

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ISSN 1997-9258

**Журнал входит в перечень ведущих периодических изданий,
рекомендованных ВАК для публикации научных результатов диссертаций
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук**

Главный редактор:

Семенов В.В., канд. экон. наук

Заместители главного редактора:

Леонтьев Л.И., академик РАН

Могутнов Б.М., д-р хим. наук

Волков А.И., канд. хим. наук

Члены редколлегии:

Алымов М.И., член-корр. РАН

Бабул Т., профессор (Польша)

Бродов А.А., канд. экон. наук

Григорович К.В., академик РАН

Денисов С.Н., д-р экон. наук

Дуб А.В., д-р техн. наук

Еремин Г.Н., канд. техн. наук

Зайцев А.И., д-р физ.-мат. наук

Иевлев В.М., академик РАН

Комлев В.С., член-корр. РАН

Куклев А.В., д-р техн. наук

Левашов Е.А., д-р техн. наук

Морозов Ю.Д., канд. техн. наук

Москвина Т.П., канд. техн. наук

Никулин А.Н., д-р техн. наук

Орыщенко А.С., член-корр. РАН

Петрова Л.Г., д-р техн. наук

Рубаник В.В., член-корр. НАНБ (Беларусь)

Рудской А.И., академик РАН

Родионова И.Г., д-р техн. наук

Скачков О.А.

Смирнов Л.А., академик РАН

Сомерс М.А.Дж., профессор (Дания)

Тихонов А.К., д-р техн. наук

Филиппов Г.А., д-р техн. наук

Филонов М.Р., д-р техн. наук

Флюге В., профессор (Германия)

С требованиями к публикациям в журнале «ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ» и правилами оформления статей можно ознакомиться на сайте ЦНИИчермет им. И.П. Бардина – www.thermet.net

Подписной индекс 58999

в объединенном каталоге «Пресса России» на сайте www.pressa-ru.ru и «Пресса по подписке» <https://www.akc.ru>

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № ФС77-60022

Выпуск подготовлен Информационно-издательским центром ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»:

Руководитель ИИЦ	Е.Х. Иванова
Редактор	И.Я. Паршина
Верстка	М.Л. Красильникова

Адрес редакции:

105005 Москва, ул. Радио, дом 23/9, стр. 2
ЦНИИчермет им. И.П. Бардина,
тел. 777 93 02, 777 95 13, факс 777 93 00,
E-mail: ntpnm@yandex.ru, rhenium@list.ru

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

1 • 2023

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИИ

Тихонов А.К.

Основные научные школы в металловедении и термообработке сталей для массового производства, возглавляемые ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина 3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МЕТАЛЛУРГИИ

Алексеев Д.И., Жидков М.Ю., Смирнов А.Н.

Механическая прочность кокса в зависимости от его положения в камере коксования и параметры формирующейся доменной структуры 14

Павлов В.В., Горбачев Д.В.

Восстановление порошка железорудного концентрата в состоянии пылегазовой взвеси 22

Иванов К.Д., Гавзе А.Л., Павлов А.А.

Выбор режимов предварительной термической обработки высокопрочной листовой хромоникельмолибденованадиевой стали 30

Карпов С.М., Ливанова Н.О., Никулин А.Н.

Связь размерного фактора ТПА с поверхностными дефектами бесшовных труб 36

Дорофеев В. В., Добрянский А.В., Головатенко А.В., Переушин Д.Э.

Рациональная система калибров для прокатки железнодорожных рельсов в черновых пропусках в условиях универсального рельсобалочного стана АО «ЕВРАЗ ЗСМК» 52

Попова Н.А., Громов В.Е., Иванов Ю.Ф., Порфирьев М.А., Никоненко Е.Л., Крюков Р.Е., Шляров В.В.

Формирование внутренних напряжений в рельсах при длительной эксплуатации 62

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дагман А.И., Зайцев А.И., Калмыков К.Б., Арутюнян Н.А., Дунаев С.Ф.

Исследование влияния раскисления шлака на содержание неметаллических включений в сверхнизкоуглеродистой стали 01ЮТ 42

Родионова И.Г., Амежнов А.В., Васечкина И.А., Заркова Е.Л., Гришин А.В., Папшев А.А., Буков К.А.

Исследование коррозионной стойкости холоднокатаных низкоуглеродистых сталей без микролегирующих добавок 79

ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Бурков А.А., Крутикова В.О., Бьцура А.Ю., Хе В.К.

Ti-Cr-Cu электроискровые покрытия на стали Ст3 93

ИНФОРМАЦИЯ

ЦНИИчермет – к Дню науки 105

В.Н. Зикееву – 90 лет 106

А.Б. Коростелеву – 60 лет 108

Памяти В.М. Ермолова 110

PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

CONTENTS

1 • 2023

FUNDAMENTALS OF METALLURGY

- Tikhonov A.K.*
The main scientific schools of metallurgical science and heat treatment of steels for mass production,
headed by I.P. Bardin Central Research Institute for Ferrous Metallurgy 3

PRODUCTION PROCESSES IN METALLURGY

- Alekseev D.I., Zhidkov M.Yu., Smirnov A.N.*
Mechanical strength of coke depending on its position in the coking chamber and parameters
of the emerging domain structure 14
- Pavlov V.V., Gorbachev D.V.*
Recovery of iron ore concentrate powder in the state of dust and gas suspension 22
- Ivanov K.D., Gavze A.L., Pavlov A.A.*
Selection of vods of preliminary deformation and heat treatment of high-strength
chromium-nickel-molybdenum-vanadium steel 30
- Karpov S.M., Livanova N.O., Nikulin A.N.*
Relationship of the dimensional factor of the pipe rolling machine with the surface defects
of seamless pipes 36
- Dorofeev V.V., Dobryanskij A.V., Golovatenko A.V., Pervushin D.E.*
Rational gauge system for railway rails rolling in rough passes under the conditions of universal rail
and structural steel mill at EVRAZ ZSMK 52
- Popova N.A., Gromov V.E., Ivanov Yu.F., Porfiriev M.A., Nikonenko E.L., Kryukov R.E., Shlyarov V.V.*
Formation of internal stresses in rails during long-term operation 62

MATERIALS SCIENCE AND NEW MATERIALS

- Dagman A.I., Zaitsev A.I., Kalmykov K.B., Arutiyniy N.A., Dunaev S.F.*
Investigation of the effect of slag deoxidation on the content of non-metallic inclusions
in ultra-lowcarbon steel 01YuT 72
- Rodionova I.G., Amezhnov A.V., Vasechkina I.A., Zarkova E.I., Grishin A.V., Papshev A.A., Bukov K.A.*
Investigation of corrosion resistance of cold-rolled low-carbon steels without micro-alloying additives 79

POWDER METALLURGY

- Burkov A.A., Krutikova V.O., Bytsura A.Yu., Khe V.K.*
Ti-Cr-Cu electrospark coatings on steel St3 93

INFORMATION

- I.P. Bardin TsNIIChermet – for the Day of Science 105
- V.N. Zikeev is 90 years old 106
- A.B. Korostelev is 60 years old 108
- In memory of V.M. Ermolov 110

DOI: 10.54826/19979258_2023_1_3
УДК 669.017 : 669.14

Основные научные школы в металлведении и термообработке сталей для массового производства, возглавляемые ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина

Аркадий Константинович Тихонов, д-р техн. наук, проф.

ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, Москва, Россия. E-mail: arkadiy.tihonov@vaz.ru

Аннотация. Основным направлением развития металлведения и термической обработки стало изучение свойств конструкционных сталей, которое рассматривает увеличение пластичности стали, гарантирует возможность перехода от резания к накатке зубьев шестерен и клинковой прокатке валов легковых и грузовых автомобилей, что почти наполовину уменьшит расход металла. В ЦНИИчермете им. И.П. Бардина создана школа по разработке микролегированных бором сталей, технология высадки и термообработки автомобильного крепежа и нагруженных деталей легковых и грузовых автомобилей. Второе направление – химико-термическая обработка, включающая азотирование, цементацию и карбонитрирование. На АвтоВАЗе были проведены работы по замене хромирования низкотемпературной нитроцементацией с оксидированием поршней тормозных цилиндров, что позволило увеличить коррозионную стойкость в 10 раз, а долговечность до 300 тыс. циклов без потери герметичности колесного цилиндра. Отдельное направление – низкотемпературная газовая нитроцементация деталей из металлических легированных порошков. Следующий этап – освоение газовой цементации с помощью керосина и уайт-спирита и нитроцементация с помощью триэтанолamina в шахтных печах Ц-120. Важной научной школой стало изучение свойств листовых холоднокатанных и горячекатанных сталей для автомобилестроения. Создан новый класс автомобильных листовых холоднокатанных, горячекатанных, покрытых горячим цинком сталей, в том числе сталей повышенной прочности с различными свойствами при одном химическом составе и не вошедших еще в ГОСТы.

Ключевые слова: карбонитрирование, окатыши, прокаливаемость, оксисульфиды, холодная высадка, экзогаз, старение, двухфазные, адгезия

The main scientific schools of metallurgical science and heat treatment of steels for mass production, headed by I.P. Bardin Central Research Institute for Ferrous Metallurgy

Arkadiy K. Tikhonov

I.P. Bardin TsNIIChermet, Moscow, Russia

Abstract. The main direction in the development of metallurgy and heat treatment has become the study of structural steels aimed at increasing plasticity, which guarantees the possibility of switching from cutting to knurling of gear teeth and wedge rolling shafts of cars and trucks, and will reduce metal consumption by almost half. In I.P. Bardin Central Research Institute for Ferrous Metallurgy boron-microalloyed steels, upsetting and heat treatment technologies for automotive fasteners and loaded parts of cars and trucks have been developed. Another field of research is chemical-thermal treatment, including nitriding, carburizing and carbonitriding. At AvtoVAZ, work was carried out to replace chromium plating with low-temperature nitrocarburizing with oxidation pistons of brake cylinders, which made it possible to increase corrosion resistance by 10 times, and durability up to 300 thousand cycles without loss of impermeability of the wheel cylinder. Another area of research is the low-temperature gas carburizing of parts from alloyed metal powders. The next stage is the development of gas carburizing using kerosene and white spirit and nitrocarburizing using triethanolamine in shaft furnaces. An important scientific direction is the study of the properties of sheet cold-rolled and hot-rolled steels for automotive industry. New classes of automotive sheet cold-rolled, hot-rolled, hot-zinc coated steels, including high-strength steels, have been created.

Keywords: carbonitriding, pellets, hardenability, oxysulfides, cold high-rise, exogas, aging, two-phase, adhesion

DOI: 10.54826/19979258_2023_1_14
УДК 662.74.012:658.562

Механическая прочность кокса в зависимости от его положения в камере коксования и параметры формирующейся доменной структуры

Данил Игоревич Алексеев, Михаил Юрьевич Жидков,
Андрей Николаевич Смирнов

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
г. Магнитогорск, Россия. E-mail: alekseev41047@mail.ru; petro.reborn@bk.ru; sman@magtu.ru*

Аннотация. В работе рассмотрены некоторые аспекты, влияющие на механическую прочность кокса. Установлено, что механические свойства кусочков кокса из центрального слоя коксового пирога обладают большей механической стойкостью по сравнению с коксом из пристеночного слоя. Методом рентгеноструктурного анализа определены размеры молекулярно-ориентированных доменов в структуре кусочков кокса и влияние процесса газификации на высоту L_c и ширину L_a углеродных доменов. При реконструкции коксовых батарей можно рекомендовать увеличивать ширину камеры коксования, относительно стандартных значений 410 и 450 мм. Результаты проведенного исследования могут быть полезны для формирования модельных представлений о влиянии молекулярно-ориентированных доменов на прочностные и реакционные свойства кокса.

Ключевые слова: кокс, камера коксования, механическая прочность, дробимость, истираемость, показатели горячей прочности, реакционной способности, фракционный состав, молекулярно-ориентированные домены, углеродные ламели, показатели

Mechanical strength of coke depending on its position in the coking chamber and parameters of the emerging domain structure

Danil I. Alekseev, Mihail Yu. Zhidkov, Andrey N. Smirnov

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk, Russia

Abstract. The paper considers some aspects that affect the mechanical strength of coke. It has been established that the mechanical properties of coke pieces from the central layer of a coke cake have a greater mechanical resistance in terms of compared with coke from the near-wall layer. The presence of molecularly oriented domains in the structure of the pieces was determined coke, and the effect of the gasification process on the height L_c and width L_a of carbon domains.

When reconstructing coke oven batteries, it can be recommended to increase the width of the coking chamber, relative to the standard values of 410 and 450 mm. The results of the study can be useful for the formation of model ideas about the effect of molecularly oriented domains on the strength and reactivity properties of coke.

Keywords: coke, coking chamber, mechanical strength, crushability, abrasion, hot strength indicators, reactivity, fractional composition, molecularly oriented domains, carbon lamellae, indicators

DOI: 10.54826/19979258_2023_1_22
УДК 669.127.44

Восстановление порошка железорудного концентрата в состоянии пылегазовой взвеси

Валерий Васильевич Павлов; Данил Владимирович Горбачев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия.

E-mail: pavlov405@rambler.ru

Аннотация. Предложена металлизация порошка железорудного концентрата в состоянии его пылегазовой взвеси с угольной пылью в агрегате типа доменного воздухонагревателя за счет дешевого тепла регенератора. Полученный порошок железа можно вдвух в расплавы в электропечи или в конвертере. Угольная пыль в 2–6 раз дешевле кокса, а порошок концентрата примерно вдвое дешевле окискованной рудной компоненты, поэтому полученный порошок железа будет примерно вдвое дешевле доменного чугуна. Также не потребуются такой длительный сталеплавильный передел, который необходим сейчас для выжигания лишнего углерода из металла. В металлургии переход от реакций с кусковым сырьем к реакциям в пылегазовой взвеси начался примерно на столетие позже, чем в теплотехнике, и это отставание пока не сокращается.

