭФА» (госкорпорации «Росатом»), ООО «ЕГЛ Рус», ПАО «НЛМК», Группа компаний «АМТ&С», ООО «АмперМагнит», ФГУП «НАМИ», АО «ТВЭЛ», ООО «ЗЭТ ЭНЕРГО», ОАО «Алттранс», АО «КрЭВРЗ», НИЦ «МВТ».

Интерес к электротехнической стали, обладающей специфическими магнитными и электрическими свойствами, обусловлен повышающейся востребованностью продуктов из нее, поэтому участники обсудили как перспективы и тенденции этого рынка, так и современные методы обработки электротехнических сталей. В ходе работы пленарной и научной секций, двух круглых столов было заслушано более 30 научных докладов о физико-химических процессах и процессах структуро- и текстурообразования, происходящих при термомеханической обработке электротехнических сталей. Исследования направлены на совершенствование технологии производства электротехнических сталей.

МЕТАЛЛЫ

научно-технический журнал

Учредители: Российская академия наук,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН)
Институт металлургии и материаловедения
им. А.А. Байкова РАН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор академик РАН К.В. ГРИГОРОВИЧ, ИМЕТ РАН (металлургия, металловедение),
академик РАН О.А. БАННЫХ, ИМЕТ РАН (председатель редакционного совета, металловедение, термическая обработка сплавов),
доктор технических наук М.В. КОСТИНА, ИМЕТ РАН (зам. гл. редактора, металловедение, термическая обработка сплавов),
доктор технических наук В.С. ЮСУПОВ, ИМЕТ РАН (зам. гл. редактора, пластическая деформация металлических материалов),
кандидат технических наук О.А. КОМОЛОВА, ИМЕТ РАН (отв. секретарь, металлургия, математическое моделирование),
член-корреспондент РАН М.И. АЛЫМОВ, ИСМАН РАН (порошковая металлургия, наноматериалы),
доктор технических наук, профессор С.Я. БЕЦОФЕН, МАИ (металловедение, физика металлов),
доктор технических наук В.М. БЛИНОВ, ИМЕТ РАН (металловедение, термическая обработка черных металлов),
доктор технических наук Е.В. БОГАТЫРЕВА, НИТУ МИСИС (цветная металлургия, гидрометаллургия),
доктор физико-математических наук, профессор Г.Г. БОНДАРЕНКО, НИУ ВШЭ (физика металлов, материалы для атомной энергетики),
доктор технических наук, профессор С.В. ДОБАТКИН, ИМЕТ РАН (металловедение, термическая обработка цветных металлов),
доктор технических наук А.В. ДУБ, АО «Наука и инновации» (материаловедение, обработка металлов давлением),
доктор технических наук, профессор Е.Е. ЗОРИН, МПУ (методы неразрушающего контроля),
член-корреспондент РАН М.И. КАРПОВ, ИФТТ РАН (физика металлов, пластическая деформация),
член-корреспондент РАН А.Г. КОЛМАКОВ, ИМЕТ РАН (материаловедение, физика металлов),
академик РАН Л.И. ЛЕОНТЬЕВ, ИМЕТ РАН (металлургия),
доктор физико-математических наук, профессор А.Е. ЛИГАЧЕВ, ИОФ РАН им. А.Н. Прохорова (металловедение, термическая обработка сплавов),
доктор химических наук А.Г. ПАДАЛКО, ИМЕТ РАН (физикохимия баротермической обработки материалов),
доктор технических наук К.Б. ПОВАРОВА, ИМЕТ РАН (сплавы тугоплавких металлов, интерметаллические соединения),
академик РАН А.И. РУДСКОЙ, СПбПУ им. Петра Великого (аддитивные технологии, обработка металлов давлением),
доктор технических наук, профессор С.В. СКВОРЦОВА, МАИ (металловедение, термическая обработка сплавов),
доктор технических наук, профессор Е.И. ХЛУСОВА, ГНЦ ФГУП ЦНИИ «Прометей» (металловедение, термическая обработка сплавов),
доктор технических наук А.Е. ШЕЛЕСТ, ИМЕТ РАН (обработка металлов давлением)

Редакция: Левченкова Л.А., Малахова А.М., Наумова Л.О., Подусовская Н.В.
Адрес для переписки: metally@imet.ac.ru
Адрес: 119334, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати, рег. № 0110135 от 04.02.93 г.

Подписано к печати 25.03.2025 г.
Формат 60 x 88^{1/8}

Дата выхода в свет 22.04.2025 г.
Усл. печ. л. 11,73

Электронные версии полнотекстовых статей доступны
на Национальной платформе периодических изданий РЦНИ
(<https://journals.rcsi.science/0869-5733/issue/archive>)

The Journal was founded
in January 1959 by the USSR
Academy of Science. Published
6 times a year, included in the
list of scientific, scientific and
technological publications of the
Higher Attestation Commission of
Russia and RSCI system

