

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

№ 2 (53) 2025

Журнал включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (Перечень ВАК), по специальностям: 2.6.2 Metallurgy черных, цветных и редких металлов; 2.6.3 Литейное производство; 2.6.4 Обработка металлов давлением. Сведения о журнале содержатся в базе данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Редакционный совет

Председатель ред. совета:

В.А. Бигеев – проф., д-р техн. наук,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Члены ред. совета:

С.В. Денисов – д-р техн. наук, проф.,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

А.Н. Емелюшин – д-р техн. наук, проф.,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

И.Е. Илларионов – д-р техн. наук, проф.,
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»

А.А. Казаков – д-р техн. наук, проф.,
ФГАОУ ВО «СПбПУ»

В.М. Колокольцев – президент
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»,
д-р техн. наук, проф.

З. Конопка – д-р техн. наук, проф.,
Ченстоховский технологический
университет, Польша

О. Островский – д-р техн. наук, проф.,
UNSW, Австралия

А.М. Песин – д-р техн. наук, проф.,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

М. Дабала – д-р техн. наук, проф.,
Университет Падуи, Италия

П. Тандон – д-р техн. наук, профессор
и руководитель машиностроения, Индийский
институт информационных технологий, дизайна
и производства PDPM, Джабалпур, Индия

Р.П. Кардосо – д-р техн. наук, проф.,
Федеральный университет Санта-Катарины,
Бразилия

Е. В. Агеев – д-р техн. наук, проф.,
Юго-Западный государственный университет

В.Б. Деев – д-р техн. наук, проф.,
НИТУ МИСиС, Москва, Россия

А.А. Попов – д-р техн. наук, проф.,
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»

В.М. Салганик – д-р техн. наук, проф.,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

О.Ю. Шешуков – д-р техн. наук, проф.,
ГУ ИМетРАН, ФГАОУ ВО «УрФУ имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Главный редактор:

А.С. Савинов – директор института
металлургии, машиностроения
и материалообработки, д-р техн. наук,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Научный редактор:

Н.Ш. Тютеряков – канд. техн. наук,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Технический редактор:

Ю.А. Извеков – проф., канд. техн. наук,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

К.И. Рудь

Дизайнер:

Е.О. Харченко

© ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2025

Учредитель – Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
(455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д.38).
16+, в соответствии с Федеральным законом № 436-ФЗ от 29.12.10.

Свидетельство о регистрации ПИ №ФС 77-74213 от 02.11.2018 г. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере
связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Адрес редакции:

455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, ауд. 315
Тел.: (3519) 29-84-64.
E-mail: TTaPEoMP@magtu.ru; ttmp@magtu.ru

Адрес типографии:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск,
пр. Ленина, 38, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»,
участок оперативной полиграфии

Адрес издателя:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск,
пр. К. Маркса, 45/2,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», издательский центр

Выход в свет 30.06.2025. Заказ 217. Тираж 500 экз.
Цена свободная.

THE THEORY AND PROCESS ENGINEERING OF METALLURGICAL PRODUCTION

No. 2 (53) 2025

The Journal is included in the List of Russian Peer-Reviewed Scientific Journals which are supposed to publish the major results of doctoral and PhD dissertations. Information about the journals can be found into databases of the Russian Science Citation Index (RSCI)

Editorial Board Members

Chairman:

V.A. Bigeev – D. Sc., Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical University

Honorary Board Members:

S.V. Denisov – D.Sc., Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical University

A.N. Emelyushin – D.Sc., Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical University

I.Y. Illarionov – D.Sc., Professor,
Chuvash State University

A.A. Kazakov – D.Sc., Associate Professor,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

V.M. Kolokoltsev – D. Sc., Professor,
President of Nosov Magnitogorsk State Technical
University

Z. Konopka – D.Sc., Professor,
Czestochowa University of Technology, Poland

O. Ostrowski – D.Sc., Professor,
University of New South Wales, Australia

A.M. Pesin – D. Sc., Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical University

M. Dabala – D.Sc., Professor, University of Padova,
Italy

P. Tandon – D. Sc., Professor & Head of Mechanical
Engineering, PDPM Indian Institute of Information
Technology, Design and Manufacturing, Jabal-
pur, India

R.P. Cardoso – D. Sc., Professor,

Federal University of Santa Catarina, Brazil

E.V. Ageev – D.Sc., Professor, Southwest State University

V.B. Deev – D. Sc., Professor, MISiS, Moscow, Russia

A.A. Popov – D.Sc., Professor,
Institution of Higher Professional Education «Ural Federal
University named after the first President of Russia
B.N.Yeltsin»

V.M. Salganik – D. Sc., Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical University

O. Ju. Sheshukov – D.Sc., Professor,
alloys Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Professional Education
«Ural Federal University named after the first President
of Russia B.N.Yeltsin»

Editor-in-Chief:

A.S. Savinov – Director of Metallurgy Mechanical
Engineering and Materials Processing Institute D.Sc., Nosov
Magnitogorsk State Technical University

Scientific Editor:

N.S. Tyteriakov – Ph.D., Nosov Magnitogorsk State
Technical University

Technical Editor:

Y.A. Izvekov – Professor, Ph.D., Nosov Magnitogorsk
State Technical University

K.I. Rud

Designer:

E.O. Harchenko

© FSBEI of HE “Nosov Magnitogorsk State Technical University”, 2025

Founder – Nosov Magnitogorsk State Technical University
(38, pr. Lenina, Magnitogorsk 455000, Chelyabinsk Region)

16+ in accordance with Federal Law #436-FZ dated 29.12.10

Registration certificate PI # FS 77-74213 dated November 02, 2018 is issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media

Editorship address:

315, 38, pr. Lenina, city of Magnitogorsk 455000, Russia
Tel.: +7 (3519) 29-84-64.