Ключевые слова: доменная плавка, порошок, железорудный концентрат, угольная пыль, пылегазовая взвесь, регенератор, сталеплавильный передел

Recovery of iron ore concentrate powder in the state of dust and gas suspension

Valery V. Pavlov, Danil V. Gorbachev

Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The metallization of iron ore concentrate powder in the state of its dust-gas suspension with coal dust in an aggregate of the blast furnace air heater type is proposed due to the cheap heat of the regenerator. The resulting iron powder can be blown into melts in an electric furnace or in a converter. Coal dust is 2–6 times cheaper than coke, and concentrate powder is about half the price of the ore component, so the resulting iron powder will be about half the price of blast furnace cast iron. Also, you will not need such a long steelmaking conversion, which is necessary now to burn out excess carbon from the metal. In metallurgy, the transition from reactions with lumpy raw materials to reactions in a dust-gas suspension began about a century later than in thermal engineering, and this lag is not yet reduced.

Keywords: blast furnace melting, powder, iron ore concentrate, coal dust, dust and gas suspension, regenerator, steelmaking conversion

DOI: 10.54826/19979258_2023_1_30
УДК 669.15:621.785.4:620.186

Выбор режимов предварительной термической обработки высокопрочной листовой хромоникельмолибденованадиевой стали

**Константин Дмитриевич Иванов¹; Аркадий Львович Гавзе¹, канд. техн. наук;
Александр Александрович Павлов², д-р техн. наук**

¹ АО «НИИ стали», Москва, Россия. E-mail: osb@niistali.ru

² ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, Москва, Россия. E-mail: pavlovchermet@yandex.ru

Аннотация. В производственных условиях «ВМК Красный Октябрь» проведена экспериментальная работа по выбору режимов предварительной деформационно-термической обработки, обеспечивающей получение мелкозернистой однородной перлитной структуры с глобулярными и равномерно распределенными выделениями карбидной фазы на листовых полуфабрикатах из высокопрочной среднеуглеродистой Cr–Ni–Mo–V-стали. На основе металлографического исследования и определения твердости полуфабрикатов выбраны технологические параметры предварительной деформационно-термической обработки, включающей закалку с прокатного нагрева, для серийного производства листов из исследуемой стали.

Ключевые слова: листовые полуфабрикаты, высокопрочная сталь, предварительная деформационно-термическая обработка, микроструктура

Selection of modes of preliminary deformation and heat treatment of high-strength chromium-nickel-molybdenum-vanadium steel

Konstantin D. Ivanov¹, Arkadiy L. Gavze¹, Aleksander A. Pavlov²

¹ NII Stell, Moscow, Russia

² I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia

Abstract. Experimental work has been carried out in the production conditions of «VKM KO» to select the modes of preliminary deformation and heat treatment that ensure the production of a fine-grained, homogeneous pearlite structure with globular and evenly distributed carbide phase secretions on semi-finished sheet products made of high-strength medium-carbon Cr–Ni–Mo–V steel. Based on metallographic analysis and determination of the hardness of semi-finished products, the technological parameters of preliminary deformation and heat treatment, including quenching with rolling heating (TMO) for the serial production of sheets from the steel under study, were selected.

Keywords: semi-finished sheet products, high-strength steel, pre-deformation and heat treatment. microstructure, hardness

Связь размерного фактора ТПА с поверхностными дефектами бесшовных труб

Сергей Михайлович Карпов¹, доцент, канд. техн. наук; **Надежда Олеговна Ливанова**²; **Анатолий Николаевич Никулин**², д-р техн. наук

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия. E-mail: karpov07@inbox.ru

² ФГУП ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина, Москва, Россия. E-mail: iqs12@yandex.ru

Аннотация. Осуществлено аналитическое моделирование по установлению влияния размерного фактора очага деформации и его овализации на развитие сдвиговых смещений металла и условия обжатия заготовок при их прошивке в гильзы на станах разных типоразмеров ТПА с привлечением теории колебаний. Рассмотрены роль и значение единичного обжатия $\varepsilon = 2\%$ и овализации очага деформации при прокатке заготовок на прошивных станах ТПА. Установлено, что овализация является доминирующим фактором настройки стана в создании осциллирующего деформационного воздействия на заготовку и интенсификации сдвиговых смещений металла, способствующие развитию осевого разрушения материала и появлению внутренних плен на трубах. С увеличением типоразмера ТПА, размерного фактора очага деформации и массы заготовок возрастает инерционность процесса прошивки, обуславливающая снижение вероятности осевого разрушения заготовки и сокращение развития плен на внутренней поверхности труб. В то же время увеличению размера заготовок сопутствуют такие негативные факторы, как снижение прочностных свойств наружных слоев металла, рост времени их контакта с валками и длины контактируемой с ними поверхности гильзы, усиление изгиба ее поверхности в межвалковом зазоре, прокатка которых сопровождается развитием наружных дефектов в виде плен на поверхности труб.

Ключевые слова: винтовая прокатка, овализация, очаг деформации, размерный фактор, ТПА, заготовка, прошивка, гильза, поверхностные дефекты, прошивной стан, обжатие

Relationship of the dimensional factor of the pipe rolling machine with the surface defects of seamless pipes

Sergey M. Karpov¹, **Nadezhda O. Livanova**², **Anatoliy N. Nikulin**²

¹ Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

² I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia

Abstract. Analytical modeling was carried out to establish the influence of the size factor of the deformation zone and its ovalization on the development of shear displacements of the metal and the conditions for the reduction of workpieces during their piercing into sleeves on mills of different sizes of pipe-rolling machines using the theory of vibrations.

The influence and significance of a single reduction $\varepsilon = 2\%$ and ovalization of the deformation zone during billet rolling on piercing mills of pipe-rolling machines are considered.

It has been established that ovalization is the dominant factor in setting the mill in creating an oscillating deformation effect on the workpiece and intensifying shear displacements of the metal, which contribute to the development of axial fracture of the material and the appearance of internal films on the pipes. With an increase in the size of the pipe-rolling machine, the size factor of the deformation zone and the mass of the workpieces, the inertia of the piercing process increases, causing a decrease in the probability of axial destruction of the workpiece and a reduction in the development of caps on the inner surface of the pipes.

At the same time, an increase in the size of the workpieces is accompanied by such negative factors as a decrease in the strength properties of the outer layers of the metal, an increase in the time of their contact with the rolls and the length of the sleeve surface in contact with them, an increase in the bending of its surface in the inter-roll gap, the rolling of which is accompanied by the development of external defects in the form of films. on the surface of the pipes.

