

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

4 • 2017

Теоретические основы металлургии

Г. Н. Гурьянов, С. В. Смирнов

Выбор параметров деформации волочения проволоки на основе допустимых значений коэффициента запаса прочности И.Л. Перлина и показателя напряженного состояния В. Л. Колмогорова.....5

Технологические процессы металлургии

М. Е. Гетманова, О. В. Ливанова, Н. О. Ливанова, А. Н. Никулин, Г. А. Филиппов

Исследование особенностей деформационного воздействия на структуру металла при продольной и винтовой прокатке13

А. И. Степанов, А. Г. Гудов, С. П. Бурмасов, А. В. Мурзин, Л. Е. Дресвянкина, В. В. Мелинг

Влияние комплексного совершенствования технологии производства стали 20КТ с использованием вакуумной обработки на состав неметаллических включений.....25

Материаловедение и новые материалы

А. И. Зайцев

Перспективные направления повышения комплекса свойств и качества современных сталей.....31

П. Г. Мартынов, М. Ю. Матросов, А. В. Митрофанов, К. Ю. Барабаш,

Т. В. Горошко, Н. И. Каменская, М. И. Зверева

Исследование влияния режимов термической обработки на микроструктуру и механические свойства высокопрочного листового проката (400 – 450 НВ) из низколегированной стали.....46

А. А. Алиев

Исследование и разработка бессвинцовой автоматной стали с заданной структурой и свойствами для деталей распределителей зажигания автомобильных двигателей.....53

Т. В. Вихарева, О. В. Глибенко, О. В. Фомина, А. В. Ильин

Исследование изменения структуры и механических свойств высокопрочной азотсодержащей аустенитной стали после динамического нагружения.....56

Г. П. Фетисов, Д. А. Духновский

Исследование параметров сварки алюминиевых сплавов.....66

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

Факторы, влияющие на сопротивляемость трубных сталей растрескиванию в сероводородсодержащих средах.....70

Г. С. Белоусов, А. В. Белоусов, М. Е., Гетманова, Г. А. Филиппов

Исследование закономерностей формирования азотированных слоев, их структуры и свойств на сталях для теп качения при газотермобарической обработке в молекулярном азоте82

Порошковая металлургия

Н. И. Каменская, А. В. Камынин, М. И. Баскакова

Исследование фазового состава и структуры порошковых сплавов на основе системы $NdFe_{12}$ в зависимости от технологии их изготовления.....86

С. Н. Редников

Использование комбинированных методов диагностики гидравлических систем металлургических агрегатов94

А. А. Павлов

V Международная конференция "Современные требования и металлургические аспекты повышения коррозионной стойкости и других служебных свойств углеродистых и низколегированных сталей".....99

Авторский указатель за 2017 год 102

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Главный редактор

канд. техн. наук В.А.Углов

Заместители главного редактора:

акад. РАН, докт. техн. наук проф. О.А.Баннных;
акад. РАН, докт. техн. наук проф. Л.И.Леонтьев;
докт. хим. наук проф. Б.М.Могутнов;
акад. РАН, докт. техн. наук проф. Ю.В.Цветков

Редакционная коллегия:

чл.-корр РАН, докт. техн. наук проф. М.И.Алымов;
канд. эконом. наук А.А.Бродов; докт. физ.-мат. наук В.В.Виноградов;
докт. физ.-мат. наук проф. А.М.Глезер;
канд. эконом. наук С.А.Гурова; канд. техн. наук Анд.Д.Дейнеко;
Г.Н.Еремин; докт. физ.-мат. наук проф. А.И.Зайцев;
докт. техн. наук проф. А.Б.Коростелев; докт. техн. наук проф. Л.В.Коваленко;
докт. техн. наук проф. К.Л.Косырев; докт. техн. наук А.В. Куклев;
докт. техн. наук проф. Е.А.Левашов;
канд. техн. наук В.В.Мальцев; докт. техн. наук проф. Б.В.Молотилов;
канд. техн. наук Ю.Д.Морозов; канд. техн. наук Т.П.Москвина;
канд. техн. наук В.М.Некрасов; докт. техн. наук А.Н.Никулин;
канд. техн. наук О.Г.Оспенникова; канд. техн. наук А.В.Пинчук;
докт. техн. наук И.Г.Родионова; канд. техн. наук Б.А.Сарычев;
докт. техн. наук проф. А.Е.Сёмин; канд. техн. наук проф. Б.А.Сивак; О.А.Скачков;
акад. РАН, докт. техн. наук проф. Л.А.Смирнов; А.С.Ушаков;
докт. техн. наук, проф. Г.А.Филиппов; докт. техн. наук И.П.Шабалов.

Адрес редакции:

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

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

ISSN 1997-9258

Журнал зарегистрирован в агентстве "РОСПЕЧАТЬ" 23.01.2008 г.
Регистрационный индекс 58999.

© ЦНИИчермет им. И.П. Бардина 2017

PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

CONTENTS

4 • 2017

Fundamentals of metallurgy

G. N. Gur'yanov, S. V. Smirnov

Choice of deformation parameters of wire drawing on the basis of allowable values of I.L.Perlins' strength safety coefficient and V.L.Kolmogorovs' index of stressed state.....5

Production processes in metallurgy

M. E. Getmanova, O. V. Livanova, N. O. Livanova, A. N. Nikulin, G. A. Filippov

Research of special features of deformation action on metal structure at lengthwise and screw rolling13

A. I. Stepanov, A. G. Gudov, S. P. Burmasov, A. V. Murzin, L. E. Dresvyankina, V. V. Meling

The effect of complex perfection of the 20KT steel production technology with the use of vacuum treatment on the composition of nonmetallic inclusions.....25

Materials science and new materials

A. I. Zaitsev

Perspective directions of improving the complex of properties and quality of modern steels31

P. G. Martynov, M. Yu. Matrosov, A. V. Mitrofanov, K. Yu. Barabash,

T. V. Goroshko, N. I. Kamenskaya, M. I. Zvereva

Investigation of the effect of heat treatment operation conditions on the microstructure and mechanical properties of high-strength rolled sheets (400-450 HB) from low-alloy steel46

A. A. Aliev

Research and development of non-leaded free-cutting steel with required structure and properties for details of ignition distributors of automobile engines.....53

T. V. Vikhareva, O. V. Glibenko, O. V. Fomina, A. V. Il'in

Investigation of changes in the structure and mechanical properties of a high-strength nitrogen-containing austenitic steel after dynamic loading.....56

G. P. Fetisov, D. A. Dukhnovskiy

Investigation of welding parameters of aluminum alloys66

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

Factors influencing on resistance of pipe steels to cracking in H₂S-containing media70

G. S. Belousov, A. V. Belousov, M. E. Getmanova, G. A. Filippov

Research into formation of nitrated layers, their structure and properties at steels for rolling bodies on gas-thermobaric treatment in molecular nitrogen.....82

Powder metallurgy

N. I. Kamenskaya, A. V. Kamynin, M. I. Baskakova

Research on the phase composition and structure of sintered alloys on the basis of the NdFe₁₂ system in relation to their production technology86

Control of metallurgical manufacture and metal products.

