

# ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

2 • 2017

## *Технологические процессы металлургии*

**В. Н. Бутрим**

Технологические решения в металлургическом производстве полуфабрикатов из двухфазного хромоникелевого сплава .....5

**С. В. Сметанин, В. Н. Перетягко, А. Б. Юрьев, М. В. Филиппова**

Нагрузочные диаграммы при прокатке трамвайных рельсов в непрерывной реверсивной группе клетей .....20

**А. А. Павлов**

Разработка, освоение производства и опыт применения новых износостойких биметаллов, получаемых по технологии электрошлаковой наплавки .....28

## *Переработка техногенного сырья*

**П. И. Грудинский, Д. В. Зиновеев, Т. Н. Пенкина, В. Г. Дюбанов, Л. И. Леонтьев**

Исследование возможности рециклинга бедных по цинку пылей и шламов чёрной металлургии в сталеплавильных агрегатах .....37

## *Материаловедение и новые материалы*

**Я. С. Кузнеценко, И. П. Шабалов, А. А. Холодный, Ю. И. Матросов, В. Я. Великоднеев**

Центральная сегрегационная неоднородность и сопротивление водородному растрескиванию листов из трубных сталей. Часть 1. Влияние химического состава .....45

**В. В. Науменко, О. А. Багмет**

Микроструктура и свойства рулонного проката класса прочности K56 (X65), микролегированного ванадием и азотом .....58

**Ю. Ф. Иванов, В. Е. Громов, В. Е. Кормышев, А. М. Глезер, С. В. Коновалов, А. Д. Тересов**

Модифицирование электронно-пучковой обработкой поверхностного слоя наплавки, сформированной на стали Hardox 450 электроконтактным методом .....65

**М. Е. Гетманова, В. И. Изотов, А. Н. Никулин, Г. А. Филиппов**

Оценка возможности использования литых колес в железнодорожном подвижном составе .....72

## *Экономика и организация производства*

**Г. Н. Еремин, Б. В. Молотилов, А. Е. Чеглов, С. В. Бахтин, В. И. Парахин**

Совершенствование стандартов проката из электротехнических сталей – важнейший фактор повышения качества продукции для электротехники (трансформаторов и электродвигателей) .....90

## *Контроль металлургического производства и металлопродукции*

**С. С. Шумкин, В. Л. Шпер**

Зависимость магнитных свойств постоянных магнитов из сплавов системы SmCo от химического состава исходного слитка .....95

## *Информация*

**А. В. Амежнов**

VIII Конференции молодых специалистов “Перспективы развития металлургических технологий” ..... 100

Юрию Ивановичу Матросову — 80 лет ..... 104

К 60-летию Александра Ивановича Зайцева ..... 106

# PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

CONTENTS

2 • 2017

## *Production processes in metallurgy*

**V. N. Butrim**

Technological approaches to metallurgical production of semi-finished items from a two-phase chromium-nickel alloy .....5

**S. V. Smetanin, V. N. Perepyat'ko, A. B. Yur'ev, M. V. Filippova**

Load diagrams in the course of rolling of tram rails at continuous reversing mill group .....20

**A. A. Pavlov**

Working out, development of manufacture and experience of application of new wear-resistant bimetals produced by electroslag build-up welding .....28

## *Recycling of technogenic raw materials*

**P. I. Grudinskiy, D. V. Zinoveev, T. N. Penkina, V. G. Dyubanov, L. I. Leont'ev**

Research into possibility of recycling zinc-poor dust and sludge of ferrous metallurgy in steel-melting units .....37

## *Materials science and new materials*

**Ya. S. Kuznechenko, I. P. Shabalov, A. A. Kholodnyy, Yu. I. Matrosov, V. Ya. Velikodnev**

Centerline segregation inhomogeneity and resistance to hydrogen induced cracking of rolled plates from pipe steels. Part 1. Influence of chemical composition .....45

**V. V. Naumenko, O. A. Bagmet**

Microstructure and properties of coiled stock of the K56 (X65) strength class microalloyed with vanadium and nitrogen .....58

**Yu. F. Ivanov, V. E. Gromov, V. E. Kormyshev, A. M. Glezer, S. V. Kononov, A. D. Teresov**

Modification of the facing surface layer formed on the Hardox 450 steel with electrocontact technique by electron beam processing .....65