Keywords: screw rolling, ovalization, deformation zone, size factor, pipe-rolling machine, billet, piercing, sleeve, surface defects, piercing mill, reduction

Рациональная система калибров для прокатки железнодорожных рельсов в черновых пропусках в условиях универсального рельсобалочного стана АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Владимир Викторович Дорофеев, д-р техн. наук; **Андрей Владимирович Добрянский**; **Алексей Валерьевич Головатенко**, канд. техн. наук; **Дмитрий Эдуардович Первушин**

АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: Vladimir.Dorofeev@evraz.com; Andrey.Dobryanskij@evraz.com; Aleksey.Golovatenko@evraz.com; Dmitry.Pervushin@evraz.com

Аннотация. Представлена разработанная рациональная система калибров для прокатки железнодорожных рельсов в черновых пропусках в условиях рельсобалочного стана АО «ЕВРАЗ ЗСМК». В состав современного универсального рельсобалочного стана, разработчиком и изготовителем которого является немецкая фирма «SMS Meer», входят две обжимных реверсивных клетки дуо, непрерывно-реверсивная группа клетей (стан-тандем) и универсальная чистовая неререверсивная клеть.

Проектная схема прокатки рельсов в черновых пропусках универсального рельсобалочного стана АО «ЕВРАЗ ЗСМК» включает систему черновых калибров, состоящую из трех ящичных, трапециевидного осевого односторонне закрытого и трапециевидного ребрового полузакрытого калибров. Трапециевидный ребровой полузакрытый калибр исключает разрезку сечения по подошве.

В данной системе калибров ящичный калибр квадратного типа, предшествующий трапециевидному осевому односторонне закрытому калибру, является ящичным калибром, днища ручьев которого выполняют по радиусам однонаправленной кривизны. Опыт использования проектной системы черновых калибров для прокатки рельсов в условиях рельсобалочного стана АО «ЕВРАЗ ЗСМК» выявил ряд недостатков, основные из которых:

- использование ящичного калибра квадратного типа, днища ручьев которого выполняются по радиусам однонаправленной кривизны показало, что прокатка раската из данного калибра в трапециевидном осевом односторонне закрытом калибре не позволяет полностью заполнить калибр со стороны будущей головки и приводит к быстрой выработке закрытого ручья калибра со стороны будущей подошвы профиля;
 - использование в системе черновых калибров трапециевидного осевого односторонне закрытого калибра приводит к осевому смещению вала с закрытым ручьем из-за возникающих осевых усилий, что не позволяет получать профиль раската в соответствии с заданной геометрией в этом и последующем по ходу прокатки трапециевидном ребровом полузакрытом калибрах.
- Эти недостатки дестабилизируют процесс прокатки, приводят к образованию поверхностных дефектов в готовых рельсах и быстрому износу валков.

Недостатки проектной системы черновых калибров для прокатки железнодорожных рельсов обусловили необходимость усовершенствования системы черновых калибров, отличительная особенность которой: использование в системе калибров ящичного калибра квадратного типа с днищами ручьев противоположной кривизны, что позволило формировать поверхность катания головки рельса в трапециевидном осевом односторонне закрытом калибре из выпуклой грани раската. Расточку трапециевидного осевого односторонне закрытого калибра в этой системе осуществляют с предварительным сдвигом закрытого относительно открытого ручья на величину зазора по опорным конусам до захвата металла валками. Внедрение усовершенствованной системы калибров для прокатки рельсов в черновых пропусках позволило обеспечить при формоизменении металла в этих калибрах качественное оформление геометрических параметров раскатов в соответствии с калибровкой валков, уменьшить выработку калибров, стабилизировать процесс прокатки, увеличить производительность стана за счет сокращения времени на настройку профиля, снизить количество поверхностных дефектов на рельсах.

Суммарный экономический эффект от использования рациональной системы калибров для прокатки железнодорожных рельсов в черновых пропусках при прокатке длинномерных железнодорожных рельсов на универсальном рельсобалочном стане АО «ЕВРАЗ ЗСМК» составил 101 млн руб.

Ключевые слова: железнодорожный рельс, универсальный рельсобалочный стан, система калибров для прокатки рельсов в черновых пропусках, обжимная реверсивная клеть, схема прокатки, технико-экономические показатели, черновые калибры

Rational gauge system for railway rails rolling in rough passes under the conditions of universal rail and structural steel mill at «EVRAZ ZSMK»

Vladimir V. Dorofeev, Andrey V. Dobryanskij, Alexey V. Golovatenko, Dmitry E. Pervushin

JSC «EVRAZ Consolidated West Siberian Metallurgical Plant», Novokuznetsk, Russia

Abstract. The developed rational system of pass design for rolling of railway rails in roughing passes in the rail and structural steel mill of EVRAZ Consolidated West Siberian Metallurgical Plant JSC (hereinafter, «EVRAZ ZSMK» JSC) is presented. The modern universal rail and structural steel mill, the developer and manufacturer of which is the German company «SMS Meer», includes two reversing breakdown duo stands, continuous reversing mill group (tandem mill) and a universal non-reversing finishing stand.

The design scheme for rolling of rails in the rough passes of the universal rail and structural steel mill of «EVRAZ ZSMK» JSC, developed by «SMS Meer» specialists, includes a rough pass system consisting of three box passes, trapezoidal axial one-sidedly closed and trapezoidal vertical semi-closed passes. Trapezoidal vertical semi-closed pass excludes cutting of the section along the rail foot.

In this system of passes, the square pass, preceding the trapezoidal axial unilaterally closed pass, is a box pass, the bottoms of the grooves of which are made along the radii of unidirectional curvature. The experience of using the design system of roughing pass for rolling of rails in the rail and structural steel mill of «EVRAZ ZSMK» JSC revealed a variety of disadvantages, the main of which are the following:

- the use of a square-type box pass, the bottoms of the grooves of which are made along the radii of unidirectional curvature, showed that the rolling of the breakdown bar from this pass in a trapezoid axial unilaterally closed pass does not allow to completely fill the pass from the side of the future rail head and leads to the rapid galling of a closed groove of the pass from the side of the future rail foot profile;
- the use of a trapezoidal axial one-sided closed pass in the system of rough passes leads to axial displacement of the roll with a closed groove due to the arising axial forces, which does not allow obtaining the breakdown bar profile in accordance with the specified geometry in this and subsequent trapezoidal vertical semi-closed passes in the course of rolling.

These disadvantages destabilize the rolling process, lead to the formation of surface defects in the finished rails and rapid wear of the rolls.

The disadvantages of the design system of roughing passes for rolling of railway rails, developed by «SMS Meer» specialists, necessitated the improvement of the system of roughing passes, the distinguishing feature of which was: the use of a square-type box pass with bottoms of grooves of counter-directional curvature in the passes system. This fact gave the possibility to form the rolling surface of the rail head in a trapezoidal axial unilaterally closed pass from a convex roll edge; the boring of a trapezoidal axial unilaterally closed pass in this system is carried out with a preliminary shift of the closed relative to the open groove by the amount of the gap along the support cones until the metal is captured by the rolls. The introduction of an improved system of passes for rolling rails in roughing passes made it possible to ensure, when forming metal in these calibers, the qualitative design of the geometric parameters of the rolls in accordance with the rolls calibration, to reduce the galling of passes, to stabilize the rolling process, to increase the productivity of the mill by reducing the time to adjust the profile, to reduce surface defects on the rails. The total economic effect from the use of a rational system of passes for rolling railway rails in rough passes during the rolling of long rails on the universal rail and structural steel mill of «EVRAZ ZSMK» JSC amounted to 101 million rubles.