S. N. Rednikov

Use of combined methods for diagnostics of hydraulic systems of metallurgical assemblies.....94

A. A. Pavlov

V International conference «Modern requirements and metallurgical aspects of raising corrosion resistance and other working properties of carbon and low-alloy steels»99

Author's index.....102

УДК 621.778

Выбор параметров деформации волочения проволоки на основе допустимых значений коэффициента запаса прочности И.Л. Перлина и показателя напряжённого состояния В. Л. Колмогорова

Г. Н. Гурьянов¹, С. В. Смирнов²

¹ *ОАО “НИИ МЕТИЗ”, г. Магнитогорск. E-mail: ggnbelorhome@rambler.ru.*

² *Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург.*

Предложены зависимости для установления взаимосвязи коэффициента запаса прочности И.Л. Перлина и показателя напряжённого состояния В.Л. Колмогорова при волочении круглого сплошного профиля. Построены графики поверхностей и линий равного уровня для коэффициента запаса прочности и показателя напряжённого состояния при варьировании коэффициента вытяжки и угла волочения. Предложено использовать линии равного уровня контурного графика для выделения областей с заданным запасом прочности. Линии допустимого уровня прочности и линия оптимальных углов волочения на контурном графике для коэффициента запаса прочности или показателя напряжённого состояния способствуют рациональному выбору параметров деформации проволоки.

Ключевые слова: волочение, проволока, прутки, запас прочности, коэффициент трения, коэффициент упрочнения, степень деформации, калибрующий поясок волокна, противонапряжение, контурный график, рациональные параметры волочения.

Dependences are proposed for establishing the interrelation between I.L. Perlins' strength safety coefficient and V.L. Kolmogorovs' index of stressed state at drawing of a round continuous profile. Plots of surfaces and lines of the equal level are sketched for the strength safety coefficient and the index of the stressed state under varying the drawing coefficient and the angle of drawing. It is proposed to use lines of the equal level of the contour plot for identifying regions with a given margin of safety. The lines of the permissible level of strength and the line of optimal angles of drawing on the contour plot for the safety factor coefficient or the stressed state index contribute to a rational choice of the parameters for the wire deformation.

Keywords: drawing, wire, rod, safety factor, friction coefficient, hardening coefficient, deformation degree, gauging dovetail, anti-tension, contour plot, rational drawing parameters.

УДК 621.771.001: 620.17

Исследование особенностей деформационного воздействия на структуру металла при продольной и винтовой прокатке

**М. Е. Гетманова, О. В. Ливанова, Н. О. Ливанова,
А. Н. Никулин, Г. А. Филиппов**

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

Осуществлено сопоставительное исследование механических свойств и макроструктуры металла сортовых профилей продольной и винтовой прокатки. Сортовые профили винтовой прокатки по механическим свойствам превосходят аналогичную продукцию продольной прокатки. При продольной и винтовой прокатке осуществляется деформационное воздействие с разной направленностью сдвиговых смещений металла относительно оси заготовок. Различие в сдвиговых процессах при этих видах прокатки формирует в сортовых профилях анизотропию механических свойств разного типа, чем собственно и обусловлено превосходство сортовых профилей винтовой прокатки над продукцией продольной прокатки.

Ключевые слова: продольная прокатка, винтовая прокатка, механические свойства, сдвиговые процессы, макроструктура, симметрия, анизотропия, деформация, сортовые профили.

A comparative research of mechanical characteristics and macrostructure of the metal of high-quality profiles produced by lengthwise and screw rolling is conducted. High-quality profiles of screw rolling surpass similar production of lengthwise rolling in mechanical characteristics. The straining influence in the course of lengthwise and screw rolling occurs with different directionality of shear displacement of the metal about the blanks axis. The difference in shift processes at these types of rolling forms anisotropy of mechanical characteristics of different type in high-quality profiles. This is responsible for the superiority of high-quality profiles of screw rolling over products of lengthwise rolling.

Keywords: lengthwise rolling, screw rolling, mechanical properties, shift processes, macrostructure, symmetry, anisotropy, deformation, high-quality profiles.

УДК 669.18

Влияние комплексного совершенствования технологии производства стали 20КТ с использованием вакуумной обработки на состав неметаллических включений

**А. И. Степанов¹, А. Г. Гудов², С. П. Бурмасов²,
А. В. Мурзин¹, Л. Е. Дресвянкина¹, В. В. Мелинг¹**

¹ПАО “Северский трубный завод”, 623388, г. Полевской, Свердловская обл. E-mail: DresvyankinaLE@stw.ru.

²ФГАОУ ВО “Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина”, г. Екатеринбург. E-mail: a.g.gudov@urfu.ru

Комплексное совершенствование технологии производства стали 20КТ, основными результатами которого являются повышение стабильности технологических параметров, снижение окисленности полупродукта ДСП и повышение десульфурации, привело к благоприятным изменениям состава неметаллических включений. Однако отмеченная коррекция технологии не решила одной из наиболее значимых технологических задач — эффективного модифицирования оксидной фазы с целью повышения разливаемости, так как сохранило пониженный уровень содержания кальция в составе неметаллических включений. Кардинально решить эту технологическую проблему удалось за счет перехода к технологии модифицирования перед вакуумированием на завершающих этапах обработки на УВОС.

Ключевые слова: сталь 20КТ, неметаллические включения, состав, окисленность полупродукта, десульфурация, разливаемость стали.

Complex perfection of the 20KT steel production technology, which basic results are increase in the stability of technological parameters, decrease in oxidation degree of semiproducts of arc steel-melting furnace and rise in desulfurization, led to favorable changes in the composition of nonmetallic inclusions. However the mentioned correction of the production technology did not solve one of the most significant technological problems — effective modification of oxide phases for the purpose of raising steels casting ability because it retained the reduced level of calcium content in nonmetallic inclusions. It was possible to solve this technological problem substantially by transferring to the modification technology before vacuum processing at the final stages of treatment at ladle refining installation.

Keywords: 20KT steel, nonmetallic inclusions, composition, semiproduct oxidation degree, desulfurization, steels casting ability.

УДК 669.14.018.292.

