

# 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

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.chermet.net](http://www.chermet.net)

## **Подписной индекс 58999**

в объединенном каталоге «Пресса России» на сайте [www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.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** Н.В. Колясникова

**Верстка** П. Несмелова

## **Адрес редакции:**

105005 Москва, ул. Радио, дом 23/9, стр. 2, оф. 474

ЦНИИчермет им. И.П. Бардина,

тел. +7 495 777 93 02, 777 95 13 ,

E-mail: [ntphm@yandex.ru](mailto:ntphm@yandex.ru), [rhenium@list.ru](mailto:rhenium@list.ru),

[metallurizdat@yandex.ru](mailto:metallurizdat@yandex.ru)

Подписано в печать 25.06.2024 г.

Формат 60×88 1/8.

Отпечатано в ООО «Металлургиздат»

[www.metallurgizdat.com](http://www.metallurgizdat.com)

Фото на обложке В.П. Чекалова

# ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

## СОДЕРЖАНИЕ

2 • 2024

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МЕТАЛЛУРГИИ

<i>Шевелев Л.Н., Бродов А.А., Безруков И.А., Филимоненко В.Н.</i> Перспективы перехода черной металлургии России на углеродно-нейтральное производство стали . . . . .	4
<i>Могильников П.С., Колотовкин Н.Ю., Соснин В.В., Базлов А.И., Малютин Е.С., Лонгинов А.М.</i> Изучение влияния длительности отжига при температурах выше температуры кристаллизации $T_x$ на индукцию насыщения аморфных лент сплавов на основе Fe-Co . . . . .	13
<i>Балановский А.Е., Конюхов В.Ю., Опарина Т.А.</i> Оценка влияния технологических параметров плазменного поверхностного упрочнения конструкционных сталей на стабильность процесса. . . . .	20
<i>Павлов А.А., Амежнов А.В., Уткин И.Ю., Яковлева П.С., Картунов А.Д.</i> Определение энергетических параметров сварки высокопрочной стали типа 38ХГСН2 . . . . .	31
<i>Присяжный А.Г., Зареченский Д.А., Ковальчик Р.В., Глазко В.В., Холодный А.А.</i> Разработка математической модели расчета толщины оболочки порошковой электродной ленты с учетом технологических параметров ее изготовления. . . . .	38
<i>Чащин В.В.</i> Регулируемое охлаждение рулонов в технологии горячей прокатки . . . . .	45
<i>Клейменова Н.В., Сорокин В.Н.</i> Разработка и внедрение технологии производства фасонных профилей высокой точности для народного хозяйства. . . . .	51

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Козырев Н.А., Ливанова О.В., Жуков А.В., Козырева О.А., Крюков Р.Е.</i> Анализ тонкой структуры наплавленного порошковой проволокой ПП-НП-35В9ХЗСФ слоя металла . . . . .	60
<i>Соснин В.В., Лонгинов А.М., Зимичев С.А., Пименов Е.В., Дьяконов Д.Л., Блинова Е.Н.</i> Особенности формирования структуры суперсплава системы Co-Ni-Cr-W-Al-Ti . . . . .	69
<i>Сундеев Р.В., Шалимова А.В., Рогачев С.О., Черногорова О.П., Блинова Е.Н., Шурыгина Н.А., Якку Д.В.</i> Структурные аспекты формирования многослойных композитов из разнородных материалов в ходе кручения под высоким давлением . . . . .	76
<i>Дагман А.И., Колдаев А.В., Казарин А.Ю., Арутюнян Н.А.</i> Оценка перспектив замены ниобия ванадием в высокопрочных микролегированных сталях . . . . .	85

### ИНФОРМАЦИЯ

Современное развитие прокатного, трубного и метизного производств. Итоги XIV Конгресса прокатчиков . . . . .	94
Международный металлургический форум. . . . .	100
21-й Металлургический саммит «Русская Сталь: стратегия роста». . . . .	102

**К 80-ЛЕТИЮ ЦНИИЧЕРМЕТ ИМЕНИ И.П. БАРДИНА**

ЦНИИЧермет вручили государственную награду ..... 103  
*Чекалов В.П.*  
Крупнейший научно-исследовательский центр металлургической науки мирового уровня ..... 104  
*Антонова И.С.*  
Людам завод на память оставил. .... 111

**ЮБИЛЕИ**

Борису Михайловичу Могутнову – 90 лет. .... 114

# PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

---

## CONTENTS

2 • 2024

**PRODUCTION PROCESSES IN METALLURG**

*Shevelev L.N., Brodov A.A., Bezrukov I.A., Filimonenko V.N.*  
Prospects for the transition of the Russian ferrous metallurgy to carbon-neutral steel production ..... 4

*Mogilnikov P.S., Kolotovkin N.Yu., Sosnin V.V., Bazlov A.I., Maliutina E.S., Longinov A.M.*  
The study of the effect of annealing duration at temperatures above the crystallization temperature  $T_x$  on the saturation magnetization of Fe-Co based amorphous alloys. .... 13

*Balanovskiy A.E., Konyukhov V.Yu., Oparina T.A.*  
Assessment of the influence of technological parameters on the width of the strengthened layer during plasma surface hardening of structural steel ..... 20

*Pavlov A.A., Amezhnov A.V., Utkin I.Yu., Yakovleva P.S., Kartunov A.D.*  
Determination of energy parameters of welding high strength steel type 38KhGSN2. .... 31

*Prisyazhny A.G., Zarechenskiy D.A., Kovalchik R.V., Glazko V.V., Kholodnyi A.A.*  
Development of a mathematical model for calculating the thickness of the shell of a powder electrode strip, taking into account the technological parameters of its manufacture. .... 38

*Chashchin V.V.*  
Adjustable roll cooling in technology hot strip rolling. .... 45

<i>Cleyменова N.V., Sorokin V.N.</i> Technology development and implementation production of high precision shaped profiles for the national economy. ....	51
--	----

**MATERIALS SCIENCE AND NEW MATERIALS**

<i>Kozyrev N.A., Livanova O.V., Zhukov A.V., Kozyreva O.A., Kryukov R.E.</i> Analysis of the fine structure of the metal layer deposited with flux-cored wire PP-NP-35V9Kh3SF .....	60
<i>Sosnin V.V., Longinov A.M., Zimichev S.A., Pimenov E.V., Dyakonov D.L., Blinova E.N.</i> Features of the formation of the superalloy structure of the Co–Ni–Cr–W–Al–Ti system .....	69
<i>Sundeev R.V., Shalimova A.V., Rogachev S.O., Chernogorova O.P., Blinova E.N., Shurygina N.A., Yakku D.V.</i> Structural aspects of formation of multilayer composites from dissimilar materials upon high-pressure torsion .....	76
<i>Dagman A.I., Koldaev A.V., Kazarin A. Yu., Arutyunyan N.A.</i> Assessment of the prospects for replacing niobium with vanadium in high-strength microalloyed steels .....	85

**INFORMATION**

Modern development of rolling, pipe and hardware industries. Results of the XIV Congress of Distributors .....	94
International Metallurgical Forum.....	100
21st Metallurgical Summit «Russian Steel: Growth Strategy».....	102

**OF THE 80TH ANNIVERSARY OF THE I.P. BARDIN TSNIICHERMET**

TsNIChermet was awarded a state award.....	103
<i>Chekalov V.P.</i> The largest world-class metallurgical science research center.....	104
<i>Antonova I.S.</i> I left the factory for people as a souvenir. ....	111

**YUBILEES**

Boris Mikhailovich Mogutnov is 90 years old .....	114
---	-----

DOI 10.54826/19979258\_2024\_2\_4  
УДК 504.669.1

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ РОССИИ НА УГЛЕРОДНО-НЕЙТРАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ

**Леонид Николаевич Шевелев**<sup>1</sup>, д-р экон. наук, проф., академик РАЕН;  
**Анатолий Александрович Бродов**<sup>1</sup>, канд. экон. наук, **Иван Андреевич Безруков**<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук, **Владимир Николаевич Филимоненко**<sup>2</sup>, канд. техн. наук

<sup>1</sup>ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия

<sup>2</sup>ООО «Эпос-Инжиниринг», г. Новосибирск, Россия

E-mail: shevelevln@rambler.ru

**Аннотация.** Глобальное потепление климата, обусловленное увеличением объемов производства стали и в связи с этим выбросов парниковых газов (CO<sub>2</sub>) в атмосферу, ставит перед металлургическими предприятиями актуальную задачу защиты окружающей среды путем снижения расхода топлива и энергии, а также реструктуризации энергозатратных мощностей.

В целях защиты окружающей среды и сохранения климата ГНЦ ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина» провел с металлургическими компаниями, научными, образовательными и инжиниринговыми организациями специализированные совещания по переходу на водородное (безуглеродное) топливо, улавливание, нейтрализации и захоронению CO<sub>2</sub>, диверсификации структуры железорудного сырья и топлива, включая механизмы разработки и реализации наилучших доступных технологий и национальных проектов. Сотрудники ГНЦ ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина» активно участвовали в международных конференциях по этим вопросам, проводимых Н.П. «Русская сталь», Ассоциацией сталеплавильщиков, доменщиков, прокатчиков, Металл-Экспо.

По поручению руководства ГНЦ ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина» (далее ЦНИИЧермет) подразделение УАММО (управление анализа и мониторинга металлургической отрасли) с привлечением ООО «Эпос-инжиниринг» подготовило концепцию и техническое задание на экспериментальное опробование разработанной ими плазменно-водородной технологии производства стали в рудотермической шахтноплазменной печи (РТШПП).

**Ключевые слова:** выбросы парниковых газов и вредных загрязняющих веществ, производство и использование водородного топлива, улавливание CO<sub>2</sub>, его нейтрализация и конверсия в бурый водород, снижение себестоимости и углеродного следа стали, плазменно – водородная технология производства стали

---

## PROSPECTS FOR THE TRANSITION OF THE RUSSIAN FERROUS METALLURGY TO CARBON-NEUTRAL STEEL PRODUCTION

**Leonid N. Shevelev**<sup>1</sup>, **Anatoly A. Brodov**<sup>1</sup>, **Ivan A. Bezrukov**<sup>2</sup>, **Vladimir N. Filimonenko**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Epos-Engineering LLC, Novosibirsk, Russia

**Abstract.** Global climate warming, caused by an increase in steel production and, in connection with this, greenhouse gas (CO<sub>2</sub>) emissions into the atmosphere, poses an urgent task for metallurgical enterprises to protect the environment by reducing fuel and energy consumption, as well as restructuring energy-consuming capacities.

In order to protect the environment and preserve the climate, the State Research Center of FSUE TsNIIchermet named after I.P. Bardin held specialized meetings with metallurgical campaigns, scientific, educational and engineering organizations on the transition to hydrogen (carbon-free) fuel, CO<sub>2</sub> capture, neutralization and burial, diversification of the structure of iron ore raw materials and fuels, including mechanisms for the development and implementation of the best available technologies and national projects. Employees of the State Research Center of FSUE TsNIIchermet named after I.P. Bardin actively participated in international conferences on these issues held by organizations: NP "Russian Steel", the Association of Steelmakers, Blast Furnace Workers, Distributors, Metal Expo.

On behalf of the management of the GNC FSUE TsNIIchermet named after I.P. Bardin (hereinafter TsNIIchermet), the UAMMO division (Department of Analysis and Monitoring of the metallurgical industry), with the involvement of Epos-Engineering LLC, prepared the concept and technical specification for the experimental testing of the plasma-hydrogen technology of steel production developed by them in a rudothermal mine plasma furnace (RTSPP).

**Keywords:** emissions of greenhouse gases and harmful pollutants, production and use of hydrogen fuel, CO<sub>2</sub> capture, its neutralization and conversion to brown hydrogen, reduction of cost and carbon footprint of steel, plasma –hydrogen technology of steel production

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОТЖИГА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ВЫШЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ $T_x$ НА ИНДУКЦИЮ НАСЫЩЕНИЯ АМОРФНЫХ ЛЕНТ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ Fe-Co

Павел Сергеевич Могильников<sup>1,2\*</sup>, Николай Юрьевич Колотовкин<sup>1,2</sup>, Владимир Владимирович Соснин<sup>1</sup>, Андрей Игоревич Базлов<sup>2</sup>, Елена Сергеевна Малютина<sup>2</sup>, Александр Михайлович Лонгинов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия

<sup>2</sup> Университет науки и технологий МИСИС

\*- pavel\_mog@mail.ru

E-mail: pavel\_mog@mail.ru, njkolotovkin@gmail.com, vvsosnin@gmail.com, bazlovmissis@gmail.com, esmal11@yandex.ru, longinov@inbox.ru

**Аннотация.** Показано, что длительность высокотемпературного отжига (выше температуры кристаллизации  $T_x$ ) по-разному влияет на индукцию насыщения  $B_s$  аморфных сплавов  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$  и  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$ . Методом дифференциальной сканирующей калориметрии определены характерные температуры кристаллизации аморфной фазы, которые составили: для сплава  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$   $T_{x1} = 390^\circ\text{C}$  и  $T_{x2} = 520^\circ\text{C}$ ; для сплава  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$   $T_{x1} = 410^\circ\text{C}$  и  $T_{x2} = 540^\circ\text{C}$  соответственно. Установлено, что длительность отжига существенного влияния на изменение  $B_s$  не оказывает при температурах отжига 390, 410 и  $510^\circ\text{C}$  в случае сплава  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$ . При температуре  $520^\circ\text{C}$  минутная выдержка повышает  $B_s$  до 2,15 Тл в сплаве  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$ . В сплаве  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$  отжиг длительностью 100 мин при  $530^\circ\text{C}$  приводит к значительному росту  $B_s$  до 2 Тл. При температуре отжига  $540^\circ\text{C}$  для сплава  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$  минутный отжиг приводит к увеличению  $B_s$  до величины 1,9 Тл, что имеет важное практическое значение при использовании подобных сплавов для изготовления сердечников высокочастотных трансформаторов и компонентов электродвигателей.

