

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

1 • 2016

Теоретические основы металлургии

А. Ф. Третьяков

Консолидация структурообразующих элементов в процессе горячей деформации металлических сеток . 5

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

Влияние способа осадки заготовки на формирование структуры металла 11

Технологические процессы металлургии

В. Е. Рошин, С. А. Брындин, С. П. Салихов, А. В. Рошин

Технология и оборудование для прямой комплексной переработки кусковой сидеритовой руды при производстве стали 22

Г. В. Воронов, В. А. Гольцев, И. В. Глухов

Аэродинамика и тепловое состояние современной дуговой сталеплавильной печи 28

Переработка техногенного сырья

В. Г. Дюбанов, П. И. Грудинский, Д. В. Зиновеев, В. П. Корнеев

Перспективные методы рециклинга железосодержащих техногенных отходов металлургической промышленности 35

Материаловедение и новые материалы

И. П. Шабалов, А. П. Шлямнев, Л. Е. Щукина

Структура, механические свойства и коррозионная стойкость нержавеющей сталей с азотом 41

Чжан Юн-Цзюнь, Хань Цзинь-Тао

Молекулярно-динамическое моделирование морфологии заживления повреждений в монокристалле меди 48

К. В. Морозов, В. Е. Громов, О. А. Перегудов,

Ю. Ф. Иванов, А. Б. Юрьев, К. В. Аксёнова

Формирование тонкой структуры рельсов при объемной и дифференцированной закалке 53

В. В. Науменко, О. А. Багмет, К. С. Сметанин, В. В. Кислица, Е. А. Голи-Оглу

Исследование влияния степени деформации в холодном состоянии на уровень микронапряжений, микроструктуру и механические свойства проката, произведенного в условиях литейно-прокатного комплекса 62

С. П. Нефедьев, Р. Р. Дема, Н. Ш. Тютеряков, А. Н. Морозов,

М. В. Харченко, М. А. Белоцерковский, М. А. Леванцевич

Структура зоны сплавления хромомарганцевого покрытия, полученного плазменно-порошковой наплавкой 68

Н. А. Комков, В. И. Громов, О. В. Седов

Исследование влияния выделения вторичной карбидной фазы на структуру, свойства и характер разрушения коррозионностойкой стали 95X18 73

Т. Е. Лихачева, В. М. Приходько, А. Е. Шеина

Особенности и последствия коррозионного повреждения чугунного рабочего колеса центробежного насоса 78

Порошковая металлургия

В. Б. Акименко

Развитие исследований по порошковой металлургии в ЦНИИчермет им. И.П.Бардина 85

Контроль металлургического производства и металлопродукции

А. Ю. Кем, В. В. Китаев

Методика исследований свойств магнитомягких материалов на основе железа, полученных методом порошковой металлургии 93

Информация

Аркадию Константиновичу Тихонову — 80 лет 100

Памяти Анатолия Петровича Шлямнева 102

Памяти Леонида Петровича Макарова 103

PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

CONTENT

1 • 2016

Fundamentals of metallurgy

A. F. Tretyakov

Consolidation of structure-forming elements in the course of hot deformation of metal gauze 5

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

The effect of billets flattening technique on formation of the metal structure 11

Production processes in metallurgy

V. E. Roshchin, S. A. Bryndin, S. P. Salikhov, A. V. Roshchin

Technology and equipment for direct complex processing of lump siderite ore in the course of steel production 22

G. V. Voronov, V. A. Gol'tsev, I. V. Glukhov

Aerodynamics and thermal status of the modern arc steel-melting furnace 28

Recycling of technogenic raw materials

V. G. Dyubanov, P. I. Grudinskiy, D. V. Zinoveev, V. P. Korneev

Promising techniques for recycling of iron-bearing industrial wastes of metallurgical industry 35

Materials science and new materials

I. P. Shabalov, A. P. Shlyamnev, L. E. Shchukina

Structure, mechanical properties and corrosion resistance of stainless steels alloyed with nitrogen 41

Zhang Yong-Jun, Han Jing-Tao

Molecular-dynamic simulation of the morphology of damages healing in a monocrystal of copper 48