Перспективные направления повышения комплекса свойств и качества современных сталей

А. И. Зайцев

ФГУП “ЦНИИчермет. им. И.П. Бардина”, г. Москва. E:mail: aizaitsev1@yandex.ru

Рассмотрены особенности современного состояния металлургической технологии и материаловедения массовых высококачественных сталей. Показано, что перспективным направлением принципиального улучшения комплекса свойств, качественных характеристик стали, в том числе трудно сочетаемых, является разработка адекватных физико-химических методов прогнозирования и эффективных технологических приемов управления характеристиками (типом, количеством, размером, морфологией, распределением по объему металла) неметаллических включений, форм присутствия примесей, фазовых выделений, структурных составляющих. Показана особая роль комплексных неметаллических включений (выделений), влияние на свойства которых может изменяться от отрицательного через нейтральное к весьма положительному. Такой подход, кроме того, позволяет существенно снизить затраты на производство, расширить сырьевую базу. Его эффективность проиллюстрирована результатами исследований и разработок, выполненных для ряда типов массовых высококачественных сталей.

Ключевые слова: массовые высококачественные стали, металлургические технологии, неметаллические включения, фазовые выделения, примеси, комплексный состав, химическая однородность, структурная однородность, структурное состояние, служебные свойства, качественные характеристики.

Features of the current state of metallurgical technology and materials science of mass high-quality steels are considered. It is established that the perspective ways of radical improvement of steels properties complex and qualitative characteristics, including difficultly-combined ones, consist in development of adequate physical and chemical methods of forecasting and effective processing methods for controlling characteristics (type, amount, size, morphology, size distribution) of nonmetallic inclusions, forms of impurities existence, phase precipitates, microconstituents. The special role of complex nonmetallic inclusion is shown, the influence of which on properties might change from negative through neutral to rather positive. Such approach, besides, allows essential reducing production expenses, widening the raw material resources base. Its efficiency is illustrated by the results of researches and workings-out performed for a variety of types of mass high-grade steels.

Keywords: mass high-quality steels, metallurgical technology, nonmetallic inclusions, phase precipitates, impurities, complex composition, chemical homogeneity, structure homogeneity, structure state, service properties, qualitative characteristics.

УДК 621.785.6

Исследование влияния режимов термической обработки на микроструктуру и механические свойства высокопрочного листового проката (400 – 450 НВ) из низколегированной стали

**П. Г. Мартынов¹, М. Ю. Матросов¹, А. В. Митрофанов²,
К. Ю. Барабаш², Т. В. Горошко¹, Н. И. Каменская³,
М. И. Зверева^{1,3}**

¹ ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, г. Москва. E-mail: pscenter@chermet.net

² ПАО “Северсталь”, г. Череповец, Вологодская обл.

³ МГТУ Н.Э. Баумана, г. Москва. E-mail: kamenskaya5555@yandex.ru

Представлены результаты исследования влияния режимов термической обработки на микроструктуру, размер и форму зёрен, механические свойства высокопрочного листового проката из низколегированной С – Mn – Cr – Si – Mo стали, микролегированной бором. Определены вариации оптимальных режимов термической обработки, обеспечивающих сочетание высокого уровня ударной вязкости при отрицательных температурах, твердости и прочностных свойств листового проката.

Ключевые слова: высокопрочная сталь, термическая обработка, микроструктура, ударная вязкость.

The paper presents the results of investigation of the effect of heat treatment operation conditions on the microstructure, size and form of grains and mechanical properties of high-strength rolled sheets from low-alloy C – Mn – Cr – Si – Mo steel microalloyed by boron. Variations of optimum regimes of the heat treatment are defined that provide a combination of high level of impact toughness at negative temperatures, hardness and strength properties of rolled sheets.

Keywords: high-strength steel, heat treatment, microstructure, impact toughness.

УДК 669 017

Исследование и разработка бессвинцовой автоматной стали с заданной структурой и свойствами для деталей распределителей зажигания автомобильных двигателей

А. А. Алиев

*ФГУП “Научно-исследовательский и экспериментальный институт
автомобильной электроники и электрооборудования”, г. Москва.
E-mail: test-eng@mail.ru*

Взамен свинецсодержащей автоматной стали АС45Г2 разработана бессвинцовая автоматная сталь А35Г2 со структурой и свойствами, необходимыми для изготовления деталей распределителей валика на станках-автоматах, которые обеспечивают чистоту 7 – 8 класса на поверхности и на шлицах валика после протягивания. Изготовление кулачков из стали А35Г2 с последующей их термической обработкой ТВЧ взамен стали 15 со сложной термической обработкой обеспечивает заданные характеристики (глубина закаленного слоя 1,7 – 2,0 мм, твердость HRC 47-50) и снижает трудоемкость в 3 раза.

Ключевые слова: валик, кулачки, структура, чистота поверхности, термическая обработка.

Instead of lead-bearing free-cutting steel AC45Mn2 a new non-leaded free-cutting steel A35Mn2 has been developed with structure and the properties required for manufacturing details of distributors of rollers for automatic machines, which provide cleanness of the 7 – 8 class on the surface and on the slits of rollers after pulling through. Manufacturing of cams from the A35Mn2 steel with their subsequent heat treatment by high-frequency current, instead of the steel 15 with complicated heat treatment, provides the required characteristics (the depth of the hardened zone 1,7 – 2,0 mm, hardness 47 – 50 HRC) and reduces by labor content threefold.

Keywords: roller, cams, structure, surface cleanness, heat treatment.

УДК669.15-194.56:669.14.018.292.

Исследование изменения структуры и механических свойств высокопрочной азотсодержащей аустенитной стали после динамического нагружения

Т. В. Вихарева, О. В. Глибенко, О. В. Фомина, А. В. Ильин

*НИЦ “Курчатовский институт” – ЦНИИ КМ “Прометей”, г. С.-Петербург.
E-mail: nrk3@mail.ru, oknir@crism.ru*

Работоспособность материалов в условиях экстремальных нагрузок обычно оценивается с помощью динамических испытаний. Работа посвящена изучению изменения структуры и механических свойств, а также поведению металла, многократно деформируемого методом высокоскоростного упруго-пластического деформирования.

Ключевые слова: динамическое нагружение, аустенитная азотсодержащая сталь, прочность, динамическая пластичность, микроструктура, двойники деформации.

The working capacity of materials in the conditions of extreme loadings is commonly estimated by means of EBT in water bucket. The work is devoted to studying changes in structure and mechanical properties, and also to behaviour of metal repeatedly strained by the method of high-speed elastic-plastic deformation.

Keywords: explosion bulge test (EBT), austenitic nitrogen-containing steel, strength, dynamic plasticity, microstructure, deformation twins.