E-mail: TTAPEoMP@magtu.ru; ttmp@magtu.ru

Printing office:

38 Lenin prospekt, Magnitogorsk, Chelyabinsk region,
455000, Russia
Nosov Magnitogorsk State Technical University

Editorial office:

45/2 Karla Marksa prospekt, Magnitogorsk, Chelyabinsk region,
455000, Russia
Nosov Magnitogorsk State Technical University

Publication date 30.06.2025. Order 217. Circulation: 500.
Open price.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ	4
Фролов В.Ф., Беляев С.В., Деев В.Б., Прусов Е.С., Арапов С.Л., Лесив Е.М.	
РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КРЕМНИЯ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	4
ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО	10
Саубанов М.Н.	
ФИЗИЧЕСКАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА ЛИТЕЙНЫЕ ФОРМЫ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТИТАНОВЫХ ОТЛИВОК	10
Щенникова В.А., Феоктистов Н.А., Бойко А.Б., Троянов А.В., Сулицин А.В., Эпова И.А.	
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ГРАФИТОВУЮ ФАЗУ И ТВЕРДОСТЬ ВАЛКОВОГО ЧУГУНА	19
Боякова Т.А., Снитко И.С., Авдулов А.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ОБРАЗЦА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОДИФИКАТОРА НА СТРУКТУРУ АЛЮМИНИЕВОГО СЛИТКА В ПРОЦЕССЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В РОТОРНОЙ ЛИТЕЙНОЙ МАШИНЕ	25
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	30
Румянцев М.И., Завалишин А.Н.	
ИНЖИНИРИНГ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ НА ДВУХКЛЕТЕВОМ РЕВЕРСИВНОМ СТАНЕ	30
Куница Н.Г., Шаповалов А.Н.	
О РАЦИОНАЛЬНОЙ ГЛУБИНЕ УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА ИЗ СТАЛИ	37
Константинов Д.В., Корчунов А.Г., Столяров А.Ю., Язвенко А.М., Савельева И.А.	
МУЛЬТИМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ С УЧЕТОМ МИКРОМЕХАНИКИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЛИТНОЙ МИКРОСТРУКТУРЫ	43
ЭКОНОМИКА В МЕТАЛЛУРГИИ	51
Валяева Г.Г., Гафурова В.М., Коптякова С.В., Лазарев А.С.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ КАК ИНСТРУМЕНТА УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	51
ОБОРУДОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	58
Конев С.В., Кенарь Е.В., Звягина Е.Ю., Огарков Н.Н., Козлов Р.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКСЦЕНТРИКОВОГО КУЛАЧКА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	58

CONTENTS

METALLURGY OF BLACK, COLOR AND RARE METALS	4
Frolov V.F., Belyaev S.V., Deev V.B., Prusov E.S., Arapov S.L., Lesiv E.M.	
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SILICON PRODUCTION WASTE IN FERROUS METALLURGY	4
FOUNDRY	10
Saubanov M.N.	
PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELS OF COATING PROCESS IN ELECTROSTATIC FIELD FOR THE CORONA DISCHARGE ON MOLDS OF COMPLEX CONFIGURATION FOR PRODUCTION OF TITANIUM CASTINGS	10
Shchennikova V.A., Feoktistov N.A., Boyko A.B., Troyanov A.V., Sulitsin A.V., Epova I.A.	
STUDY OF THE INFLUENCE OF CHEMICAL COMPOSITION ON THE GRAPHITE PHASE AND HARDNESS OF ROLLER CAST IRON	19
Boyakova T.A., Snitko I.S., Avdulov A.A.	
ISSUE OF INFLUENCE ON A PILOT MODEL OF AN ELECTROMAGNETIC MODIFIER ON THE STRUCTURE OF AN ALUMINUM INGOT DURING CRYSTALLIZATION IN A ROTARY CASTING MACHINE	25
PROCESSING OF METALS BY PRESSURE	30
Rumyantsev M.I., Zavalishchin A.N.	
PROCESS ENGINEERING COMPETITIVE PRODUCTS USING COLD ROLLING AT TWO STAND REVERSING MILL	30
Kunicina N.G., Shapovalov A.N.	
ON RATIONAL DEPTH OF PHOSPHORUS REMOVAL FROM STEEL	37
Konstantinov D.V., Korchunov A.G., Stolyarov A.Yu., Yazvenko A.M., Savelieva I.A.	
MULTISCALE MODELING OF HIGH-STRENGTH WIRE DRAWING PROCESS WITH MICROMECHANICS REPRESENTATION OF PEARLITE MICROSTRUCTURE DEFORMATION	43
ECONOMICS IN METALLURGY	51
Valyaeva G.G., Gafurova V.M., Koptyakova S.V., Lazarev A.S.	
IMPROVING CORPORATE CULTURE AS A TOOL FOR MANAGING THE EFFECTIVENESS OF BUSINESS PROCESSES IN METALLURGICAL ENTERPRISES	51
METALLURGICAL PRODUCTION EQUIPMENT	58
Konev S.V., Kenar E.V., Zvyagina E.Yu., Ogarkov N.N., Kozlov R.A.	
INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE ECCENTRIC CAM BY FINITE ELEMENT METHOD	58