Keywords: Railway rail, universal rail and structural steel mill, pass system for rolling rails in roughing passes, breakdown reversing stand, rolling sequence, technical and economic features, roughing passes

Формирование внутренних напряжений в рельсах при длительной эксплуатации

Наталья Анатольевна Попова¹, канд. техн. наук; **Виктор Евгеньевич Громов²**, д-р физ.-мат. наук; **Юрий Федорович Иванов³**, д-р физ.-мат. наук; **Михаил Анатольевич Порфирьев²**; **Елена Леонидовна Никоненко¹**, канд. физ.-мат. наук; **Роман Евгеньевич Крюков²**, канд. техн. наук; **Виталий Владиславович Шляров²**

¹ *Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Россия.*

E-mail: natalya-popova-44@mail.ru

² *Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия.*

E-mail: gromov@physics.sibsui.ru

³ *Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия. E-mail: yufi55@mail.ru*

Аннотация. Для рельсов двух категорий из стали с содержанием углерода 0,74 масс. % и 0,91 масс. % ДТ350 общего назначения и ДТ400ИК повышенной износостойкости и контактной выносливости после пропущенного тоннажа 1770 млн т (для ДТ350) и 187 млн т ДТ400ИК (1) и 234 млн т ДТ400ИК (2) определен уровень микроскопических внутренних дальнедействующих полей напряжений σ_y на поверхности катания и рабочей выкружке. Выявлено увеличение уровня σ_y в рельсах ДТ400ИК по сравнению с рельсами категории ДТ350. Рост пропущенного тоннажа для рельсов категории ДТ400ИК приводит к росту σ_y , при этом значения внутренних напряжений на поверхности выкружки превышают соответствующие значения на поверхности катания. Рассмотрены физические причины наблюдаемых изменений.

Ключевые слова: внутренние поля напряжений, избыточная плотность дислокаций, поверхность, рельсы, электронная микроскопия

Formation of internal stresses in rails during long-term operation

Natalya A. Popova¹, **Viktor E. Gromov²**, **Yury F. Ivanov³**, **Mikhail A. Porfiriev²**,
Elena L. Nikonenko¹, **Roman E. Kryukov²**, **Vitaly V. Shlyarov²**

¹ *Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

² *Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia*

³ *Institute of High Current Electronics Siberian Branch of RAS, Tomsk, Russia*

Abstract. For rails of two categories made of steel with a carbon content of 0.74 wt. % and 0.91 wt. %: the first of general purpose DT350 and the second – DT400IK of increased wear resistance and contact endurance after the passed tonnage of 1770 million tons (for DT350) and 187 million tons of DT400IK (1) and 234 million tons of DT400IK (2) the level of microscopic internal long-range stress fields σ_y on the surface was determined on the tread surface and working fillet. An increase in the level of σ_y for DT400IK rails in comparison with rails of the DT350 category was revealed. The growth of the passed tonnage for rails of category DT400IK leads to an increase in σ_y , while the values of internal stresses on the fillet surface exceed the corresponding values on the tread surface. The physical causes of the observed changes are discussed.

Keywords: internal stress fields, excess dislocation density, surface, rails, electron microscopy

DOI: 10.54826/19979258_2023_1_72
УДК 621.771.23.01

Исследование влияния раскисления шлака на содержание неметаллических включений в сверхнизкоуглеродистой стали 01ЮТ

Алексей Игоревич Дагман¹; Александр Иванович Зайцев²; Константин Борисович Калмыков³; Наталия Анриевна Арутюнян^{2,3}; Сергей Федорович Дунаев³

¹ ПАО «НЛМК», г. Липецк, Россия. E-mail: dagman_ai@nlmk.com

² ГНЦ ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, Москва, Россия. E-mail: aizaitsev1@yandex.ru

³ Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия. E-mail: kbkalmykov@mail.ru; naarutyunyan@gmail.com; dunaev@general.chem.msu.ru

Аннотация. На пробах металла, отобранных от 4 партий горячекатаного и 13 партий холоднокатаного нагартованного проката, произведенных из сверхнизкоуглеродистой стали 01ЮТ серии четырех плавов выполнено исследование содержания и состава присутствующих неметаллических включений, НВ. При проведении серии плавов использовали прием раскисления и модифицирования состава покровного шлака сталеразливочного ковша путем присадки алюминия. На основе полученных результатов подтверждена ключевая роль покровного шлака сталеразливочного ковша в обеспечении высокой чистоты стали по НВ и предупреждении возникновения отсортировки по дефектам поверхности проката.

Ключевые слова: сверхнизкоуглеродистые IF-стали, прокат, неметаллические включения, раскисление, покровный шлак, дефекты, сталеплавильная технология производства

Investigation of the effect of slag deoxidation on the content of non-metallic inclusions in ultra-lowcarbon steel 01YuT

Alexey I. Dagman¹, Alexander I. Zaitsev², Konstantin B. Kalmykov³, Nataliya A. Arutyuniyan^{2,3}, Sergey F. Dunaev³

¹ Novolipetsk Steel PJSC, Lipetsk, Russia

² I.P. Bardin TsNIIChermet, Moscow, Russia

³ Faculty of Chemistry, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. On metal samples taken from 4 batches of hot-rolled and 13 batches of cold-rolled hard-worked steel produced from ultra-lowcarbon steel 01YUT of a series of four heats, a study was made of the content and composition of non-metallic inclusions present, NI. When carrying out a series of heats, the method of deoxidation and modification of the composition of the steel-pouring ladle cover slag by adding aluminum was used. On the basis of the results obtained, the key role of steel-pouring ladle cover slag in ensuring high steel purity in terms of NI and preventing the occurrence of sorting on rolled surface defects was confirmed.

Keywords: ultra-lowcarbon IF-steels, rolling, non-metallic inclusions, deoxidation, cover slag, defects, steelmaking technology

Исследование коррозионной стойкости холоднокатаных низкоуглеродистых сталей без микролегирующих добавок

Ирина Гавриловна Родионова¹, д-р техн. наук; **Андрей Владимирович Амежнов¹**, канд. техн. наук; **Ирина Алексеевна Васечкина^{1,2}**; **Елена Ивановна Заркова¹**, канд. техн. наук; **Александр Владимирович Гришин¹**; **Артем Андреевич Папшев¹**; **Константин Александрович Буков¹**

¹ «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», Москва, Россия. E-mail: igrodi@mail.ru, amejnov@mail.ru, zarkova_eibs@mail.ru, grishinav87@gmail.com, a.a.papshev@gmail.com, bukov.kostya@gmail.com

² Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия. E-mail: iavasechkina@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ возможности оптимизации технологии производства в условиях ПАО «ММК» холоднокатаного проката из низкоуглеродистых сталей без микролегирующих добавок, для повышения стойкости против атмосферной коррозии. Показано, что из параметров химического состава наиболее сильное отрицательное влияние на коррозионную стойкость оказывает алюминий, положительное влияние оказывают никель и медь.

