

# ИЗВЕСТИЯ

## ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Том 62 Номер 3 2019



Азотистые и высокоазотистые стали. Промышленные технологии и свойства

### • МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Модифицирование отливок из высокомарганцевой стали карбонитридом титана

О расчете конвективной теплоотдачи при взаимодействии струи с ограничивающей поверхностью

Изучение процесса восстановления вольфрама из оксида при наплавке порошковыми проволоками

### • МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Жаропрочность композиционного материала с сотовой структурой на основе интерметаллида  $Ni_3Al$

Исследование распада переохлажденного аустенита низкоуглеродистой трубной стали с использованием комплекса GLEEBLE 3500

### • В ПОРЯДКЕ ДИСКУССИИ

Воздействие электрического поля на содержание газов в чугунах

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

# ИЗВЕСТИЯ

ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

---

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

---

№ 4, 2019

Издается с января 1958 г. ежемесячно

Том 62

---

# ИЗВЕСТИЯ

## ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

### ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

**Главный редактор:** ЛЕОНТЬЕВ Л.И.  
(Российская Академия Наук, г. Москва)

**Заместитель главного редактора:** ПРОТОПОПОВ Е.В.  
(Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)

**Заместитель ответственного секретаря:** БАЩЕНКО Л.П.  
(Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)

#### Члены редакционной коллегии:

АЛЕШИН Н.П. (Российская Академия Наук, г. Москва)

АСТАХОВ М.В. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

АШИХМИН Г.В. (ОАО «Институт Цветмет-обработка», г. Москва)

БАЙСАНОВ С.О. (Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, г. Караганда, Республика Казахстан)

БЕЛОВ В.Д. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

БРОДОВ А.А., редактор раздела «**Экономическая эффективность металлургического производства**» (ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», г. Москва)

ВОЛЫНКИНА Е.П. (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)

ГЛЕЗЕР А.М. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

ГОРБАТНОК С.М. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

ГРИГОРОВИЧ К.В., редактор раздела «**Металлургические технологии**» (Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, г. Москва)

ПРОМОВ В.Е. (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)

ДМИТРИЕВ А.Н. (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург)

ДУБ А.В. (ЗАО «Наука и инновации», г. Москва)

ЗИНГЕР Р.Ф. (Институт Фридриха-Александра, Германия)

ЗИНИГРАД М. (Институт Ариэля, Израиль)

ЗОЛОТУХИН В.И. (Тулский государственный университет, г. Тула)

КОЛМАКОВ А.Г. (Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, г. Москва)

КОЛОКОЛЬЦЕВ В.М. (Магнитогорский государственный технический университет, г. Магнитогорск)

КОСТИНА М.В. (Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, г. Москва)

КОСЫРЕВ К.Л. (АО «НПО «ЦНИИТМаш», г. Москва)

КУРГАНОВА Ю.А. (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)

КУРНОСОВ В.В. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

ЛАЗУТКИН С.С. (ГК «МетПром», г. Москва)

ЛИНН Х. (ООО «Линн Хаи Терм», Германия)

ЛЫСАК В.И. (Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград)

МЫШЛЯЕВ Л.П. (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)

НИКУЛИН С.А. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

ОСТРОВСКИЙ О.И. (Университет Нового Южного Уэльса, Сидней, Австралия)

ПОДГОРОДЕЦКИЙ Г.С., редактор раздела «**Ресурсосбережение в черной металлургии**» (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

ПЫШМИНЦЕВ И.Ю., редактор раздела «**Инновации в металлургическом промышленном и лабораторном оборудовании, технологиях и материалах**» (Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности, г. Челябинск)

РАШЕВ Ц.В., редактор раздела «**Стали особого назначения**» (Академия наук Болгарии, Болгария)

РУДСКОЙ А.И. (Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург)

СИВАК Б.А. (АО АХК «ВНИИМЕТМАШ», г. Москва)

СИМОНЯН Л.М., редактор раздела «**Экология и рациональное природопользование**» (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