K. V. Morozov, V. E. Gromov, O. A. Peregudov, Yu. F. Ivanov, A. B. Yuriev, K. V. Aksenova

Fine structure formation in rails at bulk and differential quenching 53

V. V. Naumenko, O. A. Bagmet, K. S. Smetanin, V. V. Kislitsa, E. A. Goli-Oglu

Investigation of the effects of the degree of deformation in the cold state on the level of microstresses, microstructure and mechanical properties of rolled steel produced in the conditions of a foundry-rolling complex 62

S. P. Nefedyev, R. R. Dema, N. Sh. Tuteryakov, A. N. Morozov, M. V. Kharchenkov,

M. A. Belotserkovskiy, M. A. Levantsevich

The structure of the fusion zone of chromium-manganese coating produced by plasma-powder facing 68

N. A. Komkov, V. I. Gromov, O. V. Sedov

Investigation on the effect of precipitation of the secondary carbide phase on the structure, properties and type of fracture of the stainless steel 95Cr18 73

T. E. Likhacheva, V. M. Prikhodko, A. E. Sheina

Specifics and consequences of corrosion damage of the cast-iron vane wheel rotor of an impeller pump 78

Powder metallurgy

V. B. Akimenko

Development of investigations in the field of powder metallurgy in I.P.Bardin TsNIIchermet 85

Control of metallurgical manufacture and metal products

A. Yu. Kem, V. V. Kitaev

The methods for investigating the properties of iron-based magnetically soft materials, produced by powder metallurgy 93

Information

Arkadiy K. Tikhonov — 80 years anniversary 100

In memory of Anatoliy Petrovich Shlyamnev 102

In memory of Leonid Petrovich Makarov 103

УДК 621.791

Консолидация структурообразующих элементов в процессе горячей деформации металлических сеток

А. Ф. Третьяков

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва. E-mail: tretyakov@bmstu.ru.

Пористые сетчатые материалы применяются для изготовления изделий, которые обладают требуемыми гидравлическими, фильтровальными свойствами и высокой прочностью. Однако недостаточно изучено влияние величины и скорости пластической деформации сеток на процесс консолидации структуро-образующих элементов. Для исследования пластической деформации применено физическое моделирование процесса образования площади контакта проволок, на которых образуются сварные соединения. Рассмотрен процесс пластической деформации тканых металлических сеток при получении пористых сетчатых материалов. Исследовано влияние диаметра проволок, угла, под которым они перекрещиваются, и величины относительной деформации перекрестий на образовавшуюся площадь макроконтакта. Получены уравнения, описывающие влияние контактных напряжений, скорости деформации перекрестий, реологических и теплофизических свойств материала проволок на величину относительной площади фактического контакта. Определены необходимые условия, при которых возможно образование твердофазного сварного соединения на всей поверхности перекрестия проволок.

Ключевые слова: пористый сетчатый материал, макроконтакт, микронеровность, горячая деформация, консолидация, степень деформации, скорость деформации, фактическая площадь контакта.

Porous meshy materials are applied to manufacturing of products which possess the required hydraulic, filtering properties and high strength. However the influence of the degree and the rate of the metal gauze plastic deformation on the process of consolidation of structure-forming elements have not been adequately studied. Physical modelling of the process of developing contact areas between wires, where welded joints are formed, was applied for research of plastic deformation. Plastic deformation process of woven metal gauzes in the course of production of porous meshy materials was considered. It was studied how wires diameter, angle of wires crossing and the degree of crossings relative deformation influenced the resulting area of macrocontact. The equations have been obtained that describe the influence of contact stresses, rates of crossings deformation, rheological and thermal properties of the wires material on the relative area of the actual contact. Necessary conditions have been defined, under which formation of solid-phase welded joints over all surface of crossings is possible.

Keywords: porous meshy material, macrocontact, microroughness, hot deformation, consolidation, deformation degree, deformation rate. actual area of contact.

УДК 621.771:669.075.