Из параметров технологии прокатного передела холоднокатаного проката, подвергаемого отжигу в агрегатах непрерывного действия, наибольшее влияние на коррозионную стойкость стали оказывают параметры, определяющие структурную однородность холоднокатаного проката после отжига, степень протекания рекристаллизационных процессов. Были сделаны соответствующие рекомендации, касающиеся повышения температуры конца прокатки (до 880 °С и более) и отжига (до 820 °С и более), снижение скорости движения полосы в агрегате непрерывного отжига (до 120 м/мин и менее). Установлено, что использование указанных рекомендаций может приводить к более полному протеканию рекристаллизационных процессов и, тем самым, повышать коррозионную стойкость стали. Показано, что температурный интервал перестаривания при этом желательно поддерживать на уровне 410–320 °С.

Ключевые слова: коррозионная стойкость, холоднокатаный прокат, непрерывный отжиг, автолистовые стали, низкоуглеродистая сталь, технологические параметры, статистический анализ, размер зерна, микроструктура

Investigation of corrosion resistance of cold-rolled low-carbon steels without micro-alloying additives

Irina G. Rodionova¹, **Andrey V. Amezhnov¹**, **Irina A. Vasechkina^{1,2}**, **Elena I. Zarkova¹**, **Aleksander V. Grishin¹**, **Artem A. Papshev¹**, **Konstantin A. Bukov¹**

¹ Bardin Central Research Institute of Ferrous Metallurgy, Moscow, Russia

² National University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia

Abstract. The analysis of the possibility, in the conditions of PJSC MMK, of optimizing the technology of production of cold-rolled products from low-carbon steels without micro-alloying additives, to increase resistance against atmospheric corrosion. It is shown that of the chemical composition parameters, aluminum has the strongest negative effect on corrosion resistance, nickel and copper have a positive effect.

Of the parameters of the technology of rolling conversion of a cold-rolled process subjected to annealing in continuous units, the parameters determining the structural uniformity of cold-rolled products after annealing, the degree of recrystallization processes have the great-

est impact on the corrosion resistance of steel. Appropriate recommendations were made regarding the increase in the temperature of the end of rolling (up to 880 °C and more) and annealing (up to 820 °C and more), reducing the speed of the strip in the continuous annealing line (up to 120 m/min and less). It is established that the use of these recommendations can lead to a more complete course of recrystallization processes and, thereby, increase the corrosion resistance of steel. It is also shown that it is desirable to maintain the temperature range of overcooking at the level of 410–320 °C.

Keywords: corrosion resistance, cold-rolled steel, continuous annealing, auto-sheet steels, low-carbon steel, technological parameters, statistical analysis, grain size, microstructure

DOI: 10.54826/19979258_2023_1_93
УДК 66.017 621.9.048.4

Ti–Cr–Cu электроискровые покрытия на стали Ст3

Александр Анатольевич Бурков¹; Валерия Олеговна Крутикова²; Александра Юрьевна Быцура¹; Владимир Канчерович Хе¹

¹ *Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия.*

E-mail: burkovalex@mail.ru, alex_btrs@mail.ru, khe@ngs.ru

² *Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия.*

E-mail: nm32697@gmail.com

Аннотация. Впервые были приготовлены Ti–Cr–Cu покрытия методом электроискрового легирования не локализованным анодом, состоящим из смеси медных и титановых гранул с молярным соотношением 3:2 со смесью порошков титана и хрома в соотношениях Ti:Cr 1:(4–1). Применение Ti–Cr–Cu покрытий позволяет снизить скорость атмосферной коррозии стали Ст3 от 22 до 65 %. Электроискровые Ti–Cr–Cu покрытия позволяют повысить жаростойкость стали Ст3 в 2,4–5 раз при температуре 700 °C и в 1,3–1,6 раза при 900 °C. Осаждение Ti–Cr–Cu покрытий по предложенной методике позволяет снизить коэффициент трения стали Ст3 на 6–32 %. Применение Ti–Cr–Cu покрытий позволяет повысить износостойкость поверхности стали Ст3 в 1,6–4,2 раза. Все композиции Ti–Cr–Cu покрытий проявили антибактериальную активность к культуре непатогенной *Escherichia coli*.

Ключевые слова: электроискровое легирование, Ti–Cr–Cu покрытие, низкоуглеродистая сталь, антибактериальная активность, жаростойкость, износ

Ti–Cr–Cu electrospark coatings on steel St3

Aleksandr A. Burkov¹, Valeriya O. Krutikova², Aleksandr Yu. Bytsura¹, Vladimir K. Khe¹

¹ *Khabarovsk Federal Research Center FEB RAS, Khabarovsk, Russia*

² *Yu.A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics of FEB RAS, Khabarovsk, Russia*

Abstract. For the first time, Ti–Cr–Cu coatings were prepared by electrospark deposition with a non-localized anode. A mixture of copper and titanium granules with 3:2 molar ratio with a mixture of titanium and chromium powders in ratios of 1:(4–1) was used as anode. Ti–Cr–Cu coatings reduce the rate of atmospheric corrosion steel St3 from 22 to 65%. Ti–Cr–Cu electrospark coatings increase the oxidation resistance of steel St3 for 2.4–5 times at 700 °C and 1.3–1.6 times at 900 °C. According to the proposed method the Ti–Cr–Cu coatings reduce the coefficient of friction of steel St3 by 6–32% and increase the surface wear resistance 1.6–4.2 times. All compositions of Ti–Cr–Cu coatings showed antibacterial activity against a culture of nonpathogenic *Escherichia coli*.

Keywords: electrospark deposition, Ti–Cr–Cu coatings, lowcarbon steel, antibacterial activity, oxidation resistance, wear



РОССИЙСКАЯ НАУКА ПРОДОЛЖАЕТ РАЗВИТИЕ



8 февраля в День российской науки генеральный директор ЦНИИчермет им. И.П. Бардина В.В. Семенов встретился с представителями федеральных и отраслевых СМИ. Встреча была посвящена инжиниринговым проектам по импортозамещению в отрасли, новым разработкам для металлургии и смежных отраслей промышленности (тяжелое машиностроение, автопром, железнодорожный транспорт, производство сельскохозяйственной техники и т.д.), проблемам и перспективам развития металлургической промышленности.



Открытие читального зала научно-технической библиотеки

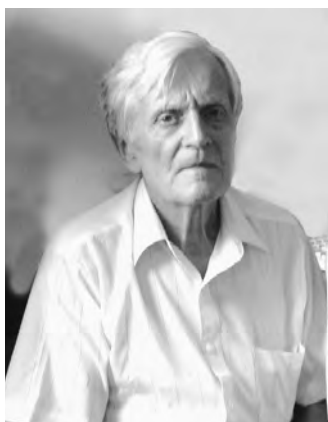
На встрече генеральный директор ГНЦ «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» В.В. Семенов

и его советник, академик РАН Л.И. Леонтьев, отвечая на вопросы журналистов о перспективах развития металлургической промышленности, рассказали о реализации инжиниринговых проектов Института по импортозамещению в отрасли и новых разработках для металлургии и смежных отраслей промышленности.