**M. E. Getmanova, V. I. Izotov, A. N. Nikulin, G. A. Filippov**

Assessment of possibility to use cast wheels in train sets of cars .....72

## *Economy and organization of production.*

**G. N. Eremin, B. V. Molotilov, A. E. Cheglov, S. V. Bakhnin, V. I. Parakhin**

Perfection of standards for rolled stock from electrical steels — the major factor for improving the quality of products for electrical engineering (transformers and electric motors) .....90

## *Control of metallurgical manufacture and metal products*

**S. S. Shumkin, V. L. Shper**

Dependence of magnetic properties of permanent magnets from alloys of the SmCo system on the chemical composition of starting ingots .....95

## *Information*

**A. V. Amezhnov**

VIII Conference of young specialists "Perspective of development of metallurgical technologies" ..... 100

Yury Ivanovitch Matrosov — 80 anniversary ..... 104

Alexandr Ivanovitch Zaitsev — 60 anniversary ..... 106

УДК 669.01:669.018.4.

## **Технологические решения в металлургическом производстве полуфабрикатов из двухфазного хромоникелевого сплава**

**В. Н. Бутрим**

*ОАО “Композит”, г. Королёв, Московской области, ул. Пионерская, 4.  
E-mail: info@kompozit-mv.ru.*

Представлены результаты разработки, исследования и освоения технологических процессов вакуумной индукционной выплавки, рафинирующего электрошлакового переплава, горячей пластической деформации, термической обработки и механической обработкой резанием хромоникелевого сплава. Предложенные технологии обеспечивают повышение качества металла по содержанию газовых примесей и неметаллических включений; требуемые механические, технологические и эксплуатационные свойства; стабильную работоспособность термокatalитических двигателей коррекции орбиты, ориентации и стабилизации космических аппаратов в течение срока эксплуатации.

Ключевые слова: материалы космической техники, хромоникелевый сплав, выплавка слитков, электрошлаковый переплав, деформация, термическая обработка, обработка резанием.

The paper presents the results of research and development of technological processes for vacuum induction smelting, refining electroslag remelting, hot plastic deformation, heat treatment and machining of a Cr-Ni alloy. The offered technological approaches provide improvement of the metal quality on the content of gas impurities and nonmetallic inclusions, the required mechanical, technological and service properties, stable operability of thermo-catalytic engines used for correction of the orbit, orientation and stabilization of spacecraft during operation term.

Keywords: materials for space technology, Cr – Ni alloy, smelting of ingots, electroslag remelting, deformation, heat treatment, machining.

621.771.

## **Нагрузочные диаграммы при прокатке трамвайных рельсов в непрерывной реверсивной группе клетей**

**С. В. Сметанин<sup>1</sup>, В. Н. Перетяtko<sup>2</sup>, А. Б. Юрьев<sup>1</sup>,  
М. В. Филиппова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», г. Новокузнецк. E-mail: [Sergey.Smetanin@evraz.com](mailto:Sergey.Smetanin@evraz.com).

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

В работе приведены теоретические и экспериментальные результаты по анализу моментов, возникающих при прокатке трамвайных рельсов в реверсивной непрерывной чистовой группе клетей. С целью более плавной загрузки двигателя и уменьшения динамических ударов при захвате металла валками в период разгона прокатного стана выполнено исследование крутящих моментов прокатки при постоянной скорости вращения валков. Установлено, что при захвате металла валками на постоянной скорости вращения валков, динамический момент отсутствует, что повышает надежность работы оборудования главной линии прокатного стана. Разработанные скоростные режимы позволили на 20 – 25 % уменьшить момент при захвате металла валками, исключить пробуксовки и динамические удары в главной линии прокатного стана и увеличить производительность прокатного стана при высоком качестве трамвайных рельсов.

Ключевые слова: прокатный стан, непрерывная реверсивная группа клетей, прокатка, трамвайные рельсы, моменты прокатки, динамические моменты, маховой момент, скорость прокатки.

The paper presents theoretical and experimental results of analysis of rolling torques arising in the course of rolling of tram rails at reversible continuous finishing mill group. Pivoting torques during constant speeds of the rolls rotation have been studied for the purpose of the motor smooth running and impacts decreasing in the course of roll biting at the period of the rolling mill speeding up. It has been established that there were no impact during roll biting if the speed of the rolls rotation was constant. This raises the operational reliability of the equipment of the rolling mill main line. The developed speed regimes allowed reducing by 20 – 25 pct. the moment during roll biting of the metal, precluding slip and impacts in the rolling mill main line, increasing the productivity of the rolling mill with the high quality of tram rails.

Keywords: rolling mill, continuous reversible mill group, rolling, tram rails, rolling torques, impacts, flywheel moment, rolling speed.