**Ключевые слова:** индукция насыщения, аморфные сплавы, коэрцитивная сила

---

## THE STUDY OF THE EFFECT OF ANNEALING DURATION AT TEMPERATURES ABOVE THE CRYSTALLIZATION TEMPERATURE $T_x$ ON THE SATURATION MAGNETIZATION OF Fe-Co BASED AMORPHOUS ALLOYS

Pavel S. Mogilnikov<sup>1,2</sup>, Nikolai Yu. Kolotovkin<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Sosnin<sup>1</sup>, Andrei I. Bazlov<sup>2</sup>, Elena S. Malyutina<sup>2</sup>, Aleksander M. Longinov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia

<sup>2</sup>University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia

**Abstract.** In the present study, amorphous ribbons of  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$  and  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$  were annealed at temperatures of crystallization  $T_{x1}$  and  $T_{x2}$  and above. We showed that the duration of high-temperature annealing (above the crystallization temperature  $T_x$ ) has a different effect on the saturation induction  $B_s$  of amorphous  $\text{FeCoSiB}$  and  $\text{FeCoSiBP}$  alloys. Using differential scanning calorimetry, we determined the characteristic crystallization temperatures of the amorphous phase, which were:  $T_{x1} = 390^\circ\text{C}$  and  $T_{x2} = 520^\circ\text{C}$  for the  $\text{FeCo}_{82}\text{SiB}$  alloy; and  $T_{x1} = 410^\circ\text{C}$  and  $T_{x2} = 540^\circ\text{C}$  for the  $\text{FeCoSiBP}$  alloy. We found that the annealing duration did not significantly affect  $B_s$  at annealing temperatures of  $390^\circ$ ,  $410^\circ$ , and  $510^\circ\text{C}$  in the  $\text{FeCo}_{82}\text{SiB}$  case. However, at  $520^\circ\text{C}$ , a short exposure increased  $B_s$  to  $2.15 T$  in  $\text{FeCo}_{82}\text{SiB}$ . In contrast, annealing for 100 minutes at  $530^\circ\text{C}$  led to a significant increase in  $B_s$  to  $2 T$  in the  $\text{FeCoSiBP}$  alloy. At an annealing temperature of  $540^\circ\text{C}$ , for the alloy  $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$ , a short annealing time leads to an increase in the  $B_s$  value to  $1.9 T$ . This has great practical significance when using such alloys to manufacture cores for high-frequency transformers and electric motor components.

**Keywords:** Amorphous alloy, High saturation magnetization, Coercivity, Crystallization temperature



DOI 10.54826/19979258\_2024\_2\_20  
УДК 621.785

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА

**Андрей Евгеньевич Балановский**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой,  
**Владимир Юрьевич Конюхов**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, проф., **Татьяна Александровна Опарина**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия*  
E-mail: fuso.64@mail.ru, konyukhov\_vyu@mail.ru, tatianaop@ex.istu.edu

**Аннотация.** Проведены исследования влияния технологических параметров плазменного упрочнения на геометрические размеры дорожки упрочнения с использованием современных методов исследования. Установлено, что скорость и дистанция упрочнения влияют на ширину упрочненной зоны при плазменном поверхностном упрочнении металлов. Выявлена область существования нескольких режимов плазменного упрочнения в общем пятне нагрева, для которых характерны как одиночные, так и групповые анодные пятна.

**Ключевые слова:** видеонаблюдение, плазменная закалка, пятно нагрева, дорожка упрочнения

---

## ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE WIDTH OF THE STRENGTHENED LAYER DURING PLASMA SURFACE HARDENING OF STRUCTURAL STEEL

**Andrey E. Balanovskiy**<sup>1</sup>, **Vladimir Yu. Konyukhov**<sup>1</sup>, **Tatyana A. Oparina**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia*

**Abstract.** Research has been carried out on the influence of technological parameters of plasma hardening on the geometric dimensions of the hardening track using modern research methods. It has been established that the speed and distance of hardening affects the width of the hardened zone during plasma surface hardening of metals. An area of existence of several regimes of plasma hardening in a common heating spot has been identified, which are characterized by both single and group anode spots.

**Keywords:** video surveillance, plasma hardening, heating spot, hardening path

---

### Введение.

Поверхностная обработка металлов обычно основана на использовании источников с высокой плотностью энергии, поскольку они обеспечивают быстрый нагрев и после-

дующую закалку из расплава, что приводит к образованию мелкой микроструктуры и, следовательно, к возможному улучшению механических, коррозионных или трибологических свойств [1–3]. Поверхностные слои

DOI 10.54826/19979258\_2024\_2\_31  
УДК 812.35.15.01

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ ТИПА 38ХГСН2

**Александр Александрович Павлов**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, **Андрей Владимирович Амежнов**<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук, **Иван Юрьевич Уткин**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, **Полина Сергеевна Яковлева**<sup>1</sup>,  
**Андрей Дмитриевич Картунов**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия

<sup>2</sup>ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, Россия

E-mail: a.pavlov@chermet.net

**Аннотация.** Проведено dilatометрическое исследование кинетики распада аустенита для различных участков зоны термического влияния высокопрочной стали. Проведена разработка режимов сварки стали 38ХГСН2, оценка доли участия основного металла в формировании сварных соединений, микроструктуры и твердости металла различных участков зоны термического влияния. Выявлен оптимальный для данной композиции легирования стали режим сварки. Проведен специальный вид испытания, который показал положительный результат.

**Ключевые слова:** кинетика фазовых превращений аустенита, сварное соединение, высокопрочная сталь, полуавтоматическая сварка в защитных газах

---

## DETERMINATION OF ENERGY PARAMETERS OF WELDING HIGH STRENGTH STEEL TYPE 38KHGSN2

**Alexander A. Pavlov**<sup>1</sup>, **Andrey V. Amezhnov**<sup>1</sup>, **Ivan Yu. Utkin**<sup>1</sup>, **Polina S. Yakovleva**<sup>1</sup>,  
**Andrey D. Kartunov**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Magnitogorsk Iron and Steel Works, Magnitogorsk, Russia

**Abstract.** A dilatometric study of the kinetics of austenite decomposition has been carried out for various sections of the thermal influence zone of high-strength steel. The development of welding modes for new steel, the assessment of the share of the base metal in the formation of welded joints, the microstructure and hardness of the metal of various sections of the zone of thermal influence was carried out. The optimal welding mode for this steel alloying composition has been identified. A special type of test was conducted, which showed a positive result.

**Keywords:** kinetics of phase transformations of austenite, welded joint, high-strength steel, semi-automatic welding in protective gases

DOI 10.54826/19979258\_2024\_2\_38  
УДК 621.77.014

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ОБОЛОЧКИ ПОРОШКОВОЙ ЭЛЕКТРОДНОЙ ЛЕНТЫ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

**Андрей Григорьевич Присяжный**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, **Денис Александрович Зареченский**<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук, **Роман Владиславович Ковальчик**<sup>1</sup>, канд. техн. наук,  
**Владислав Владимирович Глазко**<sup>2</sup>, канд. техн. наук, **Алексей Андреевич Холодный**<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Приазовский Государственный Технический Университет», г. Мариуполь, ДНР, Россия

<sup>2</sup>ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия

E-mail: zarechenskiyda@mail.ru

**Аннотация.** Разработана и экспериментально проверена математическая модель расчета, учитывающая влияние скорости протяжки на толщину металлической оболочки порошковой электродной ленты с различными типами наполнителей.

**Ключевые слова:** порошковая электродная лента, скорость протяжки, деформация оболочки, порошковый наполнитель, толщина оболочки

---

## DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING THE THICKNESS OF THE SHELL OF A POWDER ELECTRODE STRIP, TAKING INTO ACCOUNT THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF ITS MANUFACTURE

**Andrey G. Prisyazhny**<sup>1</sup>, **Denis A. Zarechenskiy**<sup>1</sup>, **Roman V. Kovalchik**<sup>1</sup>, **Vladislav V. Glazko**<sup>2</sup>,  
**Alexey A. Kholodnyi**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pryazovskiy State Technical University, Mariupol, DPR, Russia

<sup>2</sup> I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia

**Abstract.** A mathematical calculation model has been developed and experimentally verified, taking into account the effect of the broaching speed on the thickness of the metal shell of a powder electrode strip with various types of fillers.

**Keywords:** powder electrode tape, broaching speed, shell deformation, powder filler, shell thickness

DOI 10.54826/19979258\_2024\_2\_45  
УДК 621.771.22.09.669.1

## РЕГУЛИРУЕМОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ РУЛОНОВ В ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

**Валерий Васильевич Чащин**, канд.техн. наук

ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия  
E-mail: vvch46@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрена технология регулируемого охлаждения рулонов горячекатаных полос, которая позволит существенно повысить производительность металлургического комплекса, в который входит сталеплавильное, прокатное, трубное и некоторые другие производства, так как охлаждение рулонов горячекатаных полос в этом производственном цикле занимает большую часть времени, отведенного на выполнение процесса, связанного с горячей полосовой прокаткой.

**Ключевые слова:** марки стали, полосовой прокатки, замедленное охлаждение, рулон горячекатаной полосы

---

## ADJUSTABLE ROLL COOLING IN TECHNOLOGY HOT STRIP ROLLING

**Valeriy V. Chashchin**

*I.P. Bardin TSNIChermet, Moscow, Russia*

**Abstract.** The technology of controlled cooling of hot-rolled strip coils is considered, which will significantly increase the productivity of the metallurgical complex, which includes steelmaking, rolling, pipe and some other production, since cooling of hot-rolled strip coils in this production cycle takes up most of the time allotted for the execution of the process associated with hot strip rolling.

**Keywords:** steel grades, strip rolling, slow cooling, hot-rolled strip coil

DOI 10.54826/19979258\_2024\_2\_51  
УДК 621.789

## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФАСОННЫХ ПРОФИЛЕЙ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

**Нина Васильевна Клейменова, Владимир Николаевич Сорокин**

*ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия  
E-mail: cleimenovan@yandex.ru*

**Аннотация.** ЦНИИчермет совместно с Омутнинским металлургическим заводом, Череповецким сталепрокатным заводом и ПО «Ижсталь» был разработан и освоен технологический процесс производства СФПВТ. Потребители профилей – автостроение, станкостроение, приборостроение, сельхозмашиностроение, авиапром, тяжмаш, трансмаш и другие отрасли. Применение способа холодной прокатки СФПВТ имеет преимущества перед волочением и гидропрессованием. Суммарный экономический эффект от внедрения технологии производства новых фасонных профилей у потребителей, разработанной с участием ЦНИИчермет на ЧерСПЗ, Омутнинском металлургическом заводе, «Ижсталь» составил около 10 млн руб.

**Ключевые слова:** стальные фасонные профили высокой точности, способ холодной прокатки, прокат в прутках, жесткость рабочей клетки

---

## TECHNOLOGY DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION PRODUCTION OF HIGH PRECISION SHAPED PROFILES FOR THE NATIONAL ECONOMY

**Nina V. Cleymenova, Vladimir N. Sorokin**

*I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia*

**Abstract.** TsNIIChermet, together with the Omutninsky Metallurgical Plant, the Cherepovets Steel Rolling Plant and the Izhstal Production Association, developed and mastered the technological process for the production of SFPVT. Consumers of the profiles are the automotive industry, machine tool industry, instrument making, agricultural machine building, aviation industry, heavy machinery, transmash and other industries. The use of the SFPVT cold rolling method has advantages over drawing and hydropressing. The total economic effect from the introduction of technology for the production of new shaped profiles for consumers, developed with the participation of TsNIIChermet at CherSPZ, Omutninsky Metallurgical Plant, Izhstal, amounted to about 10 million rubles.