УДК.621.791.755.5

Исследование параметров сварки алюминиевых сплавов

Г. П. Фетисов, Д. А. Духновский

*ФГБОУ ВО "Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)", г. Москва.
E-mail: Dukhnovskiycaim@gmail.com*

Представлены результаты исследования параметров плазменной сварки алюминиевых сплавов сжатой дугой переменного тока, а так же аргоно-дуговой сварки.

Ключевые слова: плазменная сварка, режим плазменной сварки, сжатая дуга переменного тока, температура, давление.

The paper presents the results of investigating parameters of plasma welding of aluminum alloys by compressed a. c. arc and of argon-arc welding as well.

Keywords: plasma welding, conditions of plasma welding, compressed a. c. arc, temperature, pressure

УДК 669.14.018.29

Факторы, влияющие на сопротивляемость трубных сталей растрескиванию в сероводородсодержащих средах

**А. А. Холодный¹, Ю. И. Матросов¹, И. П. Шабалов²,
Я. С. Кузнеченко¹, В. Я. Великоднев²**

¹ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», г. Москва. E-mail: pscenter@chermet.net

² ООО «Трубные инновационные технологии», г. Москва. E-mail: info@pipeintech.com.

Рассмотрено влияние металлургических факторов на сопротивляемость листов из низколегированных трубных сталей водородному растрескиванию (НЦ) и сульфидному растрескиванию под напряжением (ССС) в H₂S-содержащих средах. Повышению стойкости листов против НЦ и ССС способствует минимизация количества и модифицирующая обработка неметаллических включений, уменьшение интенсивности центральной сегрегации, устранение полосчатости структуры, легирование Cu = 0,20 – 0,30 % (для среды с pH = 5), увеличение прочности стали.

Ключевые слова: низкоуглеродистая сталь, трубная сталь, водородное растрескивание, сульфидное растрескивание под напряжением, химический состав, неметаллическое включение, микроструктура, центральная сегрегация, твердость.

The influence of metallurgical factors is examined on resistance to hydrogen induced cracking (HIC) and sulfide stress cracking (SSC) in H₂S-containing media of plates from low-alloy pipe steels. Increasing the plates resistance to HIC and SSC is facilitated by minimizing amounts and modifying processing of nonmetallic inclusions, decreasing the intensity of centerline segregation, eliminating the structure banding, alloying with Cu = 0,20 – 0,30 % (for medium with pH = 5), increasing the strength of steel.

Keywords: low-carbon steel, pipe steel, hydrogen induced cracking, sulfide stress cracking, chemical composition, nonmetallic inclusion, microstructure, centerline segregation, hardness.

УДК 621.785.532

Исследование закономерностей формирования азотированных слоев, их структуры и свойств на сталях для тел качения при газотермобарической обработке в молекулярном азоте

Г. С. Белоусов, А. В. Белоусов, М. Е., Гетманова, Г. А. Филиппов

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

Исследовано формирование азотированных слоев, их структура и свойства на сталях для тел качения при газотермобарической обработке в молекулярном азоте. Установлено, что давление в первую очередь повышает микротвердость азотированного слоя, а температура — его глубину. Эффективная глубина азотированного слоя уменьшается с понижением температуры насыщения.

Ключевые слова: азотирование, молекулярный азот, нитриды, эффективная глубина, переходная зона, структура, микротвердость.

Formation of the nitrided layers, their structure and properties in steels for rolling bearings as the result of gas-thermobaric processing in molecular nitrogen were investigated. It was found that the pressure first increases the microhardness of nitrided layer, and the temperature of its depth. The effective depth of the nitrided layer decreases with reducing saturation temperature.

Keywords: nitriding, molecular nitrogen, nitrides, effective depth, transition zone, structure, microhardness.

УДК 669-138.8

Исследование фазового состава и структуры порошковых сплавов на основе системы NdFe_{12} в зависимости от технологии их изготовления

Н. И. Каменская¹, А. В. Камынин², М. И. Баскакова¹

¹*МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва. E-mail: kamenskaya5555@yandex.ru.*

²*АО "Спецмагнит", г. Москва. E-mail: magnit.works@yandex.ru.*

Представлена технология изготовления и обработки порошковых магнитотвёрдых сплавов на основе системы NdFe_{12} легированных титаном, с последующим азотированием порошка. Методами оптической и электронной микроскопии и рентгенографии исследована микроструктура и фазовый состав сплавов непосредственно после выплавки, а также после гомогенизационного отжига. Установлен оптимальный режим гомогенизационного отжига. Исследовано влияние режимов азотирования на фазовый состав синтезированного нитрида $\text{NdFe}_{11}\text{Ti}_1\text{N}_x$. Установлен оптимальный режим азотирования. Установлен оптимальный режим размола порошка и оптимальный размер частиц порошка.

Ключевые слова: магнитотвёрдые материалы, редкоземельные металлы, выплавка, измельчение слитков, азотирование, микроструктура, фазовый состав.

The article presents technologies of production and treatment of sintered magnetically hard alloys on the basis of the NdFe_{12} system alloyed by the titanium with the subsequent nitriding of the powder. Methods of an optical and electronic microscopy, X-ray metallography were used to study the microstructure and phase composition of the alloys immediately after smelting and also after homogenizing. The optimum homogenizing regime was established. The influence was investigated of nitriding regimes on the phase composition of the synthesized $\text{NdFe}_{11}\text{Ti}_1\text{N}_x$ nitride. The optimum regime of nitriding was found. The optimum regime of powder grinding and the optimum size of particles were established.

Keywords: magnetically hard materials, rare-earth metals, smelting, breakage of ingots, nitriding, microstructure, phase composition.

УДК 669.02.09

Использование комбинированных методов диагностики гидравлических систем металлургических агрегатов

С. Н. Редников

*Учреждение дополнительного профессионального образования
“Международный институт технических инноваций”, г. Екатеринбург.
E-mail: srednikov@mail.ru.*

В статье рассмотрены вопросы организации диагностических служб на предприятиях чёрной и цветной металлургии. Оценены зоны применения и возможности комплексных методов оценки состояния гидравлического оборудования. Рассмотрены результаты использования тепловизионных методов предварительной диагностики в комбинации с расчётным определением внутренних тепловых полей и результатами анализов рабочих жидкостей.

Ключевые слова: диагностика, тепловые поля, рабочие жидкости, оборудование.

The article deals with the organization of diagnostic services at enterprises of ferrous and nonferrous metallurgy. Areas of application and possibilities of complex methods for assessing the condition of hydraulics equipment are estimated. The results of the use of thermal imaging methods for preliminary diagnostics in combination with the calculation of internal thermal fields and the results of analyses of working fluids are considered.