УДК 669-419.4

## **Разработка, освоение производства и опыт применения новых износостойких биметаллов, получаемых по технологии электрошлаковой наплавки**

**А. А. Павлов**

*ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П.Бардина”, г. Москва. E-mail: bimt@rambler.ru*

В работе приведены результаты разработки технологических приемов получения новых износостойких биметаллических материалов за счет дополнительного легирования стали плакирующего слоя в процессе наплавки. Установлены оптимальные режимы термической обработки. Показано, что на базе способа электрошлаковой наплавки возможно получать износостойкие биметаллические материалы с твердостью до 65 HRC, используя недорогие стали, широко выпускаемые промышленностью. Натурными испытаниями в различных отраслях промышленности показана перспективность применения разработанных биметаллических материалов.

Ключевые слова: износостойкий биметалл, электрошлаковая наплавка, структура, карбиды, твердость, износостойкость, дополнительное легирование.

---

The paper presents the results of development of technological techniques for producing new wear-resistant bimetallic materials by additional alloying of the cladding layer during build-up welding. Optimal conditions of heat treatment are established. On the basis of the electroslag build-up welding technique the possibilities are established for producing wear-resistant bimetallic materials with hardness up to 65 HRC by using inexpensive steels widely manufactured by the industry. Full-scale testing in various branches of industry proved perspectives of using the developed bimetallic materials.

Keywords: wear-resistant bimetals, electroslag build-up welding, structure, carbides, hardness, wear-resistance, additional alloying.

УДК 669.054.83.

## **Исследование возможности рециклинга бедных по цинку пылей и шламов чёрной металлургии в сталеплавильных агрегатах**

**П. И. Грудинский, Д. В. Зиновеев, Т. Н. Пенкина,  
В. Г. Дюбанов, Л. И. Леонтьев**

*ФГБУН “Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова”  
Российской академии наук, г. Москва. E-mail: GruPaul@yandex.ru,  
dyuba@ultra.imet.ac.ru*

В настоящее время почти на всех стадиях передела в чёрной металлургии образуются миллионы тонн цинксодержащих пылей и шламов. Однако из-за слишком низкого содержания цинка большинство этих материалов нецелесообразно использовать в цинковом производстве. В настоящей работе представлены результаты лабораторных исследований возможности рециклинга бедных по цинку пылей и шламов в сталеплавильных агрегатах с целью их обогащения цинком. Полученные данные свидетельствуют о возможности применения метода переплава пылей и шламов чёрной металлургии в сталеплавильных агрегатах для увеличения содержания в них цинка.

Ключевые слова: пыль электродуговой печи, доменный шлак, конвертерный шлак, металлургические пыли, рециклинг.

---

Million tons of zinc-containing dust and sludge are now formed almost at all manufacturing stages in ferrous metallurgy. However because of too low zinc content the majority of these materials are inexpedient to use for zinc production. This paper presents the results of laboratory studies of possibility for recycling of poor in zinc dust and sludge in steelmaking units for the purpose of their enrichment with zinc. The obtained data testifies that techniques of remelting dust and sludge of ferrous metallurgy in steelmaking units might be applicable for increasing zinc content in them.

Keywords: electric arc furnace dust, blast furnace slime, basic oxygen furnace slime, metallurgical dust, recycling.

УДК 669.14.018.29.

## **Центральная сегрегационная неоднородность и сопротивление водородному растрескиванию листов из трубных сталей. Часть 1. Влияние химического состава**

**Я. С. Кузнеченко<sup>1</sup>, И. П. Шабалов<sup>2</sup>, А. А. Холодный<sup>1</sup>,  
Ю. И. Матросов<sup>1</sup>, В. Я. Великоднев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, г. Москва. E-mail: [pscenter@chermet.net](mailto:pscenter@chermet.net).

<sup>2</sup> ООО “Трубные инновационные технологии”, г. Москва.  
E-mail: [info@pipeintech.com](mailto:info@pipeintech.com).

Рассмотрена роль углерода, марганца и молибдена в формировании центральной сегрегационной неоднородности и стойкости против водородного растрескивания (НІС) в H<sub>2</sub>S-содержащих средах толстолистовых трубных сталей. Показана необходимость снижения содержания С и Мп для повышения стойкости листов против растрескивания НІС за счет уменьшения интенсивности сегрегационной неоднородности. Легирование малыми добавками Мо способствует повышению стойкости против НІС при увеличении прочностных свойств листов.