Руководитель Института отметил, что ЦНИИчермет им. И.П. Бардина активно развивает сотрудничество с ведущими отечественными предприятиями черной металлургии по обеспечению их потребностей в наукоемких технологиях, разработке новых видов металлургической продукции и современных материалов. Он подчеркнул, что в условиях ухода с российского рынка западных производителей и поставщиков оборудования и технологий отечественная отраслевая наука продолжает развиваться, она способна решать сложные задачи, стоящие перед отраслью, в т.ч. по инжинирингу.

Производить импортозамещающее оборудование планируется на российских машиностроительных заводах и металлургических комбинатах. В отечественной металлургии достаточное развитие получили ремонтные подразделения, ряд из них по сути стали машиностроительными предприятиями, в которых работают по несколько тысяч человек. ЦНИИчермет предлагает развивать эти подразделения с использованием своих инжиниринговых решений. Драйвером такого развития может стать Научно-инжиниринговый центр, который работает с 2019 года как структурное подразделение института и разрабатывает технологические процессы металлургического производства и конструкции комплектных машин. На его счету уже ряд успешно реализованных проектов для отечественных и зарубежных заказчиков.

В.В. Семенов отметил, что значительная часть перспективных планов развития металлургии отражена в Стратегии развития металлургической промышленности до 2030 г., разработанной Минпромторгом при участии ГНЦ «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина».



Патриот родины и науки

Владимиру Николаевичу ЗИКЕЕВУ – 90 лет!

В январе этого года сотрудники Центра сталей для труб и сварных конструкций и коллектив ЦНИИчермет им. И.П. Бардина поздравили доктора технических наук, профессора Владимира Николаевича Зикеева с юбилейными датами – 90-летием со дня рождения и 60-летием работы в ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина».

Владимир Николаевич является старейшой не только Центра сталей для труб и сварных конструкций, но и всего ГНЦ «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», хранителем его научных традиций в области металловедения и термообработки конструкционных сталей.

На протяжении многих лет В.Н. Зикеев решал самые сложные металловедческие задачи. Владимир Николаевич – достойный продолжатель идеи своего учителя А.П. Гуляева о последовательности трех «с» в металловедении: «состав – структура – свойства», применяя этот безошибочный подход при создании новых сталей.

Высокий уровень теоретических знаний позволил В.Н. Зикееву внести значительный вклад в развитие производства качественных и высокоэффективных видов материалов для многих металлопотребляющих отраслей промышленности, таких как машиностроение, энергетика, строительство, транспортные системы и, особенно,

материалов для добычи и транспортировки нефтепродуктов. Его можно считать основоположником создания и промышленного освоения криогенных сталей в СССР, так необходимых сейчас стране. В.Н. Зикеевым разработаны первые отечественные стали для транспортировки сжиженного газа 0Н5-0Н9.

В.Н. Зикеев – один из основных разработчиков концепции научного и технологического обоснования производства сталей с высоким уровнем сопротивления хрупкому разрушению, коррозионному растрескиванию под напряжением в среде сероводорода и проката с высоким уровнем прочности и хладостойкости. Его разработки (например, сталь 20ЮЧ) впервые были использованы для создания сероводородостойких газовых трубопроводных систем Оренбургского и Астраханского месторождений.

В число несомненных достижений ученого входит не только разработка, но и промышленное освоение высокоэффективных марок стали, производство которых внедрено на металлургических комбинатах (ММК, ОЭМК, Азовсталь и др.) и трубных заводах (СинТЗ, ВТЗ, ЧТПЗ и др.).

Благодаря научным изысканиям В.Н. Зикеева были разработаны и до сих пор используются цементуемые стали для двигателей автомобилей большой грузоподъемности, гусеничных машин для Крайнего Севера и военной техники.

Проф. В.Н. Зикеевым создано и внедрено более 50 композиций новых сталей, получено более 40 патентов и авторских сви-

детельств на изобретение и опубликовано более 200 научных трудов, в том числе две монографии.

Владимир Николаевич Зикеев воспитал не одно поколение ученых, которые успешно продолжают научную работу. И сейчас Владимир Николаевич продолжает делиться своими знаниями с молодыми сотрудниками, для которых его огромный опыт бесценен.

Замечательное чувство юмора, прекрасный певческий голос и позитивное, молодое отношение к жизни делает Владимира Нико-

лаевича душой компании. При этом ему присущи внимательность и доброта, открытость и искренность, глубокие знания, широкая эрудиция, незаурядный ум, добросовестность и принципиальность в работе, что вызывает уважение и любовь людей, работающих рядом с ним.

Приняв решение закончить трудовую деятельность, проф. В.Н. Зикеев остается идейно в коллективе НЦКС – его научным консультантом, членом НТС и диссертационного и Ученого совета.

Коллектив и руководство ГНЦ «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» выражает глубокое уважение юбиляру за плодотворный, самоотверженный труд, являющийся примером для ученых разных поколений!



Алексею Борисовичу КОРОСТЕЛЕВУ – 60 лет

5 марта 2023 г. исполнилось 60 лет проф. **Алексею Борисовичу Коростелеву** – крупному ученому, педагогу, организатору научной деятельности, известному специалисту в области материаловедения и термической обработки металлов.

В 1986 г. выпускник Московского института стали и сплавов А.Б. Коростелев начал трудовую деятельность с должности инженера отдела материаловедения в Научно-исследовательском и конструкторском институте энерготехники, где затем работал в должности старшего научного сотрудника. В 1998 г. А.Б. Коростелев был переведен в центральный аппарат Министерства РФ по атомной энергии на руководящие должности – начальника отдела и начальника управления.

В 2004–2007 гг. и 2013–2015 гг. Алексей Борисович Коростелев продолжил научную деятельность: сначала в должности заместителя генерального директора по научной работе ФГУП «Институт ГИНЦВЕТМЕТ», а в 2007 г. он был избран ректором Московского государственного вечернего металлургического института. С 2015 г. А.Б. Коростелев работает начальником отдела материаловедения в Научно-исследовательском и конструкторском институте энерготехники им. Н.А. Доллежала.

А.Б. Коростелев в 1993 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 2000 г. – докторскую диссертацию, в 2001 г. ему присвоено звание профессора по кафедре Металловедение и термическая обработка металлов.

Алексей Борисович Коростелев – высококвалифицированный специалист в области реакторного материаловедения. С начала своей научно-педагогической деятельности в НИКИЭТе он проводит работы по выбору и обоснованию работоспособности конструкционных материалов ядерных установок, разрабатываемых в Институте, выбору режимов термической обработки, подготовки отчетов с обоснованием применения новых конструкционных материалов. Под его руководством проведены материаловедческие исследования причин выхода из строя отдельных деталей и узлов атомных станций, в частности ЛАЭС, САЭС, КАЭС и др., что позволило повысить безопасность эксплуатации АЭС с реакторами РБМК.

