

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!



Сейчас отечественные инженерные разработки приобретают все большую ценность. Внутренний рынок освобождается для местных разработчиков и производителей. Это создает возможности для развития отечественного производства. Наша общая задача — успеть воспользоваться этими возможностями, пока отечественные поставщики не перестроятся на поставки из стран Азии и Турции. У нас есть некоторый запас времени, который нужно постараться использовать эффективно.

В связи с этим перед нами ставятся масштабные задачи воссоздания ряда производств, научных школ и технологий.

Кафедра инжиниринга технологического оборудования объединяет специалистов в области горного дела и металлургии, делая особый акцент на проектировании и опытном производстве оборудования на месте.

Большое внимание на кафедре уделяется подготовке кадров для предприятий цветной металлургии России, Казахстана и Узбекистана по направлению «Технологические машины и оборудование». Темы выпускных квалификационных работ формируются на основе тенденций развития промышленного производства в России и за рубежом, предложений предприятий и организаций, а также тематики выполняемых на кафедре научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ. Объектами профессиональной деятельности выпускников являются технологические процессы и устройства для переработки природного и техногенного сырья, производства и обработки черных и цветных металлов, а также изделий из них. В выпускных работах бакалавров и магистров рассматриваются актуальные проблемы модернизации и реинжиниринга технологического и вспомогательного оборудования горно-металлургических предприятий в целях обеспечения экономии энергии, ресурсосбережения и защиты окружающей среды при реализации технологических операций. Тематика выбирается с учетом технической и экономической целесообразности реконструкции или модернизации конкретного металлургического производства и реальной потребности внутреннего и мирового рынков в его продукции. В настоящее время на кафедре происходит существенное обновление материально-технической базы, направленное на более широкое применение аддитивных технологий, лазерной техники, робототехнических устройств и мехатроники.

Желаю всем читателям новых научно-технических достижений во благо нашей страны. Надеюсь, что в ближайшем будущем будет выстраиваться тесная связь между наукой и производством. А публикации научных статей на страницах журнала «Цветные металлы» — это отличная возможность представить результаты исследований и разработок широкой аудитории.

*С уважением,
А. О. Карфидов,
заведующий кафедрой
инжиниринга технологического
оборудования НИТУ «МИСиС»*

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Подписной индекс:
83869 (ОК «Пресса России»)

6(954) • 2022

ИЮНЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Журнал основан в 1926 г.

Официальный информационный орган Федерального УМО «Технологии материалов»

УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:

АО «Издательский дом «Руда и Металлы», федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Журнал выпускается при участии: ПАО «ГМК «Норильский никель», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», ФГБУК «Государственный Эрмитаж»;

при содействии: ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», Научно-технического союза по горному делу, геологии и металлургии (Республика Болгария)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор **В. Ю. Бажин**

Первый зам. главного редактора **В. Н. Бричкин**

Первый зам. главного редактора **В. Б. Деев**

Р. Х. Акчурин, **М. В. Астахов** (редактор раздела «Наноструктурированные металлы и материалы»), **А. А. Басов**, **Н. А. Белов** (редактор разделов «Металлообработка», «Материаловедение»), **Н. В. Белоусова**, **Г. Ю. Боярко**, **Г. М. Вольдман** (редактор раздела «Редкие металлы, полупроводники»), **А. Г. Воробьев** (зам. главного редактора), **В. В. Генеvски**, **В. Б. Деев**, **М. И. Длин**, **В. А. Дмитриев**, **А. М. Дриц**, **А. В. Зиновьев**, **В. А. Игнаткина**, **М. Г. Исаенкова**, **С. С. Киров**, **Б. Г. Киселёв**, **С. И. Корнеев** (редактор раздела «Экономика и управление производством»), **Б. А. Котляр**, **В. А. Крюковский** (редактор раздела «Легкие металлы, углеродные материалы»), **А. Б. Лебедь**, **Е. А. Левашов** (редактор раздела «Композиционные материалы и многофункциональные покрытия»), **Ю. В. Левинский**, **Г. С. Макаров**, **Н. Е. Мальцев** (редактор раздела «Автоматизация»), **С. В. Мамяченков**, **Т. Н. Матвеева**, **М. А. Меретуков**, **А. Ю. Можайский**, **Н. В. Немчинова**, **А. И. Николаев**, **А. М. Птицын**, **В. К. Румянцев**, **А. Г. Рыжов**, **Ф. М. Сафин**, **А. Н. Селезнёв**, **А. В. Сулицин**, **А. П. Тюкин**, **Л. Ш. Цемехман**, **Л. Б. Цымбулов** (редактор раздела «Тяжелые цветные металлы»), **И. И. Чернов**, **М. Р. Шапировский**, **В. И. Щёголев**.

Зарубежные члены редколлекции: **Ж. Баатархуу** (Монголия), **В. В. Генеvски** (Болгария), **Е. Жак** (Австралия), **К. Кнуутила** (Финляндия), **Б. Фридрих** (Германия).

РЕДАКЦИЯ:

зам. главного редактора **А. Г. Воробьев**; выпускающий редактор **Н. В. Шаркина**;
ведущий редактор **Г. Е. Форысенкова**; редактор **Э. Э. Бабали**; мл. редактор **А. И. Карташева**;
ответственная за предпечатную подготовку издания **О. Ю. Жукова**.