Ключевые слова: низкоуглеродистая трубная сталь; толстолистовой прокат; химический состав; микроструктура; центральная сегрегация; твердость; водородное растрескивание.

The role of carbon, manganese and molybdenum was considered in formation of centerline segregation inhomogeneity and resistance to hydrogen induced cracking (HIC) in H<sub>2</sub>S-containing media of rolled plates from low-carbon pipe steels. The necessity of reducing C and Mn contents has been demonstrated for increasing the resistance of the plates to HIC through decreasing the intensity of segregation inhomogeneity. Small alloying additions of Mo are favorable for enhancing the resistance to HIC with increasing strength properties of plates.

Keywords: low-carbon pipe steel, rolled plate, chemical composition, microstructure, centerline segregation, hardness, hydrogen induced cracking.

УДК 669.15-194.2

## Микроструктура и свойства рулонного проката класса прочности K56 (X65), микролегированного ванадием и азотом

**В. В. Науменко, О. А. Багмет**

*АО “Выксунский металлургический завод”, Инженерно-технологический центр, г. Выкса, Нижегородская обл. E-mail: nauhenko\_vv@vsw.ru*

В статье представлены результаты исследований микроструктуры и механических свойств опытного рулонного проката толщиной 8 мм класса прочности K56 (X65) системы микролегирования V – N, произведенного в условиях литейно-прокатного комплекса. Показано, что при содержании в стали углерода  $\leq 0,06$  %, марганца  $\leq 1,0$  %, кремния  $\leq 0,35$  % микролегирование 0,10 % V, 0,022 % N обеспечивает получение  $\sigma_B \geq 570 - 590$  МПа,  $\sigma_T \geq 500 - 520$  МПа,  $\delta_5 \geq 24 - 30$  %,  $KCV_{(-40)} \geq 150$  Дж/см<sup>2</sup>,  $B_{(KCV)}^{-40} \geq 70$  %,  $B_{(ИПТ)}^{-40} \geq 70$  %,  $T_{50} = -50$  °С.

Ключевые слова: литейно-прокатный комплекс, рулонный прокат, микролегирование, ванадий, азот, микроструктура, механические свойства, ударная вязкость, испытание падающим грузом.

The article presents the results of investigations into microstructure and mechanical properties of an experimental coiled stock 8 mm in thickness of the K56 (X65) strength class, produced from a steel microalloyed with V and N on a foundry — rolling complex. It is shown that the steel containing C  $\leq 0,06$  %, Mn  $\leq 0,8$  %, Si  $\leq 0,3$  % and microalloying with 0,10% V and 0,022% N provides  $\sigma_B \geq 570 - 590$  MPa,  $\sigma_T \geq 500 - 520$  MPa,  $\delta_5 \geq 24 - 30$  %,  $KCV_{(-40)} \geq 150$  J/cm<sup>2</sup>,  $B_{(KCV)}^{-40} \geq 70$  %,  $B_{(DWTТ)}^{-40} \geq 70$  %,  $T_{50} = -50$  °C.

Keywords: foundry-rolling complex, coiled stock, microalloying, vanadium, nitrogen, microstructure, mechanical properties, impact strength, drop weight tear test.



УДК 620.170:621.791:927.

# Модифицирование электронно-пучковой обработкой поверхностного слоя наплавки, сформированной на стали Hardox 450 электроконтактным методом

Ю. Ф. Иванов<sup>1, 2</sup>, В. Е. Громов<sup>3</sup>, В. Е. Кормышев<sup>3</sup>,  
А. М. Глезер<sup>4</sup>, С. В. Коновалов<sup>3, 5</sup>, А. Д. Тересов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск. E-mail: yufi55@mail.ru*

<sup>2</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск.*

<sup>3</sup> *Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк. E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru.*

<sup>4</sup> *ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П.Бардина", г. Москва.*

<sup>5</sup> *Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара. E-mail: ksv@ssau.ru*

Методами современного физического материаловедения исследованы структура, фазовый состав, дефектная субструктура и трибологические свойства покрытия, сформированного на мартенситной низкоуглеродистой стали Hardox 450 электроконтактной наплавкой проволоки Fe – C – Ni – B и модифицированного последующим облучением высокоинтенсивными импульсными электронными пучками. Показано, что такая обработка приводит к формированию поверхностного слоя толщиной 50 мкм, основными фазами которого являются  $\alpha$ -фаза, борид железа FeB и карбид бора  $B_4C$ . В обработанном слое наплавки поперечные размеры кристаллов пакетного мартенсита уменьшаются в 3 раза по сравнению с исходной сталью Hardox 450 и составляют 50 – 70 нм. Одной из основных причин такого изменения может быть сверхвысокая скорость охлаждения поверхностного слоя наплавки, облученной интенсивными импульсными электронными пучками. Износостойкость наплавленного слоя после электронно-пучковой обработки возрастает более, чем в 20 раз по отношению к износостойкости стали Hardox 450, а коэффициент трения уменьшается в 3,5 раза.