СМИРНОВ Л.А. (ОАО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург)

СОЛОДОВ С.В., редактор раздела «**Информационные технологии и автоматизация в черной металлургии**» (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

СПИРИН Н.А. (Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург)

ТАНГ ГУОИ (Институт перспективных материалов университета Циньхуа, г. Шеньжень, Китай)

ТЕМЛЯНЦЕВ М.В. (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)

ФИЛОНОВ М.Р., редактор раздела «**Материаловедение**» (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)

ШЕШУКОВ О.Ю. (Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург)

ШПАЙДЕЛЬ М.О. (Швейцарская академия материаловедения, Швейцария)

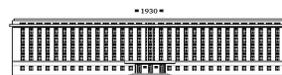
ЮРЬЕВ А.Б. (АО «ЕВРАЗ ЗСМК», г. Новокузнецк)

ЮСУПОВ В.С. (Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, г. Москва)

#### Учредители:



Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»



Сибирский государственный индустриальный университет

Настоящий номер журнала подготовлен к печати  
Сибирским государственным индустриальным университетом

#### Адреса редакции:

119991, Москва, Ленинский пр-т, д. 4  
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
Тел.: (495) 638-44-11, (499) 236-14-27  
E-mail: fermet.misis@mail.ru, ferrous@misis.ru  
www.fermet.misis.ru

654007, Новокузнецк, 7,  
Кемеровской обл., ул. Кирова, д. 42  
Сибирский государственный индустриальный университет,  
Тел.: (3843) 74-86-28  
E-mail: redjizvz@sibsiu.ru

Журнал «Известия ВУЗов. Черная металлургия» по решению ВАК входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук».

Журнал «Известия ВУЗов. Черная металлургия» индексируется в международной базе данных Scopus.

# IZVESTIYA

## VUZOV. CHERNAYA METALLURGIYA

---

# IZVESTIYA. FERROUS METALLURGY

---

**Editor-in-Chief:** LEONT'EV L.I.  
(Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Deputy Editor-in-Chief:** PROTOPOPOV E.V.  
(Siberian State Industrial University, Novokuznetsk)

**Deputy Coordinating Editor:** BASHCHENKO L.P.  
(Siberian State Industrial University, Novokuznetsk)

---

### Editorial Board:

N.P. ALESHIN (Russian Academy of Sciences, Moscow)  
G.V. ASHIKHMIN (JSC "Institute  
Tsvetmetobrabotka", Moscow)

M.V. ASTAKHOV (National Research Technological  
University "MISIS", Moscow)

S.O. BAISANOV (Abishev Chemical-Metallurgical  
Institute, Karaganda, Republic of Kazakhstan)

V.D. BELOV (National Research Technological  
University "MISIS", Moscow)

A.A. BRODOV, Editor of the section "**Economic  
efficiency of metallurgical production**" (IP Bardin  
Central Research Institute for Ferrous Metallurgy,  
Moscow)

A.N. DMITRIEV (Institute of Metallurgy, Ural  
Branch of the Russian Academy of Sciences, Ural Federal  
University, Ekaterinburg)

A.V. DUB (JSC "Science and Innovations", Moscow)

M.R. FILONOV, Editor of the section "**Material  
science**" (National Research Technological University  
"MISIS", Moscow)

A.M. GLEZER (National Research Technological  
University "MISIS", Moscow)

S.M. GORBATYUK (National Research Technological  
University "MISIS", Moscow)

K.V. GRIGOROVICH, Editor of the section "**Metallur-  
gical Technologies**" (Baikov Institute of Metallurgy and  
Materials Science of RAS, Moscow)

V.E. GROMOV (Siberian State Industrial University,  
Novokuznetsk)

A.G. KOLMAKOV (Baikov Institute of Metallurgy and  
Materials Science of RAS, Moscow)

V.M. KOLOKOL'TSEV (Magnitogorsk State Technical  
University, Magnitogorsk)