Влияние способа осадки заготовки на формирование структуры металла

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

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

Выполнены сопоставительные исследования двух способов осадки: традиционной осадки, являющейся широко распространенной кузнечной операцией, и торцевой раскатки качающимся инструментом. При обычной осадке деформация заготовки осуществляется рассредоточенной силовой нагрузкой, при торцевой раскатке — с локальным приложением нагрузки. Характер приложения деформирующих усилий при осадке будет определять условия деформации заготовки и структурообразования металла изделия. При обычной осадке заготовка деформируется неравномерно и в объеме поковки формируется неоднородная структура металла. Раскатка обеспечивает более равномерную деформацию заготовки, и в объеме поковки формируется достаточно однородная мелкозернистая структура металла.

Ключевые слова: осадка, раскатка, заготовка, очаг деформации, сдвиги, металл, структура, напряжения, условия деформации.

Comparative studies of two ways of billets flattening have been performed: traditional flattening, which is a widespread forging operation, and face rolling by a swinging tool. At the customary flattening the workpiece deformation is performed by dispersed power load while at face rolling — by the local application of load. The nature of the application of deforming forces at flattening will determine the conditions of the workpiece deformation and the structure of metal products. At the customary flattening the workpiece is deformed nonuniformly and heterogeneous structure is formed in the forging volume of metal. Rolling provides a more uniform workpiece deformation and sufficiently homogeneous fine-grained structure of the metal is formed in the forging volume.

Keywords: deformation flattening, rolling, billet, deformation zone, shear, metal, structure, stresses, deformation conditions.

УДК 669.02.09.

Технология и оборудование для прямой комплексной переработки кусковой сидеритовой руды при производстве стали

В. Е. Рощин, С. А. Брындин, С. П. Салихов, А. В. Рощин

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск. E-mail: roshchinve@susu.ac.ru.

На основе разработанных авторами положений селективного восстановления металлов в кристаллической решётке комплексных оксидов из бакальского сидерита получен металло-оксидный композит, состоящий из железа и оксидов металлов, преимущественно MgO. Этот продукт может использоваться в неразделённом состоянии в качестве основного металлоносителя в шихтовых материалах при производстве стали в дуговых сталеплавильных печах, а также в качестве магнезиальных флюсов, вводимых в сталеплавильные шлаки для уменьшения эрозии футеровки. Одновременно его введение в металлическую ванну вместо чугуна способствует уменьшению концентрации примесей цветных металлов, поступающих с металлическим ломом. Композитный материал трудно расплавляется и плохо растворяется даже в перегретом металлическом расплаве, но оксидная фаза композита быстро растворяется в сталеплавильном шлаке, высвобождая металл. Материал целесообразно использовать в сталеплавильных агрегатах, непрерывно подавая на поверхность шлака. Обоснована сквозная совмещённая технология получения высококачественной металлопродукции по технологии селективного восстановления.

Ключевые слова: сидерит, сидероплезит, металло-оксидный композит, магнезиальный флюс, первородное железо, металлизированный флюсующий шихтовый материал.

A metal - oxide composite has been prepared from Baikal siderite on the basis of the authors inferences about selective reduction of metals in the crystal lattice of complex oxides. It is comprised of iron and metals oxides, preferably MgO. This product can be used in the unseparated state as the main component in charge materials for steelmaking in electric arc furnaces, as well as magnesia flux for injection into the steelmaking slag for reducing the lining erosion. Simultaneously its introduction in metal bath instead of pig-iron promotes decreasing concentrations of impurities of the non-ferrous metals arriving with metallic scrap. It is difficult to melt this composite material and it dissolves poorly even in superheated molten metal melts, but the oxide phase of the composite is quickly dissolved in the steelmaking slag, releasing the metal. The material suitable for use in steelmaking units by continuous feeding on the slag surface. A through combined technology has been justified for high-quality steel production using selective recovery.

Keywords: siderite, sideroplezit, metal-oxide composite, magnesia flux, original iron, metallized fluxing charge material.

УДК 666.187.2:621.365.2:662.612.321/322.