Ключевые слова: наплавка, электронно-пучковая обработка, структура, фазовый состав, карбид бора, борид железа, износостойкость.

Methods of the physical material science have been applied to study the structure, phase composition, defect substructure and tribological properties of the coating formed on Hardox 450 martensitic low-carbon steel with electrocontact facing of the Fe – C – Ni – B wire and modified by the subsequent high intensity pulsed electron beam irradiation. It was established that this processing resulted in the formation of 50  $\mu$ m thick surface layer with the main phases:  $\alpha$ , iron boride FeB and boron carbide  $B_4C$ . The transverse dimensions of crystallites of packet martensite in the processed layer decreased 3-fold as compared to the initial Hardox 450 steel and they measured 50-70 nm. The super high cooling rate of facing surface layer after irradiation with intense pulsed electron beams might be one of the principal causes of such change. The wear resistance of the faced layer after electron beam processing increased more than 20-fold in relation to wear resistance of Hardox 450 steel and friction coefficient decreased 3,5-fold.

Keywords: facing, electron-beam processing, structure, phase composition, boron carbide, iron boride, wear resistance.

УДК 669.15.194

## **Оценка возможности использования литых колес в железнодорожном подвижном составе**

**М. Е. Гетманова, В. И. Изотов, А. Н. Никулин, Г. А. Филиппов**

*ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, г. Москва. E-mail: iqs12@yandex.ru*

Две технологии изготовления колес литых по стандарту AAR M-107/M – 208 (США) и катаных по ГОСТ10791 (РФ) — это два принципиально разных способа производства, придающие изделиям разный уровень служебных свойств. Выполненные исследования выявили соответствие литых колес требованиям ГОСТ 10791 только по двум показателям: по остаточным напряжениям в колесе и по неметаллическим включениям в металле. В макроструктуре литого колеса присутствует повышенное скопление пор. Металл обода и других конструктивных элементов колеса содержит структуры, не соответствующие требованиям AAR M-107/M-208. По результатам сопоставительных испытаний на статический изгиб, ударную вязкость и износостойкость показатели литого колеса были значительно ниже, чем у катаных колес стали марок 2 и Т. По служебным свойствам литое колесо существенно уступает катаным колесам.

Ключевые слова: литые колеса, катаные колеса, структура, фрактография, статический изгиб, ударная вязкость, износостойкость.

---

Two technologies of manufacturing cast wheels under the US standard AAR M-107/M – 208 (USA) and rolled wheels under RF GOST10791 are two fundamentally different techniques for production, which give the products a different level of service properties. The performed researches revealed conformity of cast wheels to the GOST 10791 requirements only on two parameters: on the residual stresses in the wheels and on non-metallic inclusions in the metal. There is a raised accumulation of pores in the macrostructure of the cast wheels. The metal of the rim and other constructive elements of the wheels contains structures that do not meet the AAR M-107/M-208 requirements. According to the results of comparative tests on static bending, impact strength and wear resistance the properties of the cast wheels have been considerably lower than that of the rolled wheels made from steels of the grades 2 and T. The service properties of the cast wheels are significantly inferior to those of the rolled wheels.

Keywords: cast wheels, rolled wheels, structure, fractography, static bending, impact strength, wear resistance

УДК 621.771

## **Совершенствование стандартов проката из электротехнических сталей – важнейший фактор повышения качества продукции для электротехники (трансформаторов и электродвигателей)**

**Г. Н. Еремин<sup>1</sup>, Б. В. Молотилев<sup>1</sup>, А. Е. Чеглов<sup>2</sup>,  
С. В. Бахтин<sup>3</sup>, В. И. Парахин<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, г. Москва. E-mail: Eremin\_gn@mail.ru.

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО “Липецкий государственный технический университет”, г. Липецк.

<sup>3</sup>ПАО “Новолипецкий металлургический комбинат”, г. Липецк.

В статье обсуждаются выполненные и планируемые работы по стандартизации проката электротехнических сталей в Российской Федерации с учетом развития их производства и изменяющихся требований потребителей.