Keywords: diagnostics, thermal fields, working fluids, equipment.

V Международная конференция “Современные требования и металлургические аспекты повышения коррозионной стойкости и других служебных свойств углеродистых и низколегированных сталей”*

А. А. Павлов

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

20 – 21 сентября 2017 г. в ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина” состоялась V Международная конференция “Современные требования и металлургические аспекты повышения коррозионной стойкости и других служебных свойств углеродистых и низколегированных сталей”. По сложившейся традиции, целью проведения конференции являлось объединение усилий организаций, задействованных в сфере эксплуатации трубопроводов по транспортировке нефти, производителей труб и научного сообщества в области повышения коррозионной стойкости сталей для нефтепромысловых трубопроводов.

Открывали конференцию начальник отдела развития черной металлургии, трубной промышленности и металлоконструкций Департамента металлургии и материалов Минпромторга России А.Н. Семин и 1-й заместитель Генерального директора ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина” В.А. Углов. В приветственном выступлении была отмечена важность проведения такого рода кон-

ференций, их значимость для металлургической и трубной промышленности, научно-исследовательских институтов и российской экономики в целом.

Традиционно в конференции приняли участие ведущие металлургические комбинаты АО “ВМЗ”, ПАО “Северский трубный завод”, ПАО “ЧТПЗ” и трубные компании ПАО “ТМК”, ПАО “НЛМК”, ПАО “Тагмет”, АО “Уральская сталь”, ПАО “Северсталь”, а также научно-исследовательские организации НИТУ “МИСиС”, АО “НПО ЦНИИТМАШ”, ООО “Газпром-ВНИИГАЗ”, Российское общество металловедения и термообработки, Санкт-Петербургский политехнический университет, РосНИТИ и др. Вниманию участников конференции было представлено более 15 докладов, посвященных проблеме коррозии трубопроводов.

Руководители Центра физической химии, материаловедения, биметаллов и специальных видов коррозии ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина” А.И. Зайцев и И.Г. Родионова выступили с докладами о перспективных направлениях повышения комплекса свойств и качества современных сталей, о современных подходах к повышению коррозионной стойко-

*International conference “Modern requirements and metallurgical aspects of raising corrosion resistance and other working properties of carbon and low-alloy steels”

сти сталей для нефтепромысловых трубопроводов. Представители эксплуатирующих трубную продукцию организаций ОАО "Сургутнефтегаз" и ООО "ГАЗПРОМНЕФТЬ" сделали сообщения об актуальности новых разработок и методик для определения качества трубной продукции и необходимости повышения ресурса эксплуатации нефтепромысловых трубопроводов.

В докладе Д.В. Кудашева (АО "ВМЗ") "Результаты промысловых испытаний труб из стали 05ХГБ" показано, что трубы из этой стали успешно эксплуатируются без каких-либо ограничений, обеспечивая значительное увеличение срока эксплуатации, снижение затрат нефтяников на дополнительные антикоррозионные мероприятия и экологическую безопасность нефтегазодобывающих регионов Российской Федерации.

В выступлении В.В. Науменко (АО "ВМЗ") была показана принципиальная возможность производства хладостойкого рулонного проката и труб из него без добавок ниобия в условиях ЛПК АО "ВМЗ". Определены содержания легирующих и микролегирующих элементов для получения требуемых классов прочности.

Е.С. Мурсенко (АО "ВМЗ") сообщил об особенностях вспенной обработки и непрерывной разливки трубных сталей с требованием по стойкости к водородному растрескиванию.

В докладе А.А. Придвина (АО "Уральская сталь") были представлены результаты организации производства коррозионностойкого листового проката и показано, что разработанные режимы контролируемой прокатки, включающей ускоренное последеформационное охлаждение с проведением последующего «высокого отпуска» с контролем температуры металла на выходе из печи, обеспечивают заданный уровень механических характеристик коррозионно-стойкого листового проката из стали марок 09ГСФ, 13ХФА с обеспечением высокой хладостойкости.

Л.Е. Дресвянкина (ПАО "СТЗ") сделала доклад о влиянии комплексного совершенствования технологии производства стали 20КТ с использованием вакуумной обработки на состав неметаллических включений.

А.В. Кодаев (ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина") представил результаты влияния структурного состояния металла, неметаллических включений, технологии производства на показатели свойств и качества круглого проката из специальных легированных сталей. Уменьшение содержания КАНВ второго типа и оксидно-сульфидных включений с оксидной составляющей на

основе системы $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ с концентрацией SiO_2 до 5 масс. % может значительно увеличивать коррозионную стойкость круглого проката.

Целью исследований А.А. Амежнова (ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина") было установление механизмов влияния неметаллических включений на ускорение процессов коррозии сталей в водных средах. Представленные результаты испытаний по использованной в работе потенциостатической методике показали хорошую корреляцию с результатами динамических коррозионных испытаний, что свидетельствует о перспективности применения этой методики для оценки коррозионной стойкости современных сталей.

С.В. Ящук (АО "Северсталь Менеджмент") представил в своем докладе перспективность применения многофазных высокопрочных сталей с повышенными пластическими характеристиками и опыт их производства. Представитель проектного института АО "ВНИИНЕФТЕМАШ" В.Г. Моляров доложил о новом, разработанном совместно с ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина", перспективном биметаллическом материале высокой коррозионной стойкости для нефтехимии с равнопрочными слоями из малоуглеродистой микролегированной стали S700MC и двухфазной аустенитно-ферритной стали, легированной азотом. Он также отметил актуальность промышленного освоения и массового внедрения данного материала в промышленность.

А.А. Павлов (ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина") представил доклад на тему "Опыт производства и перспективы применения биметаллических коррозионно-стойких труб для повышения срока службы трубопроводов различного назначения", в котором представил данные о более чем 15-летней безаварийной эксплуатации плакированных трубопроводов систем нефтесбора.

А.В. Мельникова (ООО "Газпром ВНИИГАЗ") рассказала о разработке норм допустимых дефектов стресс-коррозионного происхождения для магистральных газопроводов и показала, что применение расчетной методики оценки прочности труб с повреждениями КРН позволило установить области допустимых значений и разработать предложения по нормированию предельных глубин стресс-коррозионных повреждений для труб из сталей контролируемой прокатки с учетом формы, ориентации, местоположения относительно сварного шва и механических свойств трубной стали.

И.Г. Родионова (ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина") представила новую электрохи-

мическую методику оценки коррозионной стойкости сталей для нефтепромысловых трубопроводов и подготовленные проекты изменений к действующим техническим условиям и новые технические условия на прокат и трубы повышенной коррозионной стойкости для нефтепромысловых трубопроводов Западной Сибири.