Аэродинамика и тепловое состояние современной дуговой сталеплавильной печи

Г. В. Воронов, В. А. Гольцев, И. В. Глухов

ФГАОУ ВПО “Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина”, г. Екатеринбург. E-mail: v.a.goltsev@urfu.ru, ermia12@mail.ru.

Выполнен анализ тепловой работы современной дуговой сталеплавильной печи при радиальном и предложенным тангенциальным расположением газокислородных горелок в рабочем пространстве. Произведен расчет аэродинамических потоков и температурного состояния продуктов сгорания природного газа с кислородом в зоне расположения холодной шихты с использованием программы SolidWorks Flow simulation. Сформулированы практические рекомендации по модернизации действующих и для вновь проектируемых дуговых печей.

Ключевые слова: печь, шихта, объем, горелка, фурма, энергия, природный газ, кислород, углерод, кокс, электрод, ванна.

The analysis of thermal operation of the modern arc steel-melting furnace has been performed with taking into consideration radial and the offered tangential arrangement of gas-oxygen burners in the working chamber. The SolidWorks Flow simulation program has been applied for calculation of aerodynamic flows and temperatures of products of natural gas combustion in oxygen in the cold charge zone. Practical recommendations were formulated about modernization of operating and newly designing arc furnaces.

Keywords: furnace, charge, volume, burner, tuyere, energy, natural gas, oxygen, carbon, coke, electrode, bath.

УДК 669.1; 579.66

Перспективные методы рециклинга железосодержащих техногенных отходов металлургической промышленности

В. Г. Дюбанов, П. И. Грудинский, Д. В. Зиновеев, В. П. Корнеев

Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, г. Москва.

E-mail: kornvp@imet.ac.ru.

В настоящее время комплексное использование техногенных отходов металлургических предприятий приобретает особое значение в связи с ростом экологических проблем в промышленных регионах и снижением уровня содержания целевых компонентов в исходном сырье. Производство черных и цветных металлов в России сопровождается выделением ежегодно до 1 млн т пылей и шламов, значительное количество которых до сих пор вывозится в отвалы и шламохранилища. Отходы технологической обработки стали в виде замасленной окалины прокатного, кузнечного, термического и других производств также накапливаются на территориях металлургических заводов. Создание методов комплексного использования этих отходов для получения металла в черной металлургии и других материалов является важной научно-технической задачей.

Ключевые слова: металлургическая окалина, отходы металлургии, рециклинг, пирометаллургия, микробиологический метод очистки, металлургические пыли, красные шламы, технические масла, мессбауэровская спектроскопия, фазовый анализ.

At present the complex utilization of technogenic wastes of metallurgical plants is assuming a significant importance in connection with increasing environmental problems in industrial regions and reducing the levels of target components in raw materials. Production of ferrous and non-ferrous metals in Russia is accompanied by the annual release of up to 1 million tons of dusts and slime, a great deal of which are still transported into dumps and slime storages. Wastes of steels technological processing in the form of oily scale formed in the course of rolling, forging, thermal and other treatments are also accumulated at the metallurgical plants territories. The development of methods for these wastes reprocessing into ferrous metals and other materials is an important scientific and technical problem.

Keywords: metallurgical scale, wastes of metallurgy, recycling, pyrometallurgy, microbiological method of cleaning, metallurgical dust, red mud, technical oil, Mössbauer spectroscopy, phase analysis.

УДК:669.786

Структура, механические свойства и коррозионная стойкость нержавеющих сталей с азотом

И. П. Шабалов, А. П. Шлямнев, Л. Е. Щукина

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

В данной работе исследовалось влияние легирования азотом на механические свойства, структуру и коррозионную стойкость низкоуглеродистых нержавеющей сталей. Низкоуглеродистые стали, легированные совместно азотом и кремнием, имеют высокую прочность без снижения пластичности, легко свариваются и не требуют существенных изменений в технологии производства металлопроката.

Ключевые слова: низкоуглеродистые стали, нержавеющей стали, коррозионная стойкость, механические свойства, легирование азотом.