M.V. KOSTINA (Baikov Institute of Metallurgy and  
Materials Science of RAS, Moscow)

K.L. KOSYREV (JSC "NPO "TSNIITMash", Moscow)

YU.A. KURGANOVA (Bauman Moscow State  
Technical University, Moscow)

V.V. KURNOSOV (National Research Technological  
University "MISIS", Moscow)

S.S. LAZUTKIN (Group of Companies "MetProm",  
Moscow)

H. LINN (Linn High Therm GmbH, Hirschbach,  
Germany)

V.I. LYSAK (Volgograd State Technical University,  
Volgograd)

L.P. MYSHLYAEV (Siberian State Industrial  
University, Novokuznetsk)

S.A. NIKULIN (National Research Technological  
University "MISIS", Moscow)

O.I. OSTROVSKI (University of New South Wales,  
Sidney, Australia)

G.S. PODGORODETSKII, Editor of the section  
"**Resources Saving in Ferrous Metallurgy**" (National  
Research Technological University "MISIS", Moscow)

I.YU. PYSHMINTSEV, Editor of the section  
"**Innovations in metallurgical industrial and  
laboratory equipment, technologies and materials**"  
(Russian Research Institute of the Pipe Industry,  
Chelyabinsk)

TS.V. RASHEV, Editor of the section "**Superduty steel**"  
(Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria)

A.I. RUDSKOI (Peter the Great Saint-Petersburg  
Polytechnic University, Saint-Petersburg)

O.YU. SHESHUKOV (Ural Federal University,  
Ekaterinburg)

L.M. SIMONYAN, Editor of the section "**Ecology  
Rational Use of Natural Resources**" (National Research  
Technological University "MISIS", Moscow)

R.F. SINGER (Friedrich-Alexander University,  
Germany)

B.A. SIVAK (VNIIMETMASH Holding Company,  
Moscow)

L.A. SMIRNOV (OJSC "Ural Institute of Metals",  
Ekaterinburg)

S.V. SOLODOV, Editor of the section "**Information  
Technologies and Automatic Control in Ferrous  
Metallurgy**" (National Research Technological University  
"MISIS", Moscow)

M. SPEIDEL (Swiss Academy of Materials, Switzerland)

N.A. SPIRIN (Ural Federal University, Ekaterinburg)

TANG GUOI (Institute of Advanced Materials of  
Tsinghua University, Shenzhen, China)

M.V. TEMLYANTSEV (Siberian State Industrial  
University, Novokuznetsk)

E.P. VOLYNKINA (Siberian State Industrial  
University, Novokuznetsk)

A.B. YUR'EV (OJSC "ZSMK", Novokuznetsk)

V.S. YUSUPOV (Baikov Institute of Metallurgy and  
Materials Science of RAS, Moscow)

M. ZINIGRAD (Ariel University, Israel)

V.I. ZOLOTUKHIN (Tula State University, Tula)

---

### Founders:



National Research Technological University "MISIS"



Siberian State Industrial University

---

This issue of the journal was prepared by  
Siberian State Industrial University

### Editorial Addresses:

119991, Moscow, Leninskii prosp., 4  
National Research Technological University "MISIS",  
Tel.: +7 (495) 638-44-11, +7 (499) 236-14-27  
E-mail: fermet.misis@mail.ru, ferrous@misis.ru  
www.fermet.misis.ru

654007, Novokuznetsk, Kemerovo region,  
Kirova str., 42  
Siberian State Industrial University,  
Tel.: +7 (3843) 74-86-28  
E-mail: redjizvz@sibsiiu.ru

---

Journal "Izvestiya VUZov. Chernaya Metallurgiya = Izvestiya. Ferrous metallurgy" is included in the "List of the leading peer-reviewed scientific journals and publications, in which should be published major scientific results of dissertations for the degree of doctor and candidate of sciences" by the decision of the Higher Attestation Commission.

---

The journal "Izvestiya VUZov. Chernaya Metallurgiya = Izvestiya. Ferrous metallurgy" is indexed in Scopus.