Основные направления научно-практической деятельности д-ра техн. наук, профессора А.Б. Коростелева – работоспособность конструкционных материалов, термическая обработка сложнолегированных сплавов, новые переплавные процессы. Он автор нового научного направления – использование переплавных процессов и литых материалов в узлах и элементах конструкций, работающих в непосредственной близости от активной зоны реактора, результаты работы реализованы в технических проектах космических ядерных энергодвигательных установок и термоядерном реакторе ИТЭР.

А.Б. Коростелев успешно решал задачи по определению металлургического качества металлопродукции экспресс-методами, иммобилизацией радиоактивных отходов в минералоподобные матрицы, занимался разработкой новых материалов с уникальным сочетанием свойств, проблемами рециклинга, переработки отходов, альтернативной энергетики. В 2013–2014 гг. являлся научным руководителем и ответственным исполните-

лем работ по ликвидации «радиоактивного наследия СССР» – разработке технологии переработки краснофимского монацитового концентрата, успешно внедренного на предприятиях Ростеха.

А.Б. Коростелев внес значительный вклад в инновационное развитие атомной отрасли в 2015–2019 гг. Он принимал непосредственное участие в материаловедческом сопровождении энергетического пуска исследовательского реактора ПИК, в части обоснования продления эксплуатации экспериментальных каналов; участвовал в разработке и внедрении коррозионностойкой стали нового поколения для инновационных проектов крупномасштабной энергетики (ЭП-302М-Ш); разработал теорию внешнего и внутреннего окисления сталей, дающую возможность научно обосновать кинетику коррозионных процессов для конструкционных материалов ЯЭУ; обосновал применение сталей ЭП302-Ш и ЭП302М-Ш в качестве материалов элементов конструкции атомного реактора со свинцовым теплоносителем и никелевого сплава ЧС57 для реактора с гелий-ксеноновым теплоносителем.

Под научным руководством А.Б. Коростелева в 2020–2022 гг. проведены работы по исследованию и внедрению жаропрочного никелевого сплава нового поколения для ядерных энергетических установок жидкосольевых реакторов, отмеченные золотой меда-

лью международной выставки Металл Экспо'2021.

А.Б. Коростелев имеет более 200 научных трудов в отечественных и зарубежных журналах, четыре монографии, 11 учебников и учебных пособий (пять с грифом УМО), шесть патентов и авторских свидетельств. Под научным руководством Алексея Борисовича Коростелева подготовлены более 60 инженеров-металловедов и четыре кандидата технических наук.

Научная общественность высоко оценила вклад Алексея Борисовича Коростелева в металлургическую науку – он является лауреатом премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2003 г.), почетным работником высшего профессионального образования Российской Федерации, ему трижды объявлялась благодарность министром Российской Федерации по атомной энергии, в 2020 г. он был награжден знаком отличия «За заслуги перед атомной отраслью 3-й степени», награжден Почетными грамотами Минпромторга России и Правительства Москвы, медалями Правительства Москвы.

А.Б. Коростелев активно развивает научную деятельность, являясь федеральным экспертом научно-технической сферы, членом диссертационных советов АО «НИКИЭТ», АО «НПО «ЦНИИТМАШ» и ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», оргкомитета международной выставки Металл Экспо.

Сердечно поздравляем Алексея Борисовича Коростелева с 60-летием и желаем дальнейших научных достижений в области материаловедения и реализации инновационных проектов для развития атомной техники.



Памяти Виктора Михайловича ЕРМОЛОВА

3 февраля 2023 г. ушел из жизни кандидат технических наук, старший научный сотрудник, начальник лаборатории ферросплавного производства Научного центра комплексной переработки сырья им. Н.П. Лякишева Центрального научно-исследовательского института черной металлургии им. И.П. Бардина, известный специалист и практик в области ферросплавного производства.

Виктор Михайлович Ермолов родился 13 сентября 1938 г. в городе Ногинске. После окончания школы он учился в Кудиновском машиностроительном техникуме Мособлсовнархоза (г. Электроугли), получив в 1959 г. специальность техника-технолога по литейному производству. Затем работал формовщиком в литейном цехе Судоремонтного завода № 178. В 1959–1962 гг. проходил службу в рядах Советской Армии. С 1962 по 1968 гг. учился в Московском институте стали и сплавов и получил диплом инженера-металлурга по специальности «Физико-химические исследования металлургических процессов».

После учебы и до самой кончины В.М. Ермолов проработал в ЦНИИчермете им. И.П. Бардина, в общей сложности 55 лет. Трудовую деятельность начал с должности младшего научного сотрудника в лаборатории № 24. Затем занимал должности старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника и начальника лаборатории ферросплавного производства Института ферросплавов и техногенного сырья им. Н.П. Лякишева (ныне Научного центра комплексной переработки сырья им. Н.П. Лякишева). В 1975 г. Виктор Михайлович защитил диссертацию, посвященную исследованию и разработке технологии выплавки передельного марганцевого шлака с низким содержанием кремнезема, с присуждением ученой степени кандидата технических наук. В 1984 г. ему было присвоено ученое звание старшего научного сотрудника по специальности «Металлургия черных металлов».

В.М. Ермолов внес большой личный вклад в развитие металлургической промышленности. В научно-производственной работе он много внимания уделял совершенствованию технологии выплавки марганцевых ферросплавов, принимая непосредственное участие в выплавке передельного шлака, углеродистого ферромарганца, металлического марганца с низким содержанием кремния на Запорожском и Никопольском заводах ферросплавов.

Другие исследования и научно-практические работы Виктора Михайловича были посвящены получению чугуна; применению экономичных углеродистых восстановителей; производству легирующих добавок для чугуна и стали; получению низкофосфористой стали и рафинированного феррохрома; способам разлива ферросплавов; оптимальным режимам работы руднотермических печей и др. Он курировал работу по созданию технологии выплавки марганцевых ферросплавов из сырья Усинского месторождения, участвовал в работе по исследованию железомарганцевых конкреций Тихого океана. Руководил исследованиями по переработке бедных марганцевых руд, шлаков, металлосодержащих отходов. Одно из изобретений, созданное с коллективом соавторов для первичной очистки водного бассейна от загрязнений нефтью, позволяет разделять несмешивающиеся жидкости (типа вода и нефть, масла и т.д.). Разработанный сепаратор с 1992 г. применяется для отделения нефтепродуктов от воды на ряде предприятий производства стройматериалов, машиностроения, металлургии, а также при сборе и очистке промышленных стоков, показав высокую надежность и эффективность.

Ветеран труда ЦНИИчермета им. И.П. Бардина, В.М. Ермолов за добросовестный труд неоднократно поощрялся руководством Института благодарностями и грамотами. В 2013 г. за многолетний и добросовестный труд был награжден Почетной грамотой Министерства промышленности и торговли РФ. Являлся автором 45 статей и 53 патентов на изобретения.

В трудовом коллективе Виктор Михайлович Ермолов пользовался заслуженным авторитетом. Он был наставником для нескольких поколений молодых ученых. Его знали, как заботливого семьянина, воспитавшего двух дочерей и четверых внуков.

В памяти сотрудников Института Виктор Михайлович Ермолов останется как очень яркий, энергичный, талантливый и сильный человек.