In this article we studied the effect of alloying with nitrogen on mechanical properties, structure and corrosion resistance of low-carbon stainless steels. Low-carbon steels, alloyed with nitrogen and silicon, have a high strength without reducing ductility. They are easily welded and does not require significant changes in metal rolling technology.

Keywords: low-carbon steels, stainless steels, corrosion resistance, mechanical properties, alloying with nitrogen.

УДК 620.192.

Молекулярно-динамическое моделирование морфологии залечивания повреждений в монокристалле меди

Чжан Юн-Цзюнь, Хань Цзинь-Тао

Институт Материаловедения и Инженерии, Пекинский Научно-Технический Университет, г. Пекин, 100083, Китайская Народная Республика. E-mail: zhangyj@mater.ustb.edu.cn

Диффузия приводит к залечиванию повреждения – это общепризнанный в настоящее время механизм. В настоящей работе проведено моделирование методом молекулярной динамики процессов залечивания повреждения в условиях температуры 850°K и замещения дефектов дислокациями. На основе результатов моделирования проанализированы характеристики морфологии дефектов, а также предложена феноменологическая модель эволюции морфологии с помощью теории диффузии. В процессе залечивания повреждения эволюция морфологии в основном состоит из трех этапов: частичный выступ граничной поверхности и металлическая связь между ними, образование отверстия шарообразной формы различной кривизны, сжатие шарообразного отверстия.

Ключевые слова: монокристалл меди, повреждение, залечивание, молекулярно-динамическое моделирование, эволюция морфологии.

The mechanism of damage healing through diffusion reaction is generally recognized at present. In this paper the damage healing processes were simulated by the molecular-dynamic method under the conditions of temperature 850 K and inserting dislocations. On the simulation results basis the characteristics of the damage morphology were analyzed and by application of the diffusion theory a phenomenological model has been proposed for morphology evolution. The morphological evolution process can be divided into three main stages: partial protrusion of the boundary surface and formation of metallic bond between protrusions, formation of a void of the spherical form with various curvature, compression of the spherical void.

Keywords: copper monocrystal, damage, healing, molecular-dynamic simulation, evolution of morphology.

УДК 669.539.382:669.17:669.046.

Формирование тонкой структуры рельсов при объемной и дифференцированной закалке

К. В. Морозов¹, В. Е. Громов¹, О. А. Перегудов¹,
Ю. Ф. Иванов^{2,3}, А. Б. Юрьев⁴, К. В. Аксёнова¹

¹Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк.

E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru.

²Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск. E-mail: yufi55@mail.ru.

³Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск.

⁴ОАО «ЕВРАЗ – Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», г. Новокузнецк.

Приведен обзор работ авторов по установленным закономерностям формирования структуры, фазового состава и дефектной субструктуры рельсов различных категорий, подвергнутых объемной закалке в масле и отпуску (25-метровые рельсы) и дифференцированной закалке сжатым воздухом (100-метровые рельсы).

Ключевые слова: рельсы, объемная закалка, дифференцированная закалка, структура, фазовый состав, дефектная субструктура.

The author's works review is presented on the established regularities of structure formation, phase composition and defect substructure in different categories of rails subjected to bulk quenching in oil with tempering (25-m long rails) and differential quenching by compressed air (100-m long rails).

Keywords: rails, bulk quenching, differential quenching, structure, phase composition, defect substructure.

УДК 669.017.15.

Исследование влияния степени деформации в холодном состоянии на уровень микронапряжений, микроструктуру и механические свойства проката, произведенного в условиях литейно-прокатного комплекса

**В. В. Науменко¹, О. А. Багмет¹, К. С. Сметанин¹,
В. В. Кислица¹, Е. А. Голи-Оглу²**

¹ АО "Выксунский металлургический завод", Инженерно-технологический центр, г. Выкса, Нижегородская обл. E-mail: naumenko_vv@vsw.ru

²NLMK DanSteel A/S, г. Фредериксверк, Дания.

Представлены результаты исследования влияния степени деформации от 0,25 до 10 % в холодном состоянии на уровень микронапряжений, микроструктуру и механические свойства рулонного проката толщиной 8 мм класса прочности K56 из низколегированной низкоуглеродистой