---

Journal "Izvestiya VUZov. Chernaya Metallurgiya = Izvestiya. Ferrous metallurgy" is registered  
in Federal Service for Supervision in the Sphere of Mass Communications **PI number FS77-35456**

## СОДЕРЖАНИЕ

### МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Демченко А.И., Корзун Е.Л., Чернышов Е.А. Повышение качества литого цилиндрического слитка вакуумно-индукционной выплавки из сплава Inconel 718 в условиях ПАО «РУСПОЛИМЕТ» ..... 257
- Прибытков И.А., Кондрашенко С.И. Аэродинамика струй, взаимодействующих с плоской поверхностью ..... 263
- Лехов О.С., Михалев А.В., Шевелев М.М. Исследование напряжений в бойках различной конструкции установки непрерывного литья и деформации при получении листов из стали для сварных труб ..... 270

### ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

- Лебедев А.Б., Утков В.А., Гутема Е.М. Взаимодействие расплавленного доменного шлака с твердой фазой красного шлама ..... 276

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

- Уманский А.А., Головатенко А.В., Осколкова Т.Н., Симачев А.С., Шукин А.Г. Исследование влияния макро- и микроструктуры стальных помольных шаров на их ударную стойкость ..... 283
- Беломытцев М.Ю., Моляров В.Г. Исследование сопротивления ползучести феррито-мартенситной стали 16X12MBCФБР (ЭП-823) ..... 290

### ИННОВАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ И ЛАБОРАТОРНОМ ОБОРУДОВАНИИ, ТЕХНОЛОГИЯХ И МАТЕРИАЛАХ

- Никитин А.Г., Епифанцев Ю.А., Медведева К.С., Герике П.Б. Силовой анализ процесса разрушения хрупких материалов в одновалковой дробильной машине с упором на валке ..... 303

### НАУКА ПРОИЗВОДСТВУ

- Бычков И.В., Дворников Л.Т., Жуков И.А. К исследованию кинематики металлургических ножниц с параллельными ножами ..... 308
- Гурьянов Г.Н., Калугина О.Б. Повышение стабильности напряженного состояния проволоки от действия противонапряжения при непостоянном коэффициенте трения ..... 315

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

- Федосенков Д.Б., Симилова А.А., Кулаков С.М., Федосенков Б.А. Время-частотные распределения класса Коэна измерительных сигналов как средство мониторинга технологических процессов ..... 324

### ОТКЛИКИ И РЕЦЕНЗИИ

- Спирин Н.А., Темлянцева М.В. Рецензия на рукопись книги «Регенеративная горелка». Справочное издание в 2 томах. Том 1 / Г.М. Дружинин, И.М. Дистергефт, под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Г.М. Дружинина. – Екатеринбург, 1127 стр. .... 330

## CONTENTS

### METALLURGICAL TECHNOLOGIES

- A.I. Demchenko, E.L. Korzun, E.A. Chernyshov Quality improvement of cast cylindrical bar of vacuum induction melting from Inconel 718 alloy at PJSC "RUSPOLIMET" ..... 257
- I.A. Pribytkov, S.I. Kondrashenko Aerodynamics of jets interacting with a flat surface ..... 263
- O.S. Lekhov, A.V. Mikhalev, M.M. Shevelev Stresses in anvils of various construction of continuous casting and deformation plant at production of sheets from steel for welded pipes ..... 270

### ECOLOGY AND RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES

- A.B. Lebedev, V.A. Utkov, E.M. Gutema Interaction of molten slag with solid phase of red sludge ..... 276

### MATERIAL SCIENCE

- A.A. Umanskii, A.V. Golovatenko, T.N. Oskolkova, A.S. Simachev, A.G. Shchukin Influence of macro- and microstructure of steel grinding balls on their impact resistance ..... 283
- M.Yu. Belomytsev, V.G. Molyarov Creep resistance of ferritic-martensitic steel 16Cr12MoWSiVNbB (EP-823) ..... 290