**Keywords:** high-precision shaped steel, cold rolling method, rolled rods, working stand rigidity

DOI 10.54826/19979258\_2024\_2\_60

УДК 669.25:539.4

## **АНАЛИЗ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ПП-НП-35В9Х3СФ СЛОЯ МЕТАЛЛА**

**Николай Анатольевич Козырев**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф., **Ольга Викторовна Ливанова**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, **Андрей Владимирович Жуков**<sup>2</sup>, **Ольга Анатольевна Козырева**<sup>2</sup>, канд. пед. наук, доц., **Роман Евгеньевич Крюков**<sup>2</sup>, д-р техн. наук, доц.

<sup>1</sup>ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия

<sup>2</sup>Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

E-mail: n.kozyrev@chermet.net

**Аннотация.** Проведено исследование методом растровой электронной микроскопии структур и неметаллических включений наплавленного слоя, полученного с использованием порошковых проволок системы Fe–C–Si–Mn–Cr–W–V с введением в их состав углеродфторсодержащего материала и порошка титана.

В качестве шихты для порошковой проволоки ПП-НП-35В9Х3СФ использовали порошок марки ПРВ-В20Х8Ф по ТУ 14-22-270-2017 ООО «ПОЛЕМА». В качестве добавки в шихте использовали порошок титана марки ТПП-1 ТУ1791-449-05785388-2010 и углеродфторсодержащий материал (пыль газоочистки алюминиевого производства) состава, масс. %: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 21 – 46; F = 18 – 27; Na<sub>2</sub>O = 8 – 15; K<sub>2</sub>O = 0,4 – 6; CaO = 0,7 – 2,3; SiO<sub>2</sub> = 0,5 – 2,5; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2,1 – 3,3; Собщ = 12,5 – 30,2; MnO = 0,07 – 0,9; MgO = 0,06 – 0,9; S = 0,09 – 0,19; P = 0,10 – 0,18.

Наплавку осуществляли сварочным трактором АСАW-1250. С помощью сканирующего электронного микроскопа MIRA 3 LMN (Tesla) исследовались неметаллические включения на нетравленных шлифах с помощью системы энергодисперсионного микроанализа OXFORD Instruments, а микроструктуру электродуговых покрытий изучали после травления поверхности образцов в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты.

Определено, что для состава с введением титана очертания области эвтектики совпадают с повышенной концентрацией вольфрама и соответствующим обеднением железом; хром, марганец и ванадий равномерно распределены по площади образца. Отмечено выделение титана в виде локальных неравномерно распределенных включений размерами до 0,5 мкм, но основная его часть в виде дисперсных частиц равномерно распределена по площади, предположительно в виде карбонитридов. Титан значительно не выявляется в области эвтектики и отдельных крупных включений, что подтверждает его положительную роль в измельчении зерна.

Состав, содержащий пыль газоочистки алюминиевого производства, несмотря на более крупное аустенитное зерно, по-видимому, более предпочтителен, поскольку основные легирующие элементы равномерно распределены в матрице наплавленного слоя, объемная доля выделений эвтектической фазы по границам зерен существенно ниже и не имеют сплошной окантовки из крупных карбидов вольфрама.

**Ключевые слова:** порошковая проволока, электродуговое покрытие, растровый электронный микроскоп, микроструктура, неметаллические включения

# ANALYSIS OF THE FINE STRUCTURE OF THE METAL LAYER DEPOSITED WITH FLUX-CORED WIRE PP-NP-35V9KH3SF

Nikolay A. Kozyrev<sup>1</sup>, Olga V. Livanova<sup>1</sup>, Andrey V. Zhukov<sup>2</sup>, Olga A. Kozyreva<sup>2</sup>, Roman E. Kryukov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia*

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

**Abstract.** A study of the structures and non-metallic inclusions of the deposited layer obtained using flux-cored wires of the Fe-C-Si-Mn-Cr-W-V system with the introduction of carbon-fluorine-containing material and titanium powder was carried out by scanning electron microscopy.

PRV-V20X8F powder according to TU 14-22-270-2017 of POLEMA LLC was used as a charge for flux-cored wire PP-NP-35V9Kh3SF. As an additive to the charge, titanium powder of TPP-1 grade TU1791-449-05785388-2010 and carbon-fluorine-containing material (dust from gas cleaning of aluminum production) of the composition, wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 21 – 46 were used; F = 18 – 27; Na<sub>2</sub>O = 8 – 15; K<sub>2</sub>O = 0.4 – 6; CaO = 0,7 – 2,3; SiO<sub>2</sub> = 0,5 – 2,5; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2,1 – 3,3; Total = 12.5 – 30.2; MnO = 0,07 – 0,9; MgO = 0,06 – 0,9; S = 0,09 – 0,19; P = 0,10 – 0,18. Surfacing was carried out by an ASAW-1250 welding tractor. With the help of a scanning electron microscope MIRA 3 LMH (Tescan), non-metallic inclusions on unetched sections were studied using the energy dispersive microanalysis system of OXFORD Instruments, and the microstructure of electric arc coatings was studied after etching the surface of the samples in a 4% alcohol solution of nitric acid.

It has been determined that for the composition with the introduction of titanium, the outlines of the eutectic region coincide with an increased concentration of tungsten and the corresponding depletion of iron; Chromium, manganese, and vanadium are evenly distributed over the sample area. Titanium was released in the form of local unevenly distributed inclusions up to 0.5 μm in size, but its main part in the form of dispersed particles is evenly distributed over the area, presumably in the form of carbonitrides. Titanium is not significantly detected in the field of eutectics and individual large inclusions, which confirms its positive role in grain grinding.

The composition containing the dust of gas purification of aluminium production, despite the larger austenitic grain, seems to be more preferable, since the main alloying elements are evenly distributed in the matrix of the weld layer, the volume fraction of eutectic phase emissions along the grain boundaries is significantly lower and does not have a continuous edging of large tungsten carbides.

**Keywords:** flux-cored wire, electric arc coating, scanning electron microscope, microstructure, non-metallic inclusions

DOI 10.54826/19979258\_2024\_2\_69  
УДК 669.25:539.4

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СУПЕРСПЛАВА СИСТЕМЫ Co–Ni–Cr–W–Al–Ti

**Владимир Владимирович Соснин**, канд. физ.-мат. наук, **Александр Михайлович Лонгинов**, канд. техн. наук, **Сергей Александрович Зимичев**, **Евгений Викторович Пименов**, **Дмитрий Львович Дьяконов**, **Елена Николаевна Блинова**, канд. физ.-мат. наук

ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия  
E-mail: vvsosnin@gmail.com, blinova\_en@rambler.ru

**Аннотация.** Проведено электронно-микроскопическое исследование структуры образцов суперсплава системы Co–Ni–Cr–W–Al–Ti в области существования упорядоченной фазы со структурой типа  $L1_2$ , после различных режимов термической обработки. Экспериментально определена температура начала рекристаллизации, температурный интервал существования  $\gamma'$ -фазы и температура сольвуса. Установлена зависимость структурно-фазовых состояний от режима отпуска холоднодеформированных образцов.

**Ключевые слова:** суперсплав на основе кобальта, микроструктура, жаропрочность, твердорастворное упрочнение, дисперсионное упрочнение, интерметаллидная фаза, просвечивающая электронная микроскопия

---

## FEATURES OF THE FORMATION OF THE SUPERALLOY STRUCTURE OF THE Co–Ni–Cr–W–Al–Ti SYSTEM

**Vladimir V. Sosnin, Alexander M. Longinov, Sergey A. Zimichev, Evgeny V. Pimenov, Dmitry L. Dyakonov, Elena N. Blinova**

*I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia*

**Abstract.** An electron microscopic study of the structure of superalloy samples of the Co–Ni–Cr–W–Al–Ti system in the region of the existence of an ordered phase with an  $L1_2$  type structure, after various heat treatment modes, was carried out. The temperature of the beginning of recrystallization, the temperature range of the existence of the  $\gamma'$  phase and the solvus temperature were determined experimentally. The dependence of the structural–phase states on the tempering regime of cold–deformed samples has been established..

**Keywords:** cobalt–based superalloy, microstructure, heat resistance, solid–solution hardening, dispersion hardening, intermetallic phase, transmission electron microscopy



## СТРУКТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ХОДЕ КРУЧЕНИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

**Роман Вячеславович Сундеев**<sup>1</sup>, д-р физ.-мат.наук, **Анна Владимировна Шалимова**<sup>1</sup>, канд. физ.-мат.наук, **Станислав Олегович Рогачев**<sup>2,3</sup>, д-р техн. наук, **Ольга Павловна Черногорова**<sup>3</sup>, канд.техн.наук, **Елена Николаевна Блинова**<sup>1</sup>, канд. физ.-мат. наук, **Надежда Александровна Шурыгина**<sup>1</sup>, канд. физ.-мат. наук, **Диана Валерьевна Якку**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П.Бардина», Москва, Россия

<sup>2</sup>Университет науки и технологий МИСИС, Москва, Россия

<sup>3</sup>ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН, Москва, Россия

E-mail: [sundeev55@yandex.ru](mailto:sundeev55@yandex.ru)

**Аннотация:** В работе исследовались возможность образования мульти-металлического композита из двух разнородных сплавов  $Ti_{50}Ni_{25}Cu_{25}$  и  $Fe_{75}B_{17}Si_8$  в ходе деформации кручением под высоким давлением (КВД) при комнатной температуре. Величины деформации составляли:  $n = 2, 4, 8$  и  $16$  оборотов подвижной наковальни. В ходе исследования этого процесса применялись различные структурные методы исследования: рентгенофазовый анализ и сканирующая электронная микроскопия с электронным микрозондовым анализатором в режиме отраженных электронов. Также проводили измерения твердости и модуля индентирования. Установлено наличие консолидации разнородных слоев в ходе КВД. Исследованы структурные аспекты процесса консолидации. Выявлено, что ведущую роль в консолидации разнородных слоев при КВД играет способ соединения материалов путем их совместной большой пластической деформации.

**Ключевые слова:** композит, аморфная фаза, кручение под высоким давлением, структура

---

## STRUCTURAL ASPECTS OF FORMATION OF MULTILAYER COMPOSITES FROM DISSIMILAR MATERIALS UPON HIGH-PRESSURE TORSION

**Roman V. Sundeev**<sup>1</sup>, **Anna V. Shalimova**<sup>1</sup>, **Stanislav O. Rogachev**<sup>2,3</sup>, **Olga P. Chernogorova**<sup>3</sup>, **Elena N. Blinova**<sup>1</sup>, **Nadezhda A. Shurygina**<sup>1</sup>, **Diana V. Yakku**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>I.P. Bardin TSNIIChermet, Moscow, Russia

<sup>2</sup>University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science RAS, Moscow, Russia

**Abstract.** The possibility of forming a multi-metal composite from two dissimilar alloys  $Ti_{50}Ni_{25}Cu_{25}$  and  $Fe_{75}B_{17}Si_8$  during high-pressure torsion deformation (HPT) at room temperature has been studied. The deformation values corresponded to:  $n = 2, 4, 8$  and  $16$  revolutions of the movable anvil. Various structural research methods: X-ray phase analysis and scanning electron microscopy with an electron microprobe analyzer in the reflected electron mode were used in this work. Hardness and indentation modulus measurements were also carried out. The presence of consolidation of dissimilar alloys under HPT was found. Structural aspects of this process have been established. The method of joining materials using their coupled severe plastic deformation has been established to play a leading role in the consolidation of the dissimilar layers upon HPT.

**Keywords:** composite, amorphous phase, high pressure torsion, structure

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ЗАМЕНЫ НИОБИЯ ВАНАДИЕМ В ВЫСОКОПРОЧНЫХ МИКРОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ

**Алексей Игоревич Дагман**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, **Антон Викторович Колдаев**<sup>2</sup>, канд. физ.-мат. наук, **Александр Юрьевич Казарин**<sup>1</sup>, **Наталья Анриевна Арутюнян**<sup>2,3</sup>, канд. физ.-мат. наук

<sup>1</sup>ПАО «НЛМК», г. Липецк, Россия

<sup>2</sup>ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия

<sup>3</sup>Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: dagman\_ai@nlmk.com, kazarin\_ay@nlmk.com, koldaevanton@gmail.com,

naarutyunyan@gmail.com, naarutyunyan@gmail.com

**Аннотация:** Высокопрочные микролегированные низкоуглеродистые стали привлекают внимание исследователей благодаря превосходному сочетанию их служебных и технологических свойств и широкому применению в различных отраслях промышленности. В настоящее время одним из направлений разработок новых и совершенствования старых марок является поиск наиболее экономичных систем микролегирования на базе управления формированием фазовых выделений, в том числе при уменьшении содержания ниобия. В данной работе проведено исследование промышленного горячекатаного проката классов прочности 315-420 МПа методами термодинамического анализа, оптической и просвечивающей электронной микроскопии. Показана перспективность частичной замены ниобия ванадием при условии применения технологических параметров, способствующих образованию большого количества наноразмерных карбонитридных, карбидных выделений.