Ключевые слова: стандарт, электротехническая изотропная сталь, электротехническая анизотропная сталь, электротехническая аморфная сталь, технические характеристики.

This paper deals with fulfilled and projected works on standardization of rolled stocks of electrical steels in the Russian Federation with regard to development of their manufacture and changing requirements of consumers.

Keywords: standard, grain-oriented electrical steel, non-grain-oriented electrical steel, amorphous electrical steel, technical characteristics.

УДК 669.018.58.

## **Зависимость магнитных свойств постоянных магнитов из сплавов системы SmCo от химического состава исходного слитка**

**С. С. Шумкин<sup>1</sup>, В. Л. Шпер<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> АО “Спецмагнит”, г. Москва 127238, Дмитровское шоссе, д. 58.

E-mail: s.s.shoomkin@gmail.com

<sup>2</sup> Национальный исследовательский технологический университет

“МИСиС”, г. Москва. E-mail: vlad.shper@gmail.com

Исследовали зависимость магнитных параметров образцов магнитотвердого материала (МТМ) на основе пятикомпонентной системы Sm – Co – Cu – Fe – Zr от химического состава исходного сплава. Выявлена зависимость между магнитными свойствами образцов МТМ и коэффициентами в стехиометрической формуле  $Sm(Co_aFe_bCu_cZr_d)_z$ . Получены уравнения, описывающие зависимость магнитных свойств от химического состава сплава. На основе полученных уравнений разработана номограмма, позволяющая прогнозировать магнитные свойства по результатам анализа химического состава.

Ключевые слова: постоянный магнит, самарий, кобальт, химический состав, магнитные свойства.

---

It has been studied as magnetic characteristics of samples from magnetically hard materials (MHM) based on the Sm – Co – Cu – Fe – Zr five-component system depend on the starting alloy chemical composition. Dependence was revealed between magnetic properties of the MHM samples and the coefficients in the stoichiometric formula  $Sm(Co_aFe_bCu_cZr_d)_z$ . Equations were found describing dependence of magnetic properties on the alloys chemical composition. Using the deduced equations a nomograph was constructed that allowed predicting magnetic properties by the results of the chemical composition analysis.

Keywords: permanent magnet, samarium, cobalt, chemical composition, magnetic properties.

## **VIII Конференции молодых специалистов “Перспективы развития металлургических технологий”**

**А. В. Амежнов**

*ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П.Бардина”, г. Москва. E-mail: amejnov@mail.ru*

01 марта 2017 г. в ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П.Бардина” состоялась ежегодная конференция молодых специалистов “Перспективы развития металлургических технологий”. По сложившейся традиции, целью проведения конференции являлось повышение квалификации молодых специалистов, объединение усилий представителей различных организаций при решении важных производственно-технических задач, укрепление связи науки и производства. Аспирантам и соискателям представлялась хорошая возможность апробации диссертационных работ.

Традиционно в конференции приняли участие молодые ученые и специалисты из различных научно-исследовательских организаций (АО “ВНИИЖТ”, НИЦ “Курчатовский институт”, ЦНИИ КМ “Прометей”, АО “НПО “ЦНИИТМАШ”, ФГУП “ВИАМ”, АО АХК ВНИИМЕТМАШ, ООО “НИИ Транснефть”), ВУЗов (НИТУ МИСиС, Московский государственный политехнический университет, МГТУ им. Н.Э.Баумана) и ведущих металлургических предприятий России (АО “Выксунский металлургический завод”, ПАО “НЛМК», АО “МЗ “Электросталь”, АО “Северсталь Менеджмент”, ПАО “ТАГМЕТ”).

Открывали конференцию 1-й заместитель Генерального директора ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П.Бардина” В.А. Углов и председатель молодых ученых и специалистов ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П.Бардина” А.В. Амежнов.

В приветственном выступлении Владимир Александрович Углов отметил важность проведения такого рода конференций, ее значимость для молодых ученых и специалистов как учебных заведений, научно-исследовательских институтов, металлургических предприятий, так и для российской науки в целом. Он отметил, что именно в стенах ЦНИИчермета создано большинство новых металлургических технологий, которые и в настоящее время продолжают работать, в том числе кислородно-конверторного производство, технологии внепечного рафинирования стали, многочисленные разработки в области специальной и порошковой металлургии, ферросплавного производства. В.А. Углов выразил уверенность в том, что конференция будет способствовать дальнейшему развитию металлургии, в первую очередь благодаря молодым специалистам и ученым, и пожелал плодотворной работы, новых открытий, хороших производственных и дружеских контактов.