R U S S I A N
M E T A L L U R G Y
№2
MARCH—APRIL • 2025

C O N T E N T S

Kononykhin G.N., Kalistratov D.A., Dagman A.I., Glebov V.P. Numerical and laboratory study of the influence of electromagnetic stirring on the quality of slabs casted on a CCM	5
Zhemkov A.A., Em A.Yu., Morozov A.O., Rumyantseva S.B., Demin K.Yu., Komolova O.A., Grigorovich K.V. Analysis of changes in the composition and content of non-metallic inclusions in the process of dynamo steel production	11
Krymskaya O.A., Isaenkova M.G., Minushkin R.A., Romanova Yu.A., Tyutin V.P., Danilov S.V. Modeling of the crystallographic texture evolution of electrical steel during cold rolling	24
Lepilina M.Yu., Yakubenko E.V., Ilyasov R.R., Orekhova Yu.N. Application of scanning electron microscopy and glow discharge atomic emission spectrometry methods to evaluate the morphology of the near-surface area of rolled electrical steel samples	34
Roldugina A.S., Ryazanov M.V., Parakhin V.I. The method of investigating texture and domain structure of electrical anisotropic steel by means of electron microscopy	41
Botvina L.R., Bolotnikov A.I., Sinev I.O. About characteristic tensile degradation stresses of structural materials	49
Drozdov A.A., Galieva E.V., Valitov V.A., Povarova K.B., Antonova A.V., Klassman E.Yu., Lutfullin R.Ya., Gurtovaya G.V. Influence of the conditions of solid-phase pressure welding and heat treatment on the structure and properties of joints of the intermetallic alloy VKNA-25 Mono with superalloy EP975. I. Influence of the vacuum depth at solid-state joints	57
Shatalov R.L., Medvedev V.A., Bibik P.Yu., Ogmrtysyan A.R. Effect of rolling with reversal on the physical and mechanical properties of AD1 alloy sheets	70
Aborkin A.V., Elkin A.I., Ryabkova V.V., Bokaryov D.V., Alymov M.I. Determination of the dose of mechanical energy required for milling aluminum alloy chips in a planetary mill	77
Geidarov A.A., Abbasova N.I., Guliyeva A.A., Jabbarova Z.A., Alyshanly G.I. Selective extraction of copper and aluminum from oxidized copper ores	88

RUSSIAN METALLURGY

scientific and technological journal

The founders: Russian Academy of Sciences,
Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief Acad. RAS **K.V. Grigorovich**, IMET RAS (metallurgy, metal science),
Acad. RAS **O.A. Bannykh**, IMET RAS (**Chairman of the editorial board**, metal science, heat treatment of alloys),
Dr. Sci. (Tech.) **M.V. Kostina**, IMET RAS (**Deputy Editor-in-Chief**, metal science, heat treatment of alloys),
Dr. Sci. (Tech.) **V.S. Yusupov**, IMET RAS (**Deputy Editor-in-Chief**, plastic deformation of metal materials),
Cand. Sci. (Tech.) **O.A. Komolova**, IMET RAS (**responsible secretary**, metallurgy, mathematical modeling),

Cor.-Mem. RAS **M.I. Alymov**, ISMAN RAS (powder metallurgy, nanomaterials),
Dr. Sci. (Tech.), prof. **S.Ya. Betsofen**, MAI (metal science, physics of metals),
Dr. Sci. (Tech.) **V.M. Blinov**, IMET RAS (metal science, heat treatment of ferrous metals),
Dr. Sci. (Tech.) **E.V. Bogatyreva**, NUST MISIS (non-ferrous metallurgy, hydrometallurgy),
Dr. Sci. (Phys.-Math.), prof. **G.G. Bondarenko**, HSE (physics of metals, materials for atomic energy industry),
Dr. Sci. (Tech.), prof. **S.V. Dobatkin**, IMET RAS (metal science, heat treatment of non-ferrous metals),
Dr. Sci. (Tech.) **A.V. Dub**, JSC «Science and Innovations» (materials science, metal pressure treatment),
Dr. Sci. (Tech.), prof. **E.E. Zorin**, MPU (non-destructive testing methods),
Cor.-Mem. RAS **M.I. Karpov**, ISSP RAS (physics of metals, plastic deformation),
Cor.-Mem. RAS **A.G. Kolmakov**, IMET RAS (materials science, physics of metals),
Acad. RAS **L.I. Leontiev**, IMET RAS (metallurgy),
Dr. Sci. (Phys.-Math.), prof. **A.E. Ligachev**, GPI RAS (metal science, heat treatment of alloys),
Dr. Sci. (Chem.) **A.G. Padalko**, IMET RAS (physico-chemistry of barothermal materials treatment),
Dr. Sci. (Tech.) **K.B. Povarova**, IMET RAS (alloys of refractory metals, intermetallic compounds),
Acad. RAS **A.I. Rudskoy**, SPbPU (additive technologies, metal pressure treatment),
Dr. Sci. (Tech.), prof. **S.V. Skvortsova**, MAI (metal science, heat treatment of alloys),
Dr. Sci. (Tech.), prof. **E.I. Khlusova**, CRISM «Prometey» (metal science, heat treatment of alloys),
Dr. Sci. (Tech.) **A.E. Shelest**, IMET RAS (metal pressure treatment)

Editorial staff: Levchenkova L.A., Malahova A.M., Naumova L.O., Podusovskaya N.V.
Address for correspondence: metally@imet.ac.ru
Address: 119334, Moscow, Leninsky Prospekt, 49

The journal is registered with the Press Committee of the Russian Federation, reg. № 0110135 dated 02/04/93

Signed for printing 25/03/2025
Format 60 x 88¹/₈

Publication date 22/04/2025
Conditional printer's sheets 11.73

Electronic versions of full-text articles are available on
the National periodicals platform of the RCSI
(<https://journals.rcsi.science/0869-5733/issue/archive>)