Издатель — АО «Издательский дом «Руда и Металлы»
Адрес издателя: 119049, Москва, а/я № 71

Адрес редакции: Москва, Ленинский просп., д. 6,
стр. 2, НИТУ «МИСиС», комн. 624
Почтовый адрес: 119049, Москва, а/я № 71
Тел./факс: (495) 955-01-75; моб.: 8-926-504-89-75
Эл. почта: tsvetmet@rudmet.ru; интернет: www.rudmet.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций (Роском-
надзор)

(Свидетельство ПИ № ФС77-69818 от 29.05.2017 г.).
Товарный знак и название «Цветные металлы»
являются исключительной собственностью
Издательского дома «Руда и Металлы».

Материалы, отмеченные «Реклама», публикуются
на правах рекламы.

За достоверность рекламной информации
ответственность несет рекламодатель.

Все публикуемые материалы научно-технического
характера проходят обязательную стадию рецензи-
рования.

За достоверность научно-технической информации
ответственность несет автор.

За сроки размещения метаданных опубликованных
статей в базе данных Scopus редакция ответствен-
ности не несет.

Перепечатка, все виды копирования
и воспроизведение материалов, публикуемых
в журнале, возможна только с письменного
разрешения редакции.

При перепечатке ссылка на журнал «Цветные
металлы» обязательна.

Отпечатано в типографии «Канцлер»
Адрес типографии: 150044, Россия, Ярославль,
ул. Полужкина Роша, д. 16, стр. 66А,
тел.: 8(4852)58-76-33

Подписано в печать с оригинал-макета 24.06.2022.
Формат 60x90 1/8. Печ. л. 12. Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Тираж 800 экз. Цена свободная.
Дата выхода в свет 30.06.2022.

ISSN 0372-2929



9 770372 292006 >

Содержание

Экономика и управление производством

Международный обзор рынка цветных металлов 4

Кольская ГМК: по пути устойчивого развития

Моргунов В. А., Алиев Х. Кольская ГМК — цифровизация и роботизация металлургического производства ... 8

Пшеничный Е. А., Ларин А. В., Алимов Э. В. Обеспечение экономической безопасности АО «Кольская ГМК» в условиях современных глобальных вызовов 14

Обогащение

Холикулов Д. Б., Якубов М. М., Мухаметджанова Ш. А., Бекбутаев А. Н. Разработка технологии извлечения металлов из технологических растворов методом ионной флотации 19

Григорьева А. Н., Абиев Р. Ш. Интенсификация процессов сгущения при обезвоживании пульпы путем эффективного смешивания суспензий с растворами флокулянтов 24

Редкие металлы, полупроводники

Почиталкина И. А., Кондаков Д. Ф., Ле Х. Ф., Лихошерст А. Е. Усовершенствованный фотометрический метод определения содержания редкоземельных элементов в фосфатном сырье 32

Буслаева Т. М., Волчкова Е. В., Борягина И. В. Сорбция хлоридных комплексов родия(III) кремнеземом, химически модифицированным группами γ -аминопропилтриэтоксисилана 37

Калякин С. Н., Кузьмин В. И., Мулагалеева М. А. Разделение редкоземельных металлов в противоточных экстракционных каскадах с применением бинарных экстрагентов 45

Композиционные материалы и многофункциональные покрытия

Васин С. А., Евсеев А. В., Маликов А. А. Некоторые аспекты производства высокоэффективных композитных смесей и материалов 51

Наноструктурированные металлы и материалы

Прокопчук Н. Р., Сырков А. Г., Ключев А. Ю., Лаптик И. О. Модификация наноалмазными частицами модельного состава для точного литья металлических изделий по выплавляемым моделям 59

Материаловедение

Бурков А. А., Чигрин П. Г., Кулик М. А., Ермаков М. А. Гидротермальное нанесение MoS_2 на электроискровые Ti – Al-покрытия на сплаве Ti6Al4V и их характеристика 64

Металлообработка

Самарин М. А., Дьяченко А. В., Балаев Э. Ю., Шостак Н. А. Цельнокорпусная дисковая запорно-регулирующая арматура с седлом, выполненным из сплава с эффектом памяти формы 71

Автоматизация

Чиченев Н. А., Горовая Т. Ю., Карфидов А. О., Чиченева О. Н. Анализ схем подачи электрического тока к валкам при электропластической прокатки микролент из вольфрама 81

Наши юбиляры

К юбилею **Татьяны Ивановны ЮШИНОЙ** 31

Хроника

Коллеги — о плодотворном сотрудничестве 50

Навстречу 200-летию «Горного журнала» и 100-летию журнала «Цветные металлы»

Ведерников В. В. «Дедушка всей нашей цветной металлургии»: к 150-летию со дня рождения Николая Пудовича Асеева (1871–1952) 87

АСТАХОВ Михаил Васильевич 95

Журнал включен в Международные базы данных Scopus (2-й квартиль, 2021, по версии SCIMAGO), а также Chemical Abstracts Service

Журнал по решению ВАК Минобрнауки РФ включен 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» по разработке месторождений твердых полезных ископаемых, по металлургии, по экономике, по химии.

Статьи всех авторов, в том числе аспирантов, публикуются в порядке общей очереди бесплатно (за исключением статей рекламного характера).