В рамках круглого стола, посвященного разработанной новой электрохимической методике

оценки коррозионной стойкости сталей для нефтепромысловых трубопроводов, участниками было отмечено, что для ее реализации и внедрения потребуются серьезные усилия всех сторон, а поставленная задача является актуальной, глобальной и амбициозной.

Результат совместной работы участников конференции — подготовка проекта Дорожной карты по внедрению электрохимической методики.

Авторский указатель за 2017 год

- Аксёнова К. В. — см. Громов В. Е.
- Алиев А. А.** *Исследование и разработка бессвинцовой автоматной стали с заданной структурой и свойствами для деталей распределителей зажигания автомобильных двигателей* № 4, с. 53 – 55
- Амежнов А. В.** *III Конференция молодых специалистов “Перспективы развития металлургических технологий”* № 2, с. 100 – 103
- Багмет О. А. — см. Науменко В. В.
- Басва Л. А. — см. Шабалов И. П.
- Барабаш К. Ю. — см. Мартынов П. Г.
- Баскакова М. И. — см. Каменская Н. И.
- Бахтин С. В. — см. Гремш Г. Н.
- Белоусов А. В. — см. Белоусов Г. С.
- Белоусов Г. С., Белоусов А. В., Гетманова М. Е., Филингов Г. А.** *Исследование закономерностей формирования азотированных слоев, их структуры и свойств на сталях для тел качения при газотермобарической обработке в молекулярном азоте* № 4, с. 82 – 85
- Божесков А. П. — см. Лоптипов А. М.
- Болобапова П. Л. — см. Кожевникова И. А.
- Брапицкая Е. А. — см. Гук В. В.
- Бродов А. А., Мухатдинов Н. Х., Углов В. А., Москвина Т. П.** *Прогноз производства черных металлов на 2017–2020 гг.* № 1, с. 5 – 9
- Бурмасов С. П. — см. Степанов А. И.
- Бутрим В. Н.** *Технологические решения в металлургическом производстве попутных изделий из двухфазного хромоникелевого сплава* № 2, с. 5 – 19
- Васенина Е. М. — см. Гриппоп А. С.
- Великоднев В. Я. — см. Ефимов А. А.
- Великоднев В. Я. — см. Кузнецов Я. С. № 2, 3
- Великоднев В. Я. — см. Холодный А. А.
- Вихарева Т. В., Глибенко О. В., Фомина О. В., Ильин А. В.** *Исследование изменения структуры и механических свойств высокопрочной азотсодержащей аустенитной стали после динамического нагружения* № 4, с. 56 – 65
- Гаврилин И. Н.** *Метод (M)SSA: параллельное разложение, фильтрация и прогнозирование удельной скорости реакций окисления и поведения продуктов окисления углерода по ходу кислородно-конвертерной плавки* № 1, с. 10 – 24
- Гетманова М. Е. — см. Белоусов Г. С.
- Гетманова М. Е., Изотов В. И., Никулин А. Н., Филингов Г. А.** *Оценка возможности использования литых колес в железнодорожном подвижном составе* № 2, с. 72 – 89
- Гетманова М. Е., Ливанова О. В., Ливанова Н. О., Никулин А. Н., Филингов Г. А.** *Исследование особенностей деформационного воздействия на структуру металла при продольной и винтовой прокатке* № 4, с. 13 – 24
- Глезер А. М. — см. Громов В. Е.
- Глезер А. М. — см. Иванов Ю. Ф.
- Глезер А. М. — см. Филингова В. П.
- Глибенко О. В. — см. Вихарева Т. В.
- Горопко Т. В. — см. Мартынов П. Г.
- Гриппоп А. С., Васенина Е. М., Седьшев А. И., Ткачук М. А., Филингов Г. А.** *Исследование кинетики распада аустенита при охлаждении колесных сталей различных марок* № 3, с. 66 – 70
- Громов В. Е. — см. Иванов Ю. Ф.
- Громов В. Е., Аксёнова К. В., Никитина Е. Н., Иванов Ю. Ф.** *Деформационное преобразование структурно-фазового состояния стали с мартенситной и бейнитной структурами* № 1, с. 79 – 85
- Громов В. Е., Юрьев А. А., Иванов Ю. Ф., Попова Н. А., Перегудов О. А., Глезер А. М., Коновалов С. В.** *Анализ механизмов деформационного упрочнения рельсовой стали в процессе длительной эксплуатации* № 3, с. 76 – 84
- Грудинский П. И. — см. Якорнов С. А.
- Грудинский П. И., Зиновьев Д. В., Пенкина Т. Н., Дюбанов В. Г., Леонтьев Л. И.** *Исследование возможности рециклинга бедных по цинку пылей и шламов черной металлургии в сталеплавильных агрегатах* № 2, с. 37 – 44
- Гудов А. Г. — см. Степанов А. И.
- Гук В. В., Брапицкая Е. А., Филингов Г. А.** *Влияние совместного введения азота и редкоземельных элементов на технологические характеристики низкоуглеродистой перешлавающей стали* № 1, с. 86 – 90
- Гурьянов Г. Н., Смирнов С. В.** *Выбор параметров деформации волочения проволоки на основе допустимых значений коэффициента запаса прочности П. Л. Перлина и показателя напряженного состояния В. Л. Колмогорова* № 4, с. 5 – 12
- Дема Р. Р., Нефедьев С. П., Харченко М. В., Зотов А. В., Леванцевич М. А., Максимченко Н. Н., Пилипчук Е. В.** *Формирование на рабочих поверхностях пар смешанного трения функциональных покрытий из цветных металлов и сплавов методом деформационного плакирования с целью повышения их работоспособности* № 3, с. 43 – 48
- Дресвянкина Л. Ф. — см. Степанов А. И.
- Духновский Д. А. — см. Фетисов Г. П. № 1, 4
- Дюбанов В. Г. — см. Грудинский П. И.
- Дюбанов В. Г. — см. Якорнов С. А.
- Еремин Г. Н., Молотилев Б. В., Челюев А. Е., Бахтин С. В., Парахин В. И.** *Совершенствование стандартов проката из электротехнических сталей – важнейший фактор повышения качества продукции для электротехники (трансформаторов и электродвигателей)* № 2, с. 90 – 94
- Ефимов А. А., Холодный А. А., Шабалов И. П., Матросов Ю. И., Великоднев В. Я., Матросов М. Ю.** *Структурные превращения при охлаждении малоуглеродистых низколегированных трубных сталей* № 3, с. 49 – 55
- Зайцев А. И. — см. Талис А. Л.