### INNOVATIONS IN METALLURGICAL INDUSTRIAL AND LABORATORY EQUIPMENT, TECHNOLOGIES AND MATERIALS

- A.G. Nikitin, Yu.A. Epifantsev, K.S. Medvedeva, P.B. Gerike Power analysis of the process of brittle materials destruction in universal crushing machine with roll locker ..... 303

### SCIENCE APPLICATIONS

- I.V. Bychkov, L.T. Dvornikov, I.A. Zhukov Kinematics of metallurgical cutters with parallel blades ..... 308
- G.N. Gur'yanov, O.B. Kalugina Increase of wire stress stability depending on anti-tension action when friction coefficient is inconstant ..... 315

### INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATIC CONTROL IN FERROUS METALLURGY

- D.B. Fedosenkov, A.A. Simikova, S.M. Kulakov, B.A. Fedosenkov Cohen's class time-frequency distributions for measurement signals as a means of monitoring technological processes ..... 324

### RESPONSES, REVIEWS

- N.A. Spirin, M.V. Temlyantsev Review on a manuscript of the book "Regenerative burner" of the authors G.M. Druzhinin and I.M. Destergeft. Reference book in 2 vols. Vol. 1. Ekaterinburg, 1127 p. .... 330

## РЕЦЕНЗИЯ

на рукопись книги «Регенеративная горелка». Справочное издание в 2 томах.  
Том 1 / Г.М. Дружинин, И.М. Дистергефт, под общ. ред. д-ра техн. наук,  
проф. Г.М. Дружинина. – Екатеринбург, 1127 стр.

### РЕЦЕНЗЕНТЫ

*Спири́н Н.А.*<sup>1</sup>, профессор, доктор технических наук  
*Темля́нцев М.В.*<sup>2</sup>, профессор, доктор технических наук

<sup>1</sup> Уральский федеральный университет

<sup>2</sup> Сибирский государственный индустриальный университет

## REVIEW

on a manuscript of the book “Regenerative burner” of the authors G.M. Druzhinin  
and I.M. Destergeft. Reference book in 2 vols. Vol. 1. Ekaterinburg, 1127 pp.

### INFORMATION ABOUT THE REVIEWERS

*N.A. Spirin*<sup>1</sup>, Dr. Sci.(Eng.), Professor  
*M.V. Temlyantsev*<sup>2</sup>, Dr. Sci.(Eng.), Professor

<sup>1</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, Russia

<sup>2</sup> Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Kemerovo Region, Russia

Анализ тепловых балансов отечественных пламенных печей показывает, что если все потери тепла оценить в 100 %, то потери с уходящими дымовыми газами составляют до 65 %, потери тепла через футеровку и на периодические разогревы – 25 %, а потери тепла за счет несовершенства процесса сжигания топлива – до 10 %. Таким образом, определяющая доля потерь тепла в печах связана с плохой утилизацией теплоты дымовых газов. В связи со всем вышесказанным проблема снижения потребления углеводородного топлива и уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу в отечественной металлургической промышленности является сверхактуальной задачей, тем более что мероприятия по экономии топлива на производстве обходятся порой в два – три раза дешевле, чем по его добыче и транспортировке, а каждый процент экономии энергоресурсов обеспечивает прирост национального дохода на 0,35 %.

Для решения этих проблем за рубежом в высоко развитых промышленных странах широко используются регенеративные горелки с различными насадками, в которых воздух уже нагревается до 800 – 1100 °С за счет глубокой утилизации теплоты дымовых газов. Данные устройства совершили практически техническую революцию, позволив экономить до 50 – 60 % топлива по сравнению с обычными горелками, сжигающими топливо с холодным воздухом; значитель-

но снизить выбросы вредных веществ в атмосферу; существенно повысить качество нагрева металла; уменьшить длину и высоту печи или повысить ее производительность.