**Ключевые слова:** высокопрочные микролегированные стали, горячекатаный прокат, фазовые выделения, экономное микролегирование, карбонитрид ниобия, карбид ванадия, межфазные выделения, ферритные выделения

---

## ASSESSMENT OF THE PROSPECTS FOR REPLACING NIOBIUM WITH VANADIUM IN HIGH-STRENGTH MICROALLOYED STEELS

**Aleksey I. Dagman**<sup>1</sup>, **Anton V. Koldaev**<sup>2</sup>, **Aleksander Yu. Kazarin**<sup>1</sup>, **Natalia A. Arutyunyan**<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Novolipetsk Steel "NLMK", Lipetsk, Russia

<sup>2</sup>I.P.Bardin TsNIIChermet, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Department of Chemistry, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russia

**Abstract.** High-strength microalloyed low-carbon steels attract the attention of researchers due to the excellent combination of their service and technological properties and wide application in various industries. Currently, one of the directions for developing new and improving old grades is the search for the most economical microalloying systems based on controlling the formation of phase precipitates, including reducing the niobium content. In this work, a study of industrial hot-rolled steel of strength classes 315-420 MPa was carried out using thermodynamic analysis, optical and transmission electron microscopy. The prospects for partial replacement of niobium with vanadium are shown, provided that technological parameters are used that promote the formation of a large number of nanosized carbonitride, carbide precipitates

**Keywords:** High-strength microalloyed steels, hot-rolled steel, phase precipitates, economical microalloying, niobium carbonitride, vanadium carbide, interphase precipitates, ferrite precipitates

## СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ПРОКАТНОГО, ТРУБНОГО И МЕТИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВ ИТОГИ XIV КОНГРЕССА ПРОКАТЧИКОВ

*16–18 апреля 2024 г. Межрегиональной общественной организацией «Объединение прокатчиков» при поддержке ПАО «Северсталь» и Череповецкого государственного университета на базе Череповецкого металлургического комбината проведен 14-й Международный Конгресс прокатчиков для актуализации современных научно-технических, производственных и организационных направлений и достижений в развитии прокатного, трубного и метизного производств за период после 13-го Конгресса прокатчиков*

В работе Конгресса приняли участие 260 человек: руководители и специалисты металлургических предприятий, научно-исследовательских, проектных, учебных институтов и университетов, производителей металлургического оборудования России, а также Казахстана, Белоруссии, Узбекистана, Индии.

Работа проводилась на двух пленарных заседаниях и в семи секциях. Всего на конгрессе было представлено 84 доклада по разным направлениям листопрокатного, сортопрокатного, трубного производств, эксплуатации прокатных валков и привалковой арматуры, теории процессов прокатки и исследовательских работ.

На пленарном заседании выступили: президент МОО «Объединение прокатчиков» *Н.Н. Гугис*, от АО «Северсталь Менеджмент» – *С.В. Ящук*, ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет» – *Р.Л. Шатапов*, ИТЦ «Аусферр» – *А.В. Шмаков*, ООО «Опытный завод смазок и оборудования» – *В.П. Головин*, ООО «НСТ» – *В.А. Залевский*, ИМЕТ им. А.А. Байкова – *В.С. Юсупов*, ООО «МТК» – *Б.Ю. Энтин*, ООО «ФУКС ОЙЛ» – *Е.Б. Пожидаева*, МГТУ им. Г.И. Носова – *А.М. Песин*, МГТУ им. Г.И. Носова – *О.Н. Тулупов*, ПАО «ММК» – *С.В. Денисов*, ООО «МетПромСтрой» – *И.П. Чистяков*, ФГБОУ ВО «Череповецкий ГТУ» – *Г.Е. Курдюмов*, ПАО «ТМК» – *Е.М. Засельский*, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н. Э. Баумана» – *А.Г. Колесников*,

ПАО «Автоваз» – *Д.А. Сетин*, ФГАОУ ВО «РГППУ» – *Д.Х. Билалов*.

Большая работа проведена в секциях конгресса, модераторами которых были ученые и специалисты научных институтов и предприятий. Так, секцией «**Производство горячекатаного листа**» руководили *А.В. Зиновьев* (НИТУ МИСиС) и *В.А. Акимов* (ПАО «Северсталь»); секцией «**Производство холоднокатаного листа, в т.ч. с покрытиями**» – *С.М. Ионов* (НИТУ МИСиС) и *Р.Р. Адигамов* (ПАО «Северсталь»); секцией «**Сортопрокатное производство**», секцией «**Метизное производство**» и секцией «**Производство и эксплуатация прокатных валков и привалковой арматуры**» – *О.Н. Тулупов* (ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова») и *Г.С. Водовозова* (ПАО «Северсталь»); секцией «**Производство труб и гнутых профилей**» – *А.В. Красиков* (АО «ВТЗ») и *Г.Е. Хадеев* (ПАО «Северсталь»); «**Общие и теоретические вопросы прокатного производства**» рассмотрены в секции под руководством – *А.Г. Колесникова* (МГТУ им.Н.Э.Баумана) и *О.В. Косилова* (ПАО «Северсталь»).

Активное участие в работе секций приняли молодые ученые, исследователи и специалисты.

В докладах XIV Конгресса прокатчиков отмечено, что в 2022–2023 гг., работая в условиях спада мировой экономики, неустойчивой рыночной конъюнктуры, небывалых западных санкционных ограничений, российская

черная металлургия сумела в относительно короткие сроки преодолеть создавшиеся трудности, сохранить устойчивую работоспособность, обеспечить растущие потребности страны в металлопродукции, переориентировать внешнюю торговлю, осуществить дальнейшее развитие.

Металлургические компании продолжают модернизацию предприятий, обновление мощностей, совершенствование действующих и внедрение новых технологий, повышение качества и расширение сортамента выпускаемой металлопродукции.

Производство готового проката, включая заготовку на экспорт, сократилось в 2022 г. по отношению к пиковому 2021 г. на 9,8% до 61,7 млн т, в 2023 г. падение было компенсировано ростом на 5,7% до 65,5 млн т.

В товарной структуре готового проката 55,2% (36,1 млн т) заняла сортовая продукция (включая заготовку на экспорт) и 44,8% (29,3 млн т) – листовая сталь, в том числе 20,5 млн т – горячекатаный лист и 8,8 млн т – холоднокатаный плоский прокат, из него 5,6 млн т (63,3%) – лист и жечь с покрытиями.

Производство труб стальных в 2022 г. увеличилось по отношению к 2021 г. на 13% до 12,2 млн т, в 2023 г. к предыдущему году – на 8,3% до 13,2 млн т.

В товарной структуре выпускаемых труб 30,5% занимают бесшовные трубы, 20,4% – трубы большого диаметра и 49,1% – прочие сварные и катаные трубы.

Производство метизной продукции сохранило в 2022–2023 гг. положительную динамику и составило 2,0 и 2,1 млн т соответственно.

В сбытовом плане приоритет отдавали внутреннему рынку.

Внутреннее видимое потребление стального проката повысилось в 2023 г. по отношению к 2022 г. на 16,7%, трубам стальным – на 9,3%.

В 2023 г. на внутренний рынок было направлено от общего выпуска 63,8% (41,9 млн т) готового проката и 87,8% (11,5 млн т) стальных труб, метизов 84,3% (1,8 млн т).

Экспорт готового проката сократился на 11,7%, экспорт труб стальных повысился на 7,8%.

В товарной структуре экспорта проката в 2023 г. доля полуфабрикатов осталась на уровне предыдущего года 61,5%, листового проката снизилась до 20% и сортовой продукции возросла до 18,5%.

Импорт проката сохранил нисходящую динамику и сократился к предыдущему году на 2,7%. Импорт труб стальных из-за роста закупок труб бесшовных повысился на 20,5%.

Отмечалось, что для дальнейшего снижения импорта готового проката силами ТМК реализуется проект по производству закупаемого за рубежом листа из нержавеющей стали, а на Выксунском металлургическом заводе (ОМК) расширены мощности для увеличения выпуска бесшовных труб.

Дальнейшее развитие получило прокатное, трубное и метизное производства за счет модернизации и обновления основных фондов, внедрения современных технологий, освоения новых видов продукции, улучшения экологии окружающей среды.

Инвестиции основных металлургических компаний в развитие производств в 2022 г. составили 102,3 млрд руб., в первом полугодии 2023 г. – 57,5 млрд руб.

Общие инвестиции в производство черной металлургии в 2022 г. более 250 млрд руб. и за 9 мес. 2023 г. – на уровне 198 млрд руб.

В докладах и выступлениях представителей компаний отражены экономические и производственные показатели. Далее приведены основные проекты и технологические комплексы, о которых сообщили докладчики.

#### **Производство листовой стали**

##### **• Магнитогорский металлургический комбинат**

В 2022 г. завершил выполнение крупномасштабных инвестиционных проектов обновления и расширения прокатного производства, включая реконструкцию прокатного стана 2500 горячей прокатки и двухклетевого реверсивного стана 1700 холодной прокатки, и перешел к обновлению коксохимического производства.

Проект включает создание комплекса коксовой батареи № 12 с последующим выводом

из эксплуатации 5 устаревших батарей. Батарея состоит из 4 блоков, из которых блоки № 1 и № 2 запущены в 2023 г., а строительство комплекса блоков № 3 и № 4 намечено завершить в 2024 г. Проектная мощность коксовой батареи составляет 2,2 млн т сухого кокса в год, снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу – 11,35 млн т в год.

ЗАО «Магнитогорский завод прокатных валков», входящий в Группу ММК, в рамках импортозамещения реализует инвестиционный проект по строительству цеха стальных валков, в том числе опорных стальных валков для листовых станов горячей прокатки и рабочих валков для станов 5000.

- **ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат»**

Осуществляет комплекс работ по расширению выпуска листового проката с покрытиями и повышению его качества.

Начато производство проката с антибактериальным покрытием для пищевой промышленности и здравоохранения.

На заводе «ВИЗ-Сталь» улучшается качество покрытия трансформаторного листа.

- **ПАО «Северсталь»**

Восстановлен выпуск динамной стали, произведена модернизация агрегата продольной резки № 1 (АПР-1), завершена программа перевооружения агрегатов резки горячего проката.

В 2022 г. введена в эксплуатацию нагревательная печь № 1 стана 2000, завершен 2-й этап перевооружения печного хозяйства стана, реализуется третий этап проекта технического перевооружения печного участка стана 2000 Череповецкого МК, строительства нагревательной печи № 3.

- **Ашинский металлургический завод**

Расширяется линейка выпускаемой металлопродукции. В листопрокатном цехе № 3 освоено производство тончайшей (до 0,05 мм) ленты из различных марок сталей и сплавов.

- **Волгоградский металлургический комбинат «Красный октябрь»**

Ведутся работы по улучшению работоспособности листопрокатного цеха, включающие ремонт прессы Q-500 тонн, клетки стана 1400, роликовой печи и 17-валковой правильной маши-

ны, улучшение работоспособности стана 2000.

- **Компания «Новосталь-М»**

Инвестиции в проект по строительству в г. Шахты Ростовской области металлургического комплекса по производству горячекатаного листа порядка 1 млн т в год.

### **Производство сортовой продукции**

- **ПАО «Северсталь»**

Реализуется проект по производству холодногнутого шпунта и толстостенного холодногнутого швеллера в объеме около 60 тыс. т в год на площадке трубопрофильного цеха в поселке Шексна Вологодской области.

- **Евраз НТМК**

Запущена в работу автоматизированная линия механической обработки колес колесобандажного цеха. В 2023 г. с компанией «Аллегро» завершена реализация проекта по строительству колесопркатных мощностей в «Титановой долине» (Верхняя Салда).

- **Евраз ЗСМК**

Расширяется в рамках импортозамещения производство прокатных валков и бандажей для собственного рельсобалочного стана, шаропрокатного стана Евраз НТМК и и мелкосортного стана «ЕВРАЗ Каспиан Сталь» с перспективой изготовления более габаритных прокатных валков.

- **АО «Оскольский электрометаллургический комбинат им. А.А. Угарова» (УК Металлоинвест)**

Расширяет линейку шаропрокатного производства.

В 2023 г. введены в эксплуатацию 2-й и 3-й шаропрокатные станы для выпуска шаров диам. 40–60 мм.

- **Компания «Новосталь-М»**

На металлургическом заводе в Балаково осваивается производство арматуры класса Ап600 диам. 10 мм и 12 мм для армирования предварительно напряженного железобетона, опор линий электропередач, а также профилей повышенной прочности строительного назначения.

На Абинском электрометаллургическом заводе расширена линейка выпускаемой металлургической продукции.



### **Трубное производство**

- **АО «Выксунский металлургический завод» группы ОМК**

В 2023 г. завершено строительство цеха по производству бесшовных труб проектной мощностью 500 тыс. т в год.

- Первоуральский новотрубный завод (входит в ТМК)

Освоено производство длинномерных труб повышенной точности длиной до 14 м для нефтегазохимической промышленности.

- **Волжский трубный завод (входит в ТМК)**

На площадке Волжской промзоны реализуется важный для страны проект строительства комплекса по производству плоского нержавеющей проката.