Вниманию участников конференции было представлено 22 пленарных доклада.



## Юрию Ивановичу Матросову — 80 лет

В марте 2012 г. исполнилось 80 лет известному ученому-металловеду, доктору технических наук, профессору, главному научному сотруднику ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» Юрию Ивановичу Матросову.

Свою инженерную деятельность после окончания в 1960 году МВТУ им. Н.Э. Баумана Ю.И. Матросов начал технологом в термическом цехе на оборонном предприятии, производящем космическую технику. С 1963 г. по настоящее время Ю.И. Матросов проводит плодотворные научные исследования в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина по созданию и освоению технологии производства новых конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и хладостойкости для газо- и нефтепроводных труб большого диаметра.

Ю.И. Матросов одним из первых занялся разработкой и освоением прогрессивной металлургической технологии производства отечественной трубной стали методом контролируемой прокатки, позволившей достичь уникального сочетания повышенной прочности и ударной вязкости при отрицательных температурах при значительной экономии энергетических затрат. На основе глубоких систематических исследований влияния

химического состава, в особенности карбонитридообразующих элементов, на фазовые превращения, рекристаллизацию, дисперсионное упрочнение им сформулированы основные положения о формировании структуры и свойств трубных сталей в процессе контролируемой прокатки. Разработанные с участием Ю.И. Матросова стали для труб классов прочности K56 – K65, X60 – X80 и технологии их производства нашли широкое применение на металлургических предприятиях России и СНГ.

К числу наиболее значимых достижений следует отнести разработку принципов микролегирования карбонитридообразующими элементами (ниобием, ванадием и титаном) толстолистовых низколегированных малоуглеродистых сталей с высоким комплексом физико-механических и технологических свойств, отвечающих современным требованиям, предъявляемым газовой промышленностью к материалам для изготовления высокоответственных магистральных трубопроводов.

Большое внимание Юрий Иванович уделяет актуальным направлениям разработки сталей для газопроводных труб для специальных условий эксплуатации, в том числе стойких против агрессивного воздействия сероводородсодержащих сред;

для труб глубоководных морских трубопроводов; для труб наземных трубопроводов на давление газа до 100 – 120 атм.

Результаты научных исследований Ю.И. Матросова обобщены в 4-х монографиях:

— “Контролируемая прокатка”, 1979 г;

— “Сталь для магистральных газопроводов”, 1989 г;

— “Ниобийсодержащие низколегированные стали”, 1999 г;

— “Центральная сегрегационная неоднородность в непрерывнолитых листовых заготовках и толстолистовом прокате”, 2005 г.

Юрий Иванович — автор 150 статей и 50 патентов и авторских свидетельств.

За плодотворную научно-исследовательскую работу в области создания современных сталей для газопроводных труб большого диаметра Ю.И. Матросову присуждена Государственная премия Совета Министров СССР. Он неоднократно удостоен золотых медалей ВВЦ (ВДНХ).

Ю.И. Матросов является активным участником международного научно-технического сотрудничества с ведущими металлургическими компаниями Германии, Бразилии, США, работающими в области создания новых сталей и технологий их производства. Он неоднократно выступал с докладами на международных симпозиумах и конференциях, пропагандируя достижения отечественной металлургической науки. Юрий Иванович — член диссертационных советов Д 217.035.01 и Д 217.035.02 в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, ведет большую педагогическую работу. Под его руководством подготовлены и успешно защищены 6 кандидатских и 1 докторская диссертации.

Коллективы ФГУП “Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина” и Центра сталей для труб и сварных конструкций, редакционная коллегия нашего журнала сердечно поздравляют Юрия Ивановича Матросова с ЮБИЛЕЕМ, желают ему крепкого здоровья, благополучия, новых творческих успехов.





## К 60-летию Александра Ивановича Зайцева

27 апреля 2017 г. исполнилось 60 лет со дня рождения Александра Ивановича Зайцева — директора центра физической химии, материаловедения, биметаллов и специальных видов коррозии ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, доктора физико-математических наук, профессора, члена редколлегии нашего журнала.

После окончания химического факультета и аспирантуры в химическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова, защиты кандидатской диссертации в 1983 г. А.И. Зайцев пришел в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина и вот уже почти 34 года продолжает эффективную научную деятельность в областях физической химии, конструкционных функциональных материалов, металлургических процессов и технологий, сочетая фундаментальные научные исследования с технологическими разработками и их практической реализацией.