- Зайцев А. И.** Перспективные направления повышения комплекса свойств и качества современных сталей № 4, с. 31 – 45
- Зайцев А. И., Могутнов Б. М., Пиннепов А. В., Родионова И. Г., Энде.ль Н. И., Карамышева Н. А.** Исследование и моделирование взаимодействия редкоземельных металлов с расплавами железа для определения их влияния на стойкость против локальной коррозии и механические свойства трубных сталей № 1, с. 39 – 48
- Зверева М. И. — см. Мартынов П. Г.
- Зикеев В. П. — см. Филиппов Г. А.
- Зиповеев Д. В. — см. Грудинский П. И.
- Зотов А. В. — см. Дема Р. Р.
- Ивакин Д. А. — см. Якорнов С. А.
- Ивапов Ю. Ф. — см. Громов В. Е. № 1, 3
- Иванов Ю. Ф., Громов В. Е., Кормышев В. Е., Глезер А. М., Коновалов С. В., Тересов А. Д.** Модифицирование электроно-лучевой обработкой поверхностного слоя наплавки, сформированной на стали Hardox 450 электроконтактным методом .. . № 2, с. 65 – 71
- Изотов В. И. — см. Гетманова М. Е.
- Ильин А. В. — см. Вихарева Т. В.
- Илюхин Д. С. — см. Шабалов И. П.
- Каменская Н. И. — см. Мартынов П. Г.
- Каменская Н. И., Камынин А. В., Баскакова М. И.** Исследование фазового состава и структуры порошковых сплавов на основе системы $NdFe_{12}$ в зависимости от технологии их изготовления № 4, с. 86 – 93
- Камынин А. В. — см. Каменская Н. И.
- Карамышева Н. А. — см. Зайцев А. И.
- Кожеников А. В. — см. Коженикова И. А.
- Коженикова И. А., Кожеников А. В., Болубанова Н. Л.** Исследование и раскрытие механизма возникновения вибраций в клетях непрерывного стана холодной прокатки № 3, с. 39 – 42
- Козлов П. А. — см. Якорнов С. А.
- Коповалов С. В. — см. Громов В. Е.
- Коповалов С. В. — см. Ивапов Ю. Ф.
- Кормышев В. Е. — см. Ивапов Ю. Ф.
- Корнев Ю. Л. — см. Лонгинов А. М.
- Крапошин В. С. — см. Талис А. Л.
- Кройтор Е. П. — см. Мишнев П. А.
- Кузнеценко Я. С. — см. Холодный А. А.
- Кузнеценко Я. С., Шабалов И. П., Холодный А. А., Матросов Ю. И., Великоднев В. Я.** Центральная сегрегационная неоднородность и сопротивление водородному растрескиванию листов из трубных сталей. Часть 1. Влияние химического состава № 2, с. 45 – 57
- Кузнеценко Я. С., Шабалов И. П., Холодный А. А., Матросов Ю. И., Великоднев В. Я.** Центральная сегрегационная неоднородность и сопротивление водородному растрескиванию листов из трубных сталей. Часть 2. Влияние термомеханической обработки № 3, с. 85 – 94
- Леващевич М. А. — см. Дема Р. Р.
- Леонтьев Л. И. — см. Грудинский П. И.
- Леонтьев Л. И. — см. Якорнов С. А.
- Ливанова П. О. — см. Гетманова М. Е.
- Ливанова О. В. — см. Гетманова М. Е.
- Ливанова О. В. — см. Филиппов Г. А. № 1, 3
- Ливанова О. В., Шабалов И. П., Филиппов Г. А.** Механические свойства, сопротивление разрушению и склонность к деформационному старению металла электросварных труб большого диаметра после формовки на U-образном прессе № 1, с. 95 – 101
- Лонгинов А. М., Тиняков В. В., Соснин В. В., Шурьгина Н. А., Неклюдов И. В., Корнев Ю. Л., Божесков А. Н.** Производство бездефектной непрерывнолитой колесной заготовки марки ER7 европейского стандарта NF EN 13262 A1 № 3, с. 34 – 38
- Максимченко Н. Н. — см. Дема Р. Р.
- Мартынов П. Г., Матросов М. Ю., Митрофанов А. В., Барабан К. Ю., Горонко Т. В., Каменская Н. И., Зверева М. И.** Исследование влияния режимов термической обработки на микроструктуру и механические свойства высокопрочного листового проката (400 – 450 НВ) из низколегированной стали № 4, с. 46 – 52
- Матросов М. Ю. — см. Ефимов А. А.
- Матросов М. Ю. — см. Мартынов П. Г.
- Матросов Ю. И. — см. Ефимов А. А.
- Матросов Ю. И. — см. Кузнеценко Я. С. № 2, 3
- Матросов Ю. И. — см. Холодный А. А.
- Мелинг В. В. — см. Степанов А. И.
- Митрофанов А. В. — см. Мартынов П. Г.
- Мипетьяг А. Р. — см. Филиппов Г. А.
- Мишнев П. А., Кройтор Е. Н., Ницник А. В., Родионова И. Г.** Влияние параметров термообработки и натяжения валов на механические свойства холоднокатаных двухфазных феррито-мартенситных сталей № 3, с. 71 – 75
- Могутнов Б. М. — см. Зайцев А. И.
- Молотилев Б. В. — см. Еремин Г. П.
- Москвина Т. П. — см. Бродов А. А.
- Мурзил А. В. — см. Степанов А. И.
- Мухатдинов П. Х. — см. Бродов А. А.
- Науменко В. В., Багмет О. А.** Микроструктура и свойства рудного проката класса прочности K56 (X65), микролегированного ванадием и азотом № 2, с. 58 – 64
- Неклюдов И. В. — см. Лонгинов А. М.
- Нефедьев С. П. — см. Дема Р. Р.
- Никигина Е. П. — см. Громов В. Е.
- Никулин А. П. — см. Гетманова М. Е. № 2, 4
- Никулин А. П., Сережкин М. А.** Аналитическое моделирование винтовой прокатки заготовок их поперечной осадкой с привлечением теории колебаний № 3, с. 13 – 28
- Ницник А. В. — см. Мишнев П. А.
- Павлов А. А.** V Международная конференция “Современные требования и металлургические аспекты повышения коррозионной стойкости и других служебных свойств углеродистых и низколегированных сталей” № 4, с. 99 – 101
- Павлов А. А.** Оценка эффективности применения новых высокопрочных сталей в качестве основного слоя биметаллов, получаемых по технологии электрошлаковой наплавки № 3, с. 95 – 101
- Павлов А. А.** Разработка, освоение производства и опыт применения новых износостойких биметаллов, получаемых по технологии электрошлаковой наплавки № 2, с. 28 – 36