- **«АО «Уральская сталь»**

Ведется строительство комплекса по производству бесшовных труб. В 2023 г. произведен монтаж трубопрокатного агрегата ТПА-80 производительностью 250 тыс. т бесшовных труб в год.

- **Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина**

В 2023 г. введен в эксплуатацию новый современный трубоэлектросварочный стан «76-219», выпускающий линейку труб нового сортамента, включая трубы диам. 219 мм с толщиной стенки до 12 мм.

Программы модернизации основных производственных фондов осуществляются и на других предприятиях металлургического комплекса.

Инновационному обновлению производства проката, труб и метизов способствует отраслевая научно-техническая деятельность ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», РусНИТИ, МГТУ им. Г.И. Носова, НИТУ МИСиС, МГТУ им. Н.Э. Баумана, и других вузов.

Металлургические компании продолжают внедрение цифровых и IT-технологий, позволяющих снизить производственные затраты, повысить эффективность производства, унификацию бизнес-процессов.

Обширные работы в этом направлении ведутся на Магнитогорском металлургическом комбинате, в ПАО «Северсталь»,

ПАО «НЛМК», в Евраз ЗСМК, Металлоинвесте, Объединенной металлургической компании, Трубной металлургической компании и в других предприятиях отрасли.

В сфере подготовки и повышения квалификации кадров продолжается внедрение отраслевой системы квалификаций в рамках общегосударственного производственно-социального проекта, стартовавшего в 2013 г.

С участием Корпорации Чермет и предприятий в 2014–2023 гг. разработано 126 профстандартов со статусом государственного нормативного документа по всем основным технологическим переделам, отраслевая нормативно-правовая база (18 документов), отраслевая рамка квалификаций с включением в Государственный реестр более 50 отраслевых наименований квалификаций. В 2022–2023 гг. разработано 16 новых профстандартов и актуализировано 14 ранее выпущенных профстандартов.

В компаниях отрасли развернута активная работа по независимой оценке квалификаций своих работников по ключевым профессиям, на основе разработанных профстандартов и других нормативных документов.

Всеохватывающие внедренные системы позволяют провести переориентацию сферы подготовки кадров в целях оптимизации и выполнения потребности работодателя, охватить все уровни образования.

Повышению профессиональных компетенций и деловой активности специалистов предприятий всемерно способствуют межзаводские школы и семинары, проводимые Корпорацией Чермет.

В 2019–2023 гг. Корпорацией Чермет организовано и проведено на предприятиях 25 межзаводских школ, в которых приняли участие 960 руководителей и специалистов металлургических предприятий Российской Федерации, Белоруссии, Казахстана.

В этот период было организовано и проведено 36 семинаров по обмену опытом работы в области подготовки кадров, организации труда и управления, экономики и финансов, энергосбережения, содержания и ремонта оборудования, зданий и сооружений.

Эта работа продолжается в 2024 г.

ООО «Корпорация Чермет» продолжает эффективное обеспечение отраслевой информационно-аналитической системы обмена информацией по производству, экономике, труду и кадрам, социальному развитию, внешнеэкономической деятельности.

По этим направлениям в 2022–2023 гг. для предприятий черной металлургии издавалось более 40 наименований информационных материалов в год, способствующих проводить бенчмаркинг и принимать решения.

На заключительном пленарном заседании были подведены итоги работы секций, а также рассмотрены предложения и рекомендации секций, принято решение 14-го конгресса, избран новый состав Президиума МОО «Объединение прокатчиков».

Специалистам и ученым, внесшим весомый вклад в развитие отечественного прокатного производства, были вручены знаки «Почетный прокатчик».

#### **XIV Международный конгресс принял РЕШЕНИЕ:**

1. Отметить высокий организационный и содержательный уровень проведения конгресса, чему способствовала большая работа, проведенная МОО «Объединение прокатчиков», ООО «Корпорация Чермет», Череповецкого металлургического комбината ПАО «Северсталь» и Череповецкого государственного университета.

2. Провести 15-й Конгресс прокатчиков в 2026 году. Место и точные сроки проведения Конгресса прокатчиков определить Президиуму МОО «Объединение прокатчиков».

3. Избрать президентом МОО «Объединение прокатчиков» Спирина Сергея Александровича и почетным президентом Радюкевича Леонида Владимировича на период до 15-го Конгресса прокатчиков.

4. Избрать вице-президентом МОО «Объединение прокатчиков» Еремина Геннадия Николаевича.

5. Избрать на период до 15-го Конгресса прокатчиков следующий состав Президиума МОО «Объединение прокатчиков»:

*Гугис Николай Николаевич (МОО «Объединение прокатчиков»)*

*Спирин Сергей Александрович (ООО «Корпорация Чермет»)*

*Ерёмин Геннадий Николаевич (ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина)*

*Ионов Сергей Михайлович (НИТУ МИСиС)*  
*Выдрин Александр Владимирович (ПАО «ТМК»)*

*Морозов Александр Владимирович (ПАО «НЛМК»)*

*Палигин Роман Борисович (ПАО «Северсталь»)*

*Денисов Сергей Владимирович (ПАО «ММК»)*

*Степанов Павел Петрович (АО «ОМК»)*  
*Тулупов Олег Николаевич (ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И.Носова»)*

*Засельский Евгений Михайлович (ПАО «ТМК»)*

*Чукин Михаил Витальевич (ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И.Носова»)*

*Арсеньев Владимир Владимирович (Ассоциация «Промметиз»)*

*Колесников Александр Григорьевич (МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

6. За время, прошедшее после 13-го Конгресса прокатчиков, российская металлургия, работая в сложных условиях продолжающегося спада мировой экономики, небывалых западных санкционных ограничений, продолжила развитие и модернизацию действующих и создание новых производственных мощностей, разработку новых и совершенствование действующих технологий, увеличение выпуска востребованных рынком видов продукции.

7. Считать целесообразным дальнейшее инвестирование в реализацию проектов дальнейшего развития прокатного, трубного и метизного производств, внедрение инновационных технологий, модернизацию действующих и создание новых мощностей, подготовку специалистов и работников требуемых квалификаций, роста конкурентоспособности в мировой металлургии.

8. Считать целесообразным более широкое использование цифровых технологий и прогрессивных управленческих решений

для повышения эффективности прокатного производства с меньшими инвестиционными затратами.

9. Продолжить процесс разработки новых и обновления действующих стандартов на металлопродукцию с учетом потребностей промышленности и реальных возможностей современного производства.

10. Считать целесообразным широкое внедрение отраслевой производственно-ориентированной подготовки кадров с взаимодействием со всеми ее звеньями.

11. Считать необходимым создание мощностей для расширения импортозамещения металлургического сменного оборудования.

12. Поручить Президенту МОО «Объединение прокатчиков» обобщить материалы XIV Международного конгресса и обеспечить издание 2-го тома Трудов XIV Конгресса прокатчиков.

13. Рекомендовать руководителям предприятий и организаций развитие сотрудничества с ООО «Корпорация Чермет» по действующим и новым направлениям информационного взаимодействия.

14. Наградить знаком «Почетный прокатчик» заслуженных специалистов и ученых, активно участвующих в работе Конгресса прокатчиков и внесших вклад в развитие прокатного производства.



## МЕЖДУНАРОДНЫЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ФОРУМ

В апреле в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина состоялся Международный металлургический форум, посвященный перспективам развития металлургических технологий, которые обеспечивают повышение качества металлопродукции. Форум приурочен к 80-летию ЦНИИчермет и в его работе приняли участие более двухсот партнеров Института из производственных и научных организаций.

Пленарное заседание Международного металлургического форума открыл генеральный директор ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» **Виктор Владимирович Семенов**. Руководитель Института рассказал о развитии новых направлений, об инжиниринге, а также о разработке и реализации межотраслевых металлургических программ и перспективных проектах в стране и за рубежом.

В выступлении **А.А. Савельева** – начальника отдела развития черной металлургии, трубной промышленности и металлоконструкций Минпромторга России были отражены перспективы развития российской черной металлургии, сообщалось о задачах по импортозамещению. Докладчик отметил, что у государства есть весь спектр поддержки отрасли, включая субсидии для предприятий на НИОКРы и внедрение их результатов в производство.

Директор ИМЕТ РАН **В.С. Комлев** глубоко осветил вопросы взаимодействия с ЦНИИчермет, он привел примеры работы разных лет по обеспечению гарантированной прочности углеродистой стали и переработке титанового сырья, а также совместное проведение Бардинских чтений.

Заместитель генерального директора ЦНИИчермет **Г.Н. Еремин** выступил с докладом о научных и производственных достиже-

ниях Института за 80 лет, остановившись на важнейших этапах истории его развития, а также отразив главные направления исследований и разработок последних лет.

Научный руководитель дирекции по развитию технологий Выксунского металлургического завода **Л.И. Эфрон** рассказал о программе работ по научно-техническому и стратегическому сотрудничеству между ОМК и ЦНИИчермет, а также о важнейших совместных работах, в том числе: реализованный проект по разработке сталей, технологии изготовления и освоению производства железнодорожных колес повышенной эксплуатационной стойкости для вагонов нового поколения. Докладчик отметил, что 10 сотрудников ОМК защитили диссертации в диссертационных советах ЦНИИчермет.

Начальник научно-технического центра Магнитогорского металлургического комбината **А.Д. Картунов** сообщил о важных направлениях сотрудничества с ЦНИИчермет в разные годы, начиная со времени внедрения на ММК кислородно-конвертерного процесса. Докладчик отметил ряд важных совместных проектов, связанных с разработкой автосталей, а также реализуемый в настоящее время масштабный проект по созданию производства валков.

О взаимодействии с Институтом подробно сообщил технический директор АО «Металлургический завод «Электросталь» **И.В. Кабанов**. Он, в частности, остановился на совместных работах по импортозамещению.

Академик РАН, д-р техн. наук **К.В. Григорович** предложил развивать совместную работу в рамках соглашения о взаимодействии с ЦНИИчермет – в научной и практической частях.

Академик РАН, д-р техн. наук **Л.И. Леонтьев** выступил с сообщением о проведении совместно с ЦНИИчермет различных мероприятий, в частности, рассказал об участии в конгрессе «Техноген», посвященном вопросам утилизации техногенных отходов с максимальным извлечением компонентов и организацией безотходного производства.

После пленарного заседания работа Международного металлургического форума ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» была продолжена в трех секциях: «Пирометаллургические процессы», «Обработка металлов давлением» и «Металловедение и термическая обработка металлов». Научно-организационной работой секций руководили директора и заместители директоров научных

центров Института. Доклады были представлены учеными, специалистами, научными сотрудниками промышленных предприятий металлургического комплекса и научно-исследовательских организаций.

В завершении Международного металлургического форума в ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» прошла церемония награждения сотрудников Института нагрудным знаком «Медаль Ивана Павловича Бардина» и почетными грамотами ЦНИИчермет. Генеральный директор Института В.В. Семенов отметил высокий профессионализм ученых и исследователей и их большой вклад в развитие ЦНИИчермет. Также были награждены победители конкурса «За лучшую научную статью».

## 21-Й МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ САММИТ «РУССКАЯ СТАЛЬ: СТРАТЕГИЯ РОСТА»

Представители ЦНИИчермет им. И.П. Бардина приняли участие в 21-м Металлургическом саммите «Русская Сталь: стратегия роста», который проходил в Центре международной торговли в Москве 28–29 мая 2024 г.

Генеральный директор ЦНИИчермет В.В. Семенов в своем выступлении рассказал о масштабных металлургических проектах, реализуемых институтом совместно с партнерами. Один из ключевых – проект ММК по созданию импортозамещающего производства кованных валков для российских металлургических компаний.

При реализации этого проекта активно задействованы компетенции и опыт Научно-инжинирингового центра ЦНИИчермет, который за пять лет реализовал 37 инжиниринговых проектов для различных металлургических предприятий.

Мощность нового производства составит порядка 24 тыс. т изделий в год. В частности,

там будут изготавливать кованные рабочие валки для станов холодной прокатки, кованные опорные валки для станов холодной и горячей прокатки, а также крупногабаритную прессовую поковку.

Руководитель ЦНИИчермет также отметил важную роль металлургических компаний в развитии отечественного машиностроения.

В сессии, посвященной актуальным вызовам, проблемам и перспективам российской черной металлургии, принял участие Л.Н. Шевелев, главный научный сотрудник ЦНИИчермет, профессор, д-р экон. наук, академик РАЕН.

Он рассказал об инновационной технологии производства стали в рудотермических шахтноплазменных печах с использованием плазмотронов, водорода и рециклинга CO<sub>2</sub> в условиях замкнутого цикла. Переход на эту технологию может существенно уменьшить выбросы вредных веществ.



Ведущий отраслевой научно-исследовательский центр черной металлургии – ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина – в апреле 2024 года отметил свое 80-летие. В первом номере за 2024 г. журнал опубликовал шесть статей, посвященных истории развития Института, его выдающимся ученым, их исследованиям и разработкам. В этом выпуске мы продолжаем публикацию материалов, посвященных этому событию.