Свою научную деятельность Александр Иванович начал с разработки в рамках кнудсеновской масс-спектрометрии ряда оригинальных методик, основанных на инициировании в эффузионной ячейке реакций образования летучих продуктов и изучении их равновесий. Это позволило

экспериментально исследовать термодинамические свойства таких сложных объектов, как глубоко переохлажденные расплавы, в том числе жидкие шлаки, стеклообразные неорганические композиции, металлические сплавы в аморфном, квазикристаллическом, нанокристаллическом состояниях, недоступные для существовавших экспериментальных методов. Им впервые было показано, что общепринятая теория ионных растворов не позволяет адекватно представлять термодинамические свойства жидких металлургических шлаков, флюсов и силикатов. На основе полученных результатов А.И. Зайцевым сформулирована новая концепция строения жидких шлаков и смесей неорганических соединений, которая рассматривает эти объекты как ассоциированные растворы со структурными единицами, лишь частично диссоциированными на ионы. Концепция позволила с единых позиций трактовать реакционную способность и физико-химические свойства многокомпонентных расплавов различной природы, создать основы количественной теории стеклообразования в металлических сплавах, предложить методы прогнозирования физико-химических и механических



свойств твердых аморфных материалов. Особенно необходимо подчеркнуть, что Александр Иванович впервые в мировой науке экспериментально определил абсолютную и остаточную энтропию аморфных металлических сплавов и установил, что степень упорядоченности аморфных сплавов может быть соизмерима с кристаллическими и к ним, с определенной точностью, может быть применим 3-й закон термодинамики.

Для широкого температурного интервала впервые выполнены прямые экспериментальные определения термодинамических свойств ряда икосаэдрических и декагональных квазикристаллических фаз в сплавах. Установлено, что степень термодинамической нестабильности квазикристаллов возрастает при понижении температуры. Они, подобно металлическим стеклам, являются лишь промежуточным состоянием между жидкостью и кристаллом и не могут представлять собой основное стабильное состояние сплава. Впервые показано, что возможность выделения из двойных жидких сплавов на основе алюминия икосаэдрических квазикристаллов обусловлена формированием в них ассоциативных группировок определенного типа.

На основе созданной фундаментальной базы А.И. Зайцевым достигнут существенный прогресс в прикладных исследованиях и в реализации их результатов в промышленности. Созданы база данных и адекватные методы расчета равновесий и выхода реакций в системе металл-шлак-газ; физико-химические и компьютерные модели управления процессами ковшовой обработки стали; адекватные методы прогнозирования (инженерии) неметаллических включений; раскрыта природа и механизмы формирования в стали нового типа неметаллических включений, способных провоцировать катастрофическое ускорение процессов локальной коррозии. Разработаны и внедрены основные требования к технологии обработки жидкой стали, предотвращающие ее загрязнение включениями такого рода. Создан ряд новых прогрессивных видов и технологий производства металлопродукции с высоким уровнем потребительских свойств.

Под руководством и непосредственном участии Зайцева А.И. разработаны и внедрены на многих отечественных металлургических предприятиях эффективные технологии производства нового поколения массовых высококачественных сталей, биметаллов, специальных сплавов с предельно высоким и стабильным комплексом свойств и минимальным уровнем отсортировки по дефектам металла. Это позволило довести уровень потребительских свойств до значений, во многих случаях значительно превышающих лучшие мировые показатели, что послужило ключевым звеном в решении принципиальной задачи обеспечения экономики страны стратегически важными видами конструкционных материалов, такими как автомобильный лист, штрипсовый металл, трубы, плакированный прокат и т.п.

А.И. Зайцев автор более 500 научных трудов, в том числе 114 публикаций в ведущих международных журналах, 35 патентов, 6 монографий и 1 учебного пособия, неоднократный лауреат международных выставок “Металл-Экспо”, “Антикор и гальваносервис” и др. В 2010 г. ему присуждена премия Правительства РФ в области науки и техники для молодых ученых. Он член диссертационных советов Д 217.035.01 и Д 217.035.02, научного совета в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, рабочей группы Научно-координационного совета Минобрнауки России по приоритетному направлению “Индустрия наносистем” в рамках ФЦП ИР. Являясь профессором кафедры общей химии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Александр Иванович уделяет много времени образовательной деятельности. Весомым вкладом в формирование специалистов высшей квалификации является подготовка под его руководством и защита 8 кандидатских диссертаций.

Коллектив ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина” и редакция журнала “Проблемы черной металлургии и материаловедения” от всей души поздравляют Александра Ивановича Зайцева с юбилеем, желают отличного здоровья и новых творческих успехов.