В рецензируемой книге представлен огромный объем авторского материала по конструктивным решениям, способам и технологиям, на которые получены патенты России, Великобритании, США, Японии, Германии, Южной Кореи, Канады, Китая, Украины, а также других промышленно развитых стран мира (более 2 тыс. патентов, свидетельств на изобретение и статей, включая интернет-публикации). В книгу включены материалы по способам регенеративного сжигания топлива, которые были разработаны авторами данной книги и запатентованы в различных странах мира.

Книгу следует рассматривать как своеобразный каталог технических решений (банк данных) по регенеративным горелкам. Авторы не ограничились описанием изобретений, а существенно расширили описание конструкций, представили новые технологии сжигания различных видов топлива, а также материалы, используемые для создания регенеративных горелок в ведущих мировых компаниях. Большое внимание уделено непосредственно системам отопления различных типов печей и других тепловых агрегатов с использованием регенеративных горелок, их промышленной реализа-

ции и эффективности. Особое внимание уделено вопросам, связанным с эмиссией оксидов азота при сжигании топлива с воздухом, нагретым до высокой температуры, рассмотрены различные методы их подавления, в том числе беспламенное сжигание топлива и его модификации.

Подобного по объему, содержанию и глубине затронутых проблем справочного материала в России и за рубежом ранее не издавалось.

Данная книга непременно представляет огромный интерес для широкого круга специалистов в области промышленного сжигания топлива: проектировщиков горелочных устройств и пламенных печей; работников предприятий, специализирующихся на пуско-наладке печей; сотрудников заводских теплотехнических служб, научно-исследовательских институтов; преподавателей, учащихся высших технических заведений; аспирантов и изобретателей.

Над номером работали:

Леонтьев Л.И., *главный редактор*

Протопопов Е.В., *заместитель главного редактора*

Ивани Е.А., *заместитель главного редактора*

Бащенко Л.П., *заместитель ответственного секретаря*

Потапова Е.Ю., *заместитель главного редактора по развитию*

Олендаренко Н.П., *ведущий редактор*

Запольская Е.М., *ведущий редактор*

Расенец В.В., *верстка, иллюстрации*

Кузнецов А.А., *системный администратор*

Острогорская Г.Ю., *менеджер по работе с клиентами*

---

Подписано в печать 26.04.2019. Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бум. офсетная № 1.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 10. Заказ 9382. Цена свободная.

---

Отпечатано в типографии Издательского Дома МИСиС.  
119049, г. Москва, Ленинский пр-т, 4.  
Тел./факс: (499) 236-76-17, 236-76-35

# IZVESTIYA

## FERROUS METALLURGY

NITROGEN STEELS AND HIGH NITROGEN STEELS. INDUSTRIAL TECHNOLOGIES AND PROPERTIES

INOCULATION OF HIGH MANGANESE STEEL CASTINGS USING TITANIUM CARBONITRIDE

ON RING DEFORMATION BY INTERNAL PRESSURE

PRODUCTION OF NON-ROASTING PELLETS FROM THE WASTE OF SHABROVSKY TALCUM COMBINE

ON THE CALCULATION OF CONVECTIVE HEAT TRANSFER UNDER MUTUAL-ACTION OF A JET WITH LIMITING SURFACE

TUNGSTEN RECOVERY FROM OXIDE DURING FLUX CORD WIRE SURFACING

USING MELT HIGH-TEMPERATURE TREATMENT FOR PROCESSING FOUNDRY WASTES OF HEAT-RESISTANT ALLOY

HIGH TEMPERATURE STRENGTH OF COMPOSITE MATERIAL WITH CELL STRUCTURE ON THE BASIS OF  $Ni_3Al$  INTERMETALLIDIDE

DECAY OF SUPERCOOLED AUSTENITE OF LOW-CARBON PIPE STEEL WITH THE USE OF GLEEBLE 3500 COMPLEX

EFFECT OF SILICON ON THE OXYGEN SOLUBILITY IN Ni-Co-Cr MELTS

EFFECT OF ELECTRIC FIELD ON GAS CONTENT OF CAST IRON