Редакция

## ЦНИИЧЕРМЕТ ВРУЧИЛИ ГОСУДАРСТВЕННУЮ НАГРАДУ



Министр промышленности и торговли Российской Федерации А.А. Алиханов вручил генеральному директору ЦНИИЧермет В.В. Семенову Почетный знак

Российской Федерации «За успехи в труде», которым в соответствии с Указом Президента Российской Федерации награжден коллектив ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина.

Почетным знаком Институт награжден за большой вклад в развитие отечественной промышленности и достигнутые высокие показатели в производственной деятельности.



## КРУПНЕЙШИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ НАУКИ МИРОВОГО УРОВНЯ\*

**Виталий Петрович Чекалов,**  
*проф., д-р техн. наук,*  
*Председатель Совета ветеранов*  
*ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»*

### **Научно-техническое сотрудничество**

Велика заслуга И.П. Бардина в установлении научно-технического сотрудничества (НТС) с Китаем.

В 1955 г. Советская делегация, возглавляемая вице-президентом АН СССР И.П. Бардиным, приняла участие в сессии АН Китая, на которой И.П. Бардин выступил с докладом «Мировые тенденции в металлургии», в 1958 г. состоялось подписание Соглашения о научно-техническом сотрудничестве, в результате которого был образован китайский ЦНИИчермет, полностью копирующий структуру нашего института [1].

В нем работали многие наши ученые, среди них К.Н. Трубецков, позже Е.Х. Шахпазов, А.И. Зайцев, И.Г. Родионова и другие, которые передавали свои знания в области мировых технологий на Шанхайском, Аньшанском и Уханьском комбинатах.

Начатые много лет назад научные контакты продолжают и сегодня на более высоком уровне, создавая фундамент Российско-Китайских отношений.

В 1956 г. установлено НТС с Научно-исследовательским институтом черной металлургии (ИРСИД) в Париже [2].

В конце 1970-х годов ЦНИИчермет стал крупнейшим головным отраслевым научно-исследовательским институтом. В нем работало около 5000 сотрудников, включая завод и филиалы на крупнейших металлургических заводах и комбинатах. Специалистами

Института разработано более 500 новых марок сталей и сплавов, а также было организовано их производство.

В 1985 г. напротив основного здания института по 2-й Бауманской улице был построен 16-этажный лабораторный корпус Института прецизионных сплавов. А также для сотрудников ЦНИИчермет было построено в Москве 20 объектов социального значения – жилых домов, детских садов и др.

Все работы с 1940 по 1985 гг. проводились под руководством начальника отдела капитального строительства П.П. Чекалова. Здание ЦНИИчермет им. И.П. Бардина и сегодня остается монументальным архитектурным сооружением.

Институт вместе со всей страной пережил «лихие» 1990-е годы и распад Советского Союза, приватизацию промышленности, в том числе и черной металлургии. Сохранить целостность института и научно-производственной базы не получилось. Значительно сократилось число сотрудников. Многие ученые и специалисты ушли в коммерцию или уехали работать за рубеж. Но заложенные основы оказались настолько прочными и перспективными, что институт выстоял и выжил в те непростые времена. Удалось сбросить костяк коллектива, многочисленные наработки и технологии, научную школу.

Благодаря наработкам специалистов ЦНИИчермета созданы новые подотрасли отечественной черной металлургии – порошко-

\* *Продолжение. Начало в №1 2024.*

вая, прецизионные сплавы, спецстали и ферросплавы. За вклад в развитие отечественной и мировой металлургии ЦНИИчермет награжден орденом Трудового Красного Знамени и орденом Труда Чехословакии.

В 1990-е годы Институт потерял экспериментальный завод вместе с опытной базой в Храпунове, все филиалы, несколько подразделений, в том числе такие как ИНМТ и ИПС. Институт разделился на 12 юридических лиц – начался процесс приватизации. Но мощь, заложенная первыми поколениями сотрудников, позволила институту выстоять при поддержке О.Н. Сосковца.

В начале 1990-х годов зарождающаяся российская экономика, а с нею и черная металлургия, переживала глубокий кризис. Сказалась и исключительно высокая производственная концентрация отечественной черной металлургии, в которой 8 крупнейших комбинатов давали 90% всей выплавки чугуна и 80% производства стали и проката.

В результате кризисного обвала к концу 1990-х годов объем выплавки стали уменьшился в 2,5 раза. Однако при этом происходил динамичный рост экспорта металлопродукции, по размерам которого (25 млн т) Россия уже в 1995 г. вышла на первое место в мире, превысив показатели бывшего СССР в пять раз.

Постановлением Правительства России в 1995 г. ЦНИИчермет присвоен статус Государственного научного центра.

В 2000 г. в черной металлургии России наметился прирост производства. Коренным образом изменилось отношение к развитию отечественной промышленности. Металлургические комбинаты постепенно стали наращивать мощности, увеличивать производство.

Одним из первых включился в этот процесс головной институт отрасли – ЦНИИчермет. Связи с Магнитогорским, Северсталью, Новолипецким, Выксунским, Челябинским и многими другими металлургическими гигантами постепенно стали восстанавливаться. Этому процессу способствовало и то, что вопрос развития черной металлургии вошел в круг первоочередных государственных задач.

В 2006 г. В.В. Путиным был подписан Печень поручений, в котором нашла отраже-

ние и поддержка науки. Для ЦНИИчермет начался новый этап развития.

В 2017 г. генеральным директором ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» был назначен В.В. Семенов. При его активной деятельности объем выполняемых НИР увеличился к настоящему времени до 2 млрд руб. [3].

Представим некоторые достижения и разработки научных центров, входящих в состав ЦНИИчермет им. И.П. Бардина. Подробно история развития ферросплавного направления, экономической науки и испытательного центра в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина представлена в работах [4–6].

### **Научный центр качественных сталей (НЦКС)**

НЦКС принадлежит приоритетная роль в создании новых сталей и сплавов, которые успешно работают в машиностроении и строительстве, в нефтяной и газовой промышленности. Хорошо зарекомендовали себя конструкционные высокопрочные, коррозионностойкие, жаропрочные стали. Ежегодно центр дает промышленности до 40 новых марок сталей и сплавов, при этом стойкость и надежность многих ответственных деталей и узлов машин увеличились в несколько раз.

В лабораториях НЦКС ведутся фундаментальные исследования по теории легирования и термической обработки сталей и сплавов.

Развитие авиационной, судостроительной, машиностроительной промышленности и др. требует увеличения выпуска низколегированных сталей, применение которых позволяет уменьшить вес машин и конструкций, следовательно, повысить эффективность их работы и продлить срок службы изделий на 15–20%.

Учеными центра разработан комплекс низколегированных сталей, содержащих в основном марганец, кремний и в небольших количествах ванадий, азот, ниобий, медь. Использование их в народном хозяйстве дало большой экономический эффект.

Проводятся научно-исследовательские работы, направленные на улучшение эксплуатационных характеристик сталей и сплавов. Если ранее разработанные и широко применяемые в промышленности теплоустойчивые

стали имеют гарантийный срок 11 лет, то новые стали будут служить более 20 лет.

Сегодня прочность используемых для газопроводных труб сталей составляет до 120 кг/мм<sup>2</sup>.

Ведется поиск материалов с уникальным комплексом эксплуатационных характеристик – коррозионная стойкость при высокой прочности и одновременно с высокой магнитностью или антимагнитностью. Уже разработан оригинальный метод получения внешне однородных материалов с сильно отличающимися по сечению магнитными свойствами.

**Подшипниковая сталь марки ШХ7СГ с низкой склонностью к карбидной неоднородности и повышенным эксплуатационным ресурсом** (Филиппов Г.А., Ливанова О.В.)

Создан новый класс доэвтектоидной подшипниковой стали повышенной эксплуатационной надежности ШХ7СГ и долговечности. Разработана промышленная технология ее производства. Сталь введена в новую редакцию ГОСТ 801.

Преимущества по сравнению со сталью ШХ15:

- повышение контактной выносливости в 2–6 раз;
- увеличение ресурса подшипника более, чем в 5 раз;
- снижение уровня отбраковки по карбидной неоднородности в 2–4 раза;
- обеспечение уровня твердости термообработанных колец подшипников на уровне 62–64 HRC.

**Коррозионностойкая высокопрочная трип-сталь с повышенным сопротивлением усталости, позволяющая повысить ресурсообеспеченность ответственных авиационных узлов** (Филиппов Г.А.)

Разработана высокопрочная трип-сталь с повышенными до 6 раз сопротивлением усталости и на 25% коррозионной стойкостью и технология ее производства. Использование новой стали, обладающей сбалансированным составом и усовершенствованной технологией изготовления, позволяет до 6 раз повысить ресурсообеспеченность ответственных авиационных узлов, в частности, пластин торсионной колонки несущего винта вертолета К-52.

**Новая сталь для гильз и поддонов новых артиллерийских систем повышенного могущества** (Филиппов Г.А.)

Разработана новая марка стали и технология производства для изготовления гильз и поддонов, предназначенных для боеприпасов новых артиллерийских систем повышенного могущества, рассчитанных на рабочее давление пороховых зарядов не менее 800 МПа.

Данная разработка особенно актуальна, так как в настоящее время в области оборонной тематики проектируются и разрабатываются современные артиллерийские системы нового поколения с увеличенной мощностью и скорострельностью. Боеприпасы к таким системам могут достигать давления пороховых газов порядка 700 МПа и более. Используемая сегодня сталь способна обеспечить давление пороховых газов не выше 400 МПа.

**Сверхдлинная бесшовная труба нового вида из высокопрочной коррозионностойкой стали для перспективных транспортных реакторных установок (сталь ЭП302М-Ш)** (Филиппов Г.А., Новичкова О.В.)

Создана новая уникальная технология производства трубной заготовки и холоднокатаной тонкостенной теплообменной бесшовной трубы длиной 33 м, обладающей коррозионной стойкостью на три порядка выше по сравнению с традиционными отечественными и зарубежными аналогами, а также повышенной прочностью, что позволит повысить в 1,5–2 раза ресурс эксплуатации, надежность и безопасность ее работы.

Данная труба предназначена для работы в условиях повышенных нагрузок температуры, пара, воды и агрессивных сред теплообменного оборудования перспективных инновационных реакторных установок со свинцовым теплоносителем и транспортных водоводяных реакторных установок малой и средней мощности.

Сверхдлинная бесшовная труба нового вида и технология ее изготовления позволяют обеспечить создаваемые энергетические объекты АЭС нового поколения – БРЕСТ-ОД-300, БР-1200.

**Научный центр металловедения и физики металлов (НЦМФМ)** является ведущей научной организацией по исследованию,

разработке технологии и внедрению в производство сплавов с особыми магнитными свойствами, с заданными и регулируемые коэффициентами термического расширения и частоты, с особыми упругими свойствами, с высоким омическим и с нулевым (сверхпроводящие) сопротивлением.

С 1970 г. в промышленности используется более 200 марок сплавов, разработанных в лабораториях института, в виде тончайшей ленты толщиной до 0,001 мм, проволоки диаметром до 0,001 мм, тонкостенных труб, специальных профилей и поковок.

Разработанные ранее сотрудниками Института прецизионных сплавов (Б.В. Молотилов, В.В. Соснин, А.Г. Петренко, Л.В. Миронов, В.П. Борякинский, В.П. Чекалов и др.) технологии производства трансформаторной стали с кубической текстурой и холоднокатаной динамой и электротехнические стали новых марок для перспективной серии асинхронных двигателей вывела отечественное электромашиностроение на одно из первых мест в мире.

В 1977 г. введено в строй на ЧерМК крупнейшее в России отделение по производству легированных 1-2 группы холоднокатаных изотропных электротехнических сталей мощностью 140 тыс. т в год.

В 1986 г. введен на НЛМК самый большой в Европе цех по производству холоднокатаных изотропных электротехнических сталей 1-4 группы на 500 тыс. т в год, что обеспечило отказ от дорогостоящего импорта.

Большое внимание уделяется сегодня созданию сплавов для работы в агрессивных средах, при высоком давлении, низких температурах и в условиях сильных магнитных полей. Ведутся работы по получению сверхпроводящих сплавов.

Разработаны аморфные сплавы на Fe–Co основе для высокоиндукционных двигателей и аморфная трансформаторная лента шириной до 200 мм с повышенной индукцией и низкими потерями для распределительных трансформаторов.

*Демпфирующая сталь* (Чудаков И.Б.)

Новая сталь 01Ю5КТА поглощает до 50% подведенной вибрационной энергии за каж-

дый цикл колебаний.

По уровню демпфирующей способности сталь марки 01Ю5КТА превосходит массовые конструкционные стали типа нержавеющей X18H10T в 15–1000 раз. Может применяться до высоких температур ( $T = 575^{\circ}\text{C}$ ) без потери демпфирующих свойств.

Сталь 01Ю5КТА превосходит японские стали по демпфирующей способности и прочности на 40%, а по технологичности и свариваемости на 50%.

*Многослойное покрытие инструмента для обработки специальных сталей и сплавов* (Ковалев А.И., Мартынов Д.А.)