- Паньшин А. М. — см. Якорнов С. А.
 Парахин В. И. — см. Ермин Г. П.
Пачколина П. А. Компьютерное моделирование температурных полей заготовки валька и прогнозирование фазового состава стали при различных режимах термической обработки. №1, с. 105 – 108
 Петкина Т. Н. — см. Грудинский П. И.
 Перегудов О. А. — см. Громов В. Е.
 Перетягко В. Н. — см. Сметанин С. В.
 Пишигчук Е. В. — см. Дема Р. Р.
 Пименов А. В. — см. Зайцев А. И.
 Попова Н. А. — см. Громов В. Е.
Редников С. Н. Использование комбинированных методов диагностики гидравлических систем металлургических агрегатов № 4, с. 94 – 98
Риппиген Д. А., Частухин А. В., Хадеев Г. Е., Эфрон Л. И. Влияние различных схем термомеханической контролируемой прокатки на структуру и свойства проката из трубных сталей класса прочности X80 X100 № 1, с. 25 – 38
 Родиопова И. Г. — см. Зайцев А. И.
 Родиопова И. Г. — см. Мишпеев П. А.
 Седялцев А. И. — см. Риппиген Д. А.
 Сережкин М. А. — см. Никулин А. Н.
 Симич-Лафицкий Н. — см. Талис А. Л.
Сметанин С. В., Перетягко В. Н., Юрьев А. Б., Филишова М. В. Нагрузочные диаграммы при прокатке трамвайных рельсов в непрерывной реверсивной группе клетей № 2, с. 20 – 27
 Смирнов С. В. — см. Гурияпов Г. П.
 Соловьев Д. М. — см. Филишпов Г. А.
 Соснин В. В. — см. Лопгинов А. М.
Стенанов А. И., Гудов А. Г., Бурмасов С. П., Мурзин А. В., Дресвянкина Л. Е., Мелинг В. В. Влияние комплексного совершенствования технологии производства стали 20К1 с использованием вакуумной обработки на состав неметаллических включений № 4, с. 25 – 30
 Сундеев Р. В. — см. Филишпова В. П.
Талис А. Л., Крапошник В. С., Симич-Лафицкий Н., Зайцев А. И. Структурно-симметричные основы образования сростка неметаллических включений в сталях № 3, с. 5 – 12
 Тересов А. Д. — см. Иванов Ю. Ф.
 Тиняков В. В. — см. Лопгинов А. М.
 Ткачук М. А. — см. Гриншпон А. С.
 Томчук А. А. — см. Филишова В. П.
 Углов В. А. — см. Бродов А. А.
Фетисов Г. П., Духовский Д. А. Исследование параметров сварки алюминиевых сплавов № 4, с. 66 – 69
Фетисов Г. П., Духовский Д. А. Механические свойства сварных соединений сплава AlMg6, полученных при плазменной сварке сжатой дугой переменного тока № 1, с. 102 – 104
 Филишпов В. Г. — см. Шабалов И. П.
 Филишпов Г. А. — см. Белоусов Г. С.
 Филишпов Г. А. — см. Гетманова М. Е. № 2, с. 4
 Филишпов Г. А. — см. Риппиген Д. А.
 Филишпов Г. А. — см. Ливанова О. В.
Филишпов Г. А., Зиксес В. Н., Шабалов И. П., Ливанова О. В., Мишетьян А. Р. Влияние длительной эксплуатации на температурную зависимость внутреннего трения и склонность к деформационному старению низколегированных сталей № 1, с. 49 – 55
Филишпов Г. А., Ливанова О. В., Соловьев Д. М., Шабалов И. П. Сравнительный анализ влияния способа формовки на комплекс механических свойств и сопротивление разрушению металла электросварных труб большого диаметра № 3, с. 56 – 65
Филишпова В. П., Глезер А. М., Томчук А. А., Сундеев Р. В. Роль объемной диффузии в конкуренции между процессами образования поверхностных сегрегаций и растворения элементов в твердых растворах на основе α -Fe № 1, с. 56 – 70
 Филишпова М. В. — см. Сметанин С. В.
 Филишпов Г. А. — см. Гук В. В.
 Фомина О. В. — см. Вихарева Т. В.
 Хадеев Г. Е. — см. Риппиген Д. А.
 Хань Цзинь-Тао — см. Чжан Юн-Цзюнь
 Харченко М. В. — см. Дема Р. Р.
 Холодный А. А. — см. Ефимов А. Л.
 Холодный А. А. — см. Кузнеценко Я. С. № 2, с. 3
Холодный А. А., Матросов Ю. И., Шабалов И. П., Кузнеценко Я. С., Великоднев В. Я. Факторы, влияющие на сопротивляемость трубных сталей растрескиванию в сероводородсодержащих средах № 4, с. 70 – 81
 Частухин А. В. — см. Риппиген Д. А.
 Чевская О. П. — см. Шабалов И. П.
 Челнов А. Е. — см. Ермин Г. П.
Чжан Юн-Цзюнь, Хань Цзинь-Тао Поведение стали 45 при горячей деформации № 1, с. 91 – 94
 Шабалов И. П. — см. Ефимов А. Л.
 Шабалов И. П. — см. Кузнеценко Я. С. № 2, с. 3
 Шабалов И. П. — см. Ливанова О. В.
 Шабалов И. П. — см. Филишпов Г. А. № 1, с. 3
 Шабалов И. П. — см. Холодный А. А.
Шабалов И. П., Басва Л. А., Филишпов В. Г., Илюхин Д. С., Чевская О. П. Прочность и сопротивление разрушению сверхнизкоуглеродистых мартенситных сталей в горячекатаном состоянии ... № 1, с. 71 – 78
 Шпер В. Л. — см. Шумкин С. С.
Шумкин С. С., Шпер В. Л. Зависимость магнитных свойств постоянных магнитов из сплавов системы $SmCo$ от химического состава исходного слитка ... № 2, с. 95 – 99
 Шурьгипа П. А. — см. Лопгинов А. М.
 Эпдель Н. И. — см. Зайцев А. И.
 Эфрон Л. И. — см. Риппиген Д. А.
 Юрьев А. А. — см. Громов В. Е.
 Юрьев А. Б. — см. Сметанин С. В.
Якорнов С. А., Паньшин А. М., Грудинский П. И., Дюбанов В. Г., Леонтьев Л. И., Козлов П. А., Ивакин Д. А. Особенности процесса разложения феррита цинка известью в ванне электродуговой плавки стали № 3, с. 29 – 33