Созданы покрытия, не уступающие по характеристикам лучшим зарубежным аналогам.

На поверхности нанесенного покрытия образуются разные трибооксиды, снижающие коэффициенты трения и теплопроводности, что в результате приводит к снижению температуры самого режущего инструмента до 43% (при скоростях более 600 м/мин). Превышение ресурса работы многослойных покрытий (до 7 раз) в сравнении с однослойными при высоких температурах сухого резания для концевых фрез, режущих пластин и др. Решена острая проблема обеспечения отечественных машиностроительных отраслей высококачественным обрабатывающим инструментом.

**Научный центр прецизионных сплавов и специальных материалов (НЦПССМ)**

В рамках импортозамещения впервые в России разработана и внедрена технология изготовления ленты из термобиметаллического материала толщиной 0,3–0,5 мм, имеющая различные температурные коэффициенты линейного расширения.

Термобиметаллический элемент в конструкции АЗС состоит из трех слоев: активный слой – аналогичен сплаву 70ГНД-А; промежуточный – бескислородная медь; пассивный – сплав на основе никеля 36Н.

Лента используется при изготовлении автоматов защиты бортовой сети самолетов.

*Высокопрочный магнитомягкий сплав для роторов* (Соснин В.В.)

Разработан сплав типа «пермендюр» 49К2ФА для ротора авиационного генератора



ра. Сплав сочетает в себе высокие магнитные и механические свойства, позволяющие повысить скорость вращения ротора в 1,5 раза (с 15000 до 24000 об/мин).

Экономический эффект связан с тем, что с 1 кг изделия, изготовленного из нового материала, снимают большее кВт энергии за счет высокой прочности, позволяющей увеличить скорость вращения ротора.

**Мартенситностареющий коррозионноустойчивый сплав и технология его производства. Данный сплав используется при изготовлении медицинского инструмента** (Соснин В.В., Магдиев К.Д.)

Медицинский инструмент для сосудистой хирургии: канюли, пинцет, ножницы, иглодержатель и др. изготавливают из мартенситностареющего коррозионноустойчивого сплава 12ХНКМТЮ-ВИ (СП-22) в виде полосы, прутка и проволоки.

В настоящее время остро стоит проблема отсутствия материалов высокого качества для производства медицинского инструмента, в частности, для сердечно-сосудистой и пластической хирургии. Разработана технология производства мартенситностареющего сплава, изготовлены образцы полосы из данного сплава и переданы ПТО «Медтехника» для опробования, который подтвердил высокое качество сплава и полученных из него изделий.

#### **Научно-производственный центр порошковой металлургии (НЦПМ)**

Научный уровень исследований и технологических разработок лабораторий вакуумной металлургии для космоса соответствует мировому уровню. В частности, разработана технология выплавки приборной шарикоподшипниковой стали для гироскопов космических кораблей. В процессе выплавки стали способом вакуумного дугового переплава обнаружили в стальном слитке специфический дефект «пятнистая ликвация», возникающий в результате вращения жидкого металла в кристаллизаторе, а собственно вращение вызвано возникновением асимметричных магнитных полей в вакуумных дуговых печах. Конструкция печей была принципиально изменена. Были установлены симметричные токоподводы, что обеспечило

получение бездефектного высококачественного металла, признанного немецкими специалистами всемирно известной фирмы-производителя вакуумных дуговых печей «Леопольд-Гереус».

В 1986–1995 гг. были созданы композиционные слоистые материалы, сочетающие уникальные свойства: жаростойкость, эрозионностойкость, жаропрочность. Прогрессивные технологии обеспечивают изготовление рациональных спеченных и деформированных полуфабрикатов сложной конфигурации.

В начале XXI в. были разработаны совместно с ЦНИИМВ, ЦНИИКМ «Прометей», ВИАМ и ВИЛС новые отечественные материалы, среди них: 03Х11Н8М2Ф (ДИ52), 07Х21Г7АН5 (ЭП222), 03Х9К14Н6М3Д (ЭП921), ХН73МБТЮ (ЭП698), Н15НБМВФБ (ВНС16), 04Х13Н5М5К9Л (ВНЛ6). Эти материалы применяют и сегодня в изделиях ракетно-космической техники многоразового использования.

**Металлические порошки для аддитивной (3D-печати) технологии производства** (Скачков О.А., Манегин С.Ю.)

Впервые в России разработаны и освоены технологии получения порошков менее 10 мкм распылением водой высокого давления для применения в аддитивных технологиях.

Разработаны специальные нержавеющие сплавы, учитывающие особенности аддитивной технологии изготовления деталей. Данные сплавы соответствуют лучшим мировым аналогам в этой области.

#### **Центр стандартизации и сертификации металлопродукции (ЦССМ)**

Важнейшей задачей, стоящей перед черной металлургией, наряду с увеличением объема производства, является нормирование и регулирование качества продукции стандартами и техническими условиями.

Стандарты создаются на основе новейших научных исследований с учетом непрерывно возрастающих требований потребителей и являются серьезным стимулом для внедрения в производство передовой техники.

ЦНИИчермет – головная в России организация по стандартизации продукции черной металлургии. Институтом накоплен большой опыт в области методики и практики работы

по стандартизации, систематизированы материалы по марочному составу, ведется точный учет всех вновь создаваемых марок сталей и сплавов и других новых видов продукции.

Уровень показателей качества, нормируемых стандартами и техническими условиями, систематически сопоставляется с показателями зарубежных каталогов и стандартов. Этой работой в ЦНИИчермет занимается Центр, который осуществляет научно-техническое и организационно-методическое руководство по стандартизации на предприятиях и в организациях черной металлургии, координирует работу других институтов в этой области.

За последние годы ЦНИИчермет представил на рассмотрение в Комитет стандартов более 100 проектов, из которых 80 утверждены и введены в действие, среди них: группа стандартов на прутки, листы, ленту и проволоку из коррозионно- и жаростойких сталей; стандарты на прецизионные сплавы – магнитомягкие, с заданным коэффициентом теплового расширения, сплавы для упругих элементов и термобиметаллы; стандарт на прутки из теплостойких сталей и др.

Комплексная структура института позволяет привлекать к разработке и согласованию основных законов производства и технических условий квалифицированных специалистов различных направлений, выполняющих аудит металлургических предприятий.

#### ***Творческий штаб института***

Большую роль в научной деятельности ЦНИИчермет играет Ученый совет, в состав которого входят 50 ведущих ученых-металлургов во главе с генеральным директором В.В. Семеновым. Он является своеобразным центром, направляющим научно-исследовательскую работу всех подразделений института. Ученый совет рассматривает годовые и перспективные планы, проблемные и дискуссионные вопросы теории и практики развития черной металлургии, вопросы научной организации и методик исследований по отдельным направлениям. Ученый совет представляет в Комитет по Государственным премиям наиболее важные для народного хозяйства работы ученых ЦНИИчермет; проводит конкурсы на замещение вакантных должностей и переизбрание на новый

срок заведующих лабораториями и научных сотрудников, представляет кандидатуры сотрудников для утверждения их в звании профессора и старшего научного сотрудника.

#### **Совет молодых ученых и специалистов**

С целью совершенствования работы с молодыми учеными и специалистами, придания системного и эффективного характера взаимодействия с администрацией института с 2008 г. возобновил работу Совет молодых ученых и специалистов научно-производственного комплекса Института.

Состав Совета формируется из числа научных сотрудников и инженерно-технических работников института в возрасте до 35 лет. Курируют работу Совета генеральный директор В.В. Семенов и ученый секретарь института Т.П. Москвина.

Совет создает условия для раскрытия творческих способностей молодых ученых и специалистов, оказывает организационную помощь в участии молодежи в различных конкурсах научных работ, конференциях и семинарах, ведет веб-страницу.

#### **80 лет научных достижений**

ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» является ведущим в России комплексным научно-исследовательским центром по созданию металлургических технологий и новых материалов.

#### ***Герои Социалистического Труда:***

И.П. Бардин, И.Н. Голиков, Г.В. Курдюмов, Ю.А. Осипьян.

#### ***Крупнейшие достижения ученых ЦНИИчермет им. И.П. Бардина:***

Сделаны три открытия мирового уровня в области фундаментальных основ фазовых превращений:

1977 г., № 190 (В. Крицкая, В.А. Ильина, А.В. Нархов);

1981 г., № 230 (Г.В. Курдюмов);

1987 г., № 319 (А.Р. Кутсар).

***За выдающиеся достижения в области науки и техники*** удостоены 180 лауреатов Государственной Премии СССР, Премии Совета Министров СССР, Премии Правительства РФ, среди них

– четырежды: А.Г. Шалимов, Е.Х. Шапозов, П.И. Югов;

– трижды: И.П. Бардин, И.Н. Голиков, В.М. Паршин, А.А. Синельников.

9 лауреатов Ленинской Премии:

И.П. Бардин, С.Г. Воинов, А.И. Осипов, А.Г. Шалимов, Л.Ф. Косой, Е.С. Калинин, Н.П. Лякишев, Н.П. Слотвинский-Сидак, А.И. Ма-  
нохин.

*Достижения мирового уровня:*

- внедрение кислорода в доменном и сталеплавильном производстве;
- внедрение внепечного рафинирования стали;
- разработка и внедрение непрерывной разливки стали;
- создание кислородно-конвертерного процесса;
- развитие фундаментальных основ теории мартенситного превращения;
- создание теории кристаллизации многокомпонентных систем;
- создание теории прочности и пластичности, теории хрупкого разрушения сложнолегированных сталей и сплавов;
- создание уникальных прецизионных сплавов;
- создание нового класса наноструктурированных трубных сталей для магистральных газопроводов на рабочее давление до 120 атм;
- разработаны высокожаростойкие сплавы на основе интерметаллидов Ni<sub>3</sub>Al, NiAl и системы Fe–Cr–Al для авиационных и ракетных двигателей.

За 80 лет получено более 3500 Авторских свидетельств СССР и Патентов РФ.

За последнее десятилетие ЦНИИчермет вырос в комплексный научный центр, состоящий из нескольких специализированных научных центров, где ученые проводят глубокие исследования более, чем по 60 направлениям черной металлургии.

Организационная структура ЦНИИчермет динамична и совершенствуется по мере постановки новых задач. Она дает возможность привлекать для проведения крупных научно-технических работ широкий круг ученых, сочетать теоретические исследования с работами прикладного характера, а также решать комплексные проблемы, требующие ко-

ординации различных научных направлений.

Сегодня в институте трудятся немало высококвалифицированных ученых и инженеров, в том числе: 93 доктора и кандидата технических наук, свыше 100 молодых специалистов. ЦНИИчермет сотрудничает со многими отечественными металлургическими и машиностроительными предприятиями, а также с зарубежными партнерами.

Творческие научные идеи ученых ЦНИИчермета получили всеобщее признание и находят воплощение и сегодня в мировой металлургической практике.

В 2022–2024 гг. ЦНИИчермет активизировал выполнение НИР по оборонной тематике. Созданы уникальные материалы и изделия.

#### Список источников

1. Чекалов В.П. Основатель, организатор, мыслитель // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2023. № 4. С. 113–117.
2. Косырев К.Л., Чекалов В.П. Черная металлургия. Бардин. ЦНИИчермет. Основа прочных традиций. Ярославль: ООО «РМП», 2014. 256 с.
3. Чекалов В.П. Крупнейший научно-исследовательский центр металлургической науки мирового уровня // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2024. № 1. С. 85–87.
4. Волков А.И. История исследований технологий ферросплавов в НИИКСиФ и ЦНИИчермет // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2024. № 1. С. 88–102. [https://doi.org/10.54826/19979258\\_2024\\_1\\_88](https://doi.org/10.54826/19979258_2024_1_88)
5. Бродов А.А., Мухатдинов Н.Х., Окуньков А.В. Экономическая наука в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2024. № 1. С. 103–109. [https://doi.org/10.54826/19979258\\_2024\\_1\\_103](https://doi.org/10.54826/19979258_2024_1_103)
6. Испытательный центр "Металлест" ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина" // Металлург. 2018. № 5. С. 71–85.

*Статья поступила в редакцию 10.03.2024 г.,  
Одобрена после рецензирования 20.03.2024 г.,  
Принята к публикации 20.04.2024 г.*

## ЛЮДЯМ ЗАВОД НА ПАМЯТЬ ОСТАВИЛ



Павел Фёдорович Баканов родился 25 января 1906 г. в селении Сабунчи Нобелевского городка Бакинской губернии. Это место в Российской империи было известно как исторический центр нефтепромыслов. Отец Павла Фёдоровича работал на их строительстве, а мать занималась домом и воспитанием детей (семья была многодетной).

После окончания в 1924 г. средней школы П.Ф. Баканов поступил в Азербайджанский политехнический институт. В 1930 г. Павел Фёдорович получил специальность инженера-строителя. Через два года судьба привела его на завод «Электросталь». П.Ф. Баканов работал в отделе капитального строительства до момента эвакуации оборудования в октябре 1941 г. Начиная с должности инженера-инспектора, затем работал в проектно-отделе заведующим строительной секции, потом стал заместителем начальника проектного отдела, а с января 1937 г. – главным инженером ОКС.

В предвоенные годы (1932–1941) в условиях послереволюционной разрухи и последующей индустриализации и интенсивного технологического восстановления, Павел Фёдорович активно участвовал в строительстве завода «Электросталь» – первенца отечественной электрометаллургии. Благодаря

Баканову завод был включен в группу особенно важных предприятий государства. Строительство получило поддержку на высоком уровне и шло ускоренными темпами.

Под руководством П.Ф. Баканова на заводе были построены 11 электропечей, малый блюминг 800, станы 350/450 и 300, восемь штамповочных молотов в цехе № 20, четыре ковочных молота в молотовом цехе. В 1937–1940 гг. для стремительного наращивания выпуска штампованных деталей авиамоторов на Электростали возвели специальный блок цехов, состоящий из восьми производственных корпусов.

Выплавка электрометалла на заводе «Электросталь» в эти годы возросла с 45 тыс. т в 1932 г. до 310 тыс. т в 1941 г., выпуск штампованных деталей авиамоторов увеличился в несколько раз. Таким образом, к 1941 г. первый в СССР электросталеплавильный завод «Электросталь» превратился в самое крупное в Европе предприятие, производящее все виды высококачественного металла и авиапоясков.

Вскоре после начала Великой Отечественной войны по решению партии и правительства лучшее и самое мощное оборудование завода «Электросталь» было отправлено на Урал. Павла Фёдоровича Баканова командировали в рабочий поселок Чебаркуль, где с ноября 1941 г. по январь 1944 г. он руководил вводом в эксплуатацию эвакуированного оборудования. Восстанавливались комплексы цехов №№ 1 и 20. В исключительно тяжелых условиях (морозы стояли до – 45 градусов, работы велись в три смены, неустойчивое отопление в жилых помещениях и т.д.) рождался на новом месте завод. Тем не менее, первая продукция была дана в установленный срок – 15 марта 1942 г., то есть через 3 – 4 месяца после эвакуации.



За восстановление завода и обеспечение нужд фронта боевой продукцией П.Ф. Баканов был награжден орденами Красной Звезды, Трудового Красного Знамени и медалью «За трудовую доблесть».

Вскоре из министерства поступил новый приказ – направление на работу в Донецк! В связи с освобождением этого города, в то время носившего имя Сталино, требовалось восстановить Донецкий металлургический завод. Павла Фёдоровича направили на этот трудный участок. Восстановлением и реконструкцией предприятия хозяйственным способом Баканов занимался с января 1944 г. до февраля 1946 г. в качестве главного инженера УКС. В этот период вошли в строй две доменные печи (из четырех), четыре мартена (из восьми), два прокатных стана. Удалось восстановить и соответствующее вспомогательное хозяйство. В 1946 г. Баканов передал ведение работ местной подрядной организации и вернулся на завод «Электросталь».

Во время войны на Урал с завода «Электросталь» отправили лучшее и самое мощное оборудование, которое назад не вернулось. В опустевших производственных корпусах и в жилых домах разместился эвакуированный Новокраматорский завод (сегодня ЭЗТМ). У «Электростали» остались старые, ветхие корпуса, барачного типа домишки, построенные ещё в начале 1930-х годов. Завод выплавлял 75 % мартеновского металла.

В первую послевоенную пятилетку (1946–1950 гг.) за счет использования трофейного оборудования восстанавливались производственные мощности завода. Были подготовлены две электропечи по 20 т в СПЦ-2; в СПЦ-1 трёхтонную печь переделали в пятитонную; подготовили дополнительные молоты в первой кузнице. Восстановлено соответствующее общезаводское хозяйство, построены капитальные жилые дома. Образована пусковая группа нового поколения для строительства прокатного цеха № 2.

В последующие годы на заводе по решению правительства создавались:

– комплекс по производству прецизионного металла в составе СПЦ-3, лентопро-

лочного цеха, листопрокатного цеха (триостан Лаута) и электролизной станции;

– комплекс по увеличению выпуска полуфабрикатов из жаропрочных металлов в составе кузнечного цеха № 2, прессы усилием 4000 т, позднее ещё и 2000 т, электропечь 20 т в сталеплавильном цехе № 2 и вспомогательное производство;

– комплекс выпуска вакуумных металлов в составе сталеплавильных цехов №№ 4 и 6.

В сооружениях этих послевоенных объектов, а также в жилищном строительстве и его организации народным методом Павел Фёдорович Баканов принимал непосредственное участие в качестве заместителя директора завода до октября 1968 г. и в качестве главного инженера ОКС до января 1970 г.

За обеспечение высокой технологии изготовления сплавов П.Ф. Баканов награжден значком Ту-104 и удостоверением на право ношения от авиаконструктора Андрея Николаевича Туполева «В знак совместной работы по созданию первого в СССР реактивного лайнера Ту-104».

В 1981 г. Павлу Фёдоровичу присвоили почетное звание «Заслуженный строитель РСФСР». Через пять лет, в 1986 г. он был отмечен высшей заводской наградой, став лауреатом премии им. И.Ф. Тевосяна. Баканова знали и как депутата – шесть раз его избирали в Электростальский горсовет.

За последние 10 лет жизни Павел Фёдорович Баканов подал множество рацпредложений по капитальному строительству завода «Электросталь». Они приняты и внедрены в производство. Экономический эффект в результате внедрения составил свыше 100 тыс. советских рублей.

Несмотря на тяжелое послереволюционное время, в условиях Великой Отечественной войны, когда было сложное материальное положение, отсутствие нормального питания и жилищных условий, так как после революции все лучшее либо вывезли либо за границу, либо разграбили, а во время ВОВ все лучшее отправляли на фронт, Павел Фёдорович создал семью, которую очень любил. Вместе с Евгенией Ивановной Бакановой (1911–1982 гг.)

вырастил двоих детей: Константина Павловича Баканова (1932–2007) и Татьяну Павловну Логинову (1945–2021).

Дочь Татьяна родилась в Донецке при восстановлении Донецкого металлургического завода. Начиная свой трудовой путь на заводе «Электросталь» в качестве инженера-металлурга. В дальнейшем занималась улучшением качества и совершенствованием технологий производства автолиста, ленты для кинескопов цветных телевизоров, освоением и разработкой технологии производства высококачественного листа и др., совмещая основную работу с работой учёным секретарём испытательного центра «Металлест» ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, активно занималась общественной и благотворительной деятельностью.

В период работы в ЦНИИчермет Т.П. Логинова подала множество авторских свидетельств в области металлургии. Кроме того,

она была награждена Почётной грамотой Московской городской думы за благотворительность.

Павел Фёдорович Баканов в общей сложности отдал металлургии более 50 лет своей жизни, участвовал в восстановлении многих предприятий из разлухи.

Надо отметить – он всегда был влюблен в жизнь и в свою профессию, и эти чувства передавались людям.

**Инна Сергеевна Антонова,**

канд. экон. наук

*(В 1980–1990-е годы – учёный секретарь*

*Института новой металлургической технологии ЦНИИчермет им. И.П. Бардина)*



## БОРИСУ МИХАЙЛОВИЧУ МОГУТНОВУ – 90 ЛЕТ

**14 июня 2024 г. исполнилось 90 лет российскому ученому, доктору химических наук, профессору Борису Михайловичу Могутнову.**

Борис Михайлович окончил Московский институт стали в 1958 г. Вся его научная и трудовая деятельность связана с ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, где он прошел путь от младшего научного сотрудника до директора Института металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова. Б.М. Могутнов внес существенный вклад в целый ряд научных и технологических направлений: в области физической и неорганической химии, химической термодинамики, материаловедения, теории металлургических процессов. Так, на основе серии экспериментальных и теоретических исследований процессов, протекающих при распаде мартенсита в закаленной стали, термодинамических свойств твердых растворов водорода, азота и углерода в переходных металлах, стало возможным количественное и термодинамическое прогнозирование образования фаз в стали, обеспечивающих ее высокие качественные характеристики. Результаты этих исследований были обобщены в монографиях «Термодинамика железоуглеродистых сплавов» (1972 г.), «Термодинамика сплавов железа» (1984 г.).

Борисом Михайловичем исследованы закономерности растворения и выделения в сталях нитридов и сульфидов, и затем разработана концепция поведения ингибиторных фаз в сплавах на основе железа и кремния, благодаря чему стало возможным улучшение качественных характеристик анизотропной электротехнической стали и повышение эффективности технологии ее производства. Результаты исследований отражены в монографии «Физическая химия процессов обработки электротехнических сталей» (1990 г.).

Вопросы физико-химического и термодинамического описания систем с интенсивным межчастичным взаимодействием всегда интересовали

Б.М. Могутного, поскольку их решение необходимо для разработки перспективных металлических, керамических, металлокерамических, композиционных материалов с высоким комплексом свойств. Особенную актуальность эта проблема приобретает в применении к аморфным, микрокристаллическим и явнокристаллическим состояниям материалов.

На основе понятий о молекулоподобных комплексах было сформулировано новое представление о строении расплавов в системах с интенсивным взаимодействием, в которых они рассматриваются как ассоциированные растворы. Данная концепция в сочетании с измерениями теплоемкости при сверхнизких температурах позволила Б.М. Могутнову с сотрудниками впервые в мировой науке определить абсолютную и конфигурационную энтропии аморфных металлических сплавов в интервале от 0 К до температур кристаллизации. Эти исследования нашли свое отражение в двух монографиях «Физическая химия металлургических шлаков» (2008 г.) и «Аморфизация металлических расплавов» (2011 г.), подготовленных и выпущенных Б.М. Могутновым в соавторстве.

Б.М. Могутнов – автор более 300 научных публикаций в ведущих советских, российских и международных журналах, а также он является автором более 15 авторских свидетельств и пяти патентов РФ. Борис Михайлович Могутнов создал научную школу по термодинамике материалов и металлургических процессов. Его ученики, став кандидатами и докторами наук, работают во многих научно-исследовательских институтах и образовательных учреждениях.

Борис Михайлович пользуется большим и заслуженным авторитетом среди ученых как в России, так и за рубежом, является ассоциированным редактором международного журнала J. Phas. Equilibria, много лет, будучи заместителем главного редактора журнала «Проблемы черной металлургии и материаловедения», он занимался его развитием и формированием.

Б.М. Могутнов награжден Почетной медалью академика Г.В. Курдюмова «За выдающиеся заслуги в области физического металловедения» (2010 г.).

**Редколлегия и редакция журнала «Проблемы черной металлургии и материаловедения» сердечно поздравляют Бориса Михайловича с 90-летием и желают ему крепкого здоровья, бодрости и семейного тепла!**



## Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас опубликовать результаты своих исследований в журнале «Проблемы черной металлургии и материаловедения». Журнал публикует на безвозмездной основе оригинальные статьи и обзоры, связанные с переработкой рудного и техногенного сырья, получением чугуна, стали и ферросплавов, свойствам сплавов на основе железа, материаловедением и физикой металлов, вопросами ресурсосбережения, экологии, стратегии развития и экономической эффективности металлургической отрасли. Издание входит в перечень журналов, рекомендуемых ВАК для публикации трудов соискателей ученых степеней, в электронном виде статьи размещены в научной электронной библиотеке eLibrary.ru, РИНЦ, журнал входит в базу данных «Russian Science Citation Index» (коллекция лучших российских журналов на платформе Web of Science).

Журнал выпускается с 2007 г. Его учредителем является Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина. В 2020 г. был обновлен состав редколлегии, в ее состав были приглашены известные ученые-металлурги. С 2021 г. статьям журнала присваиваются ссылки DOI. С 2022 г. значительно улучшены оформление, структура и полиграфический уровень печатной версии журнала. Для повышения качества публикаций, обеспечения высокого научного уровня, практической значимости, освещения последних научных достижений проводится серьезная работа по привлечению авторов, обсуждению, рецензированию рукописей.

### ВНИМАНИЕ! ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА на журнал

#### «ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ»

*Подписку на журнал вы можете оформить:*

- На сайте «Объединенного каталога «Пресса России» [www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru)  
**Подписной индекс – 58999**
- Подписаться через интернет-магазин «Пресса по подписке» можно на сайте <https://www.akc.ru>;
- Подписка в редакции.

На электронную версию журнала можно подписаться на сайте  
Научной Электронной Библиотеки (НЭБ) <http://www.elibrary.ru>

Приобрести журналы за безналичный расчет можно в ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина». Для оформления подписки на журнал по безналичному расчету необходимо прислать заявку с указанием номера журнала и количества экземпляров, адрес и банковские реквизиты.

**Всю информацию следует отправить по электронной почте:**

**E-mail: [ntphm@yandex.ru](mailto:ntphm@yandex.ru),**

**Тел. редакции: (495)777-94-98; (495)777-93-02; (495)777-95-13**

**[www.chermet.net](http://www.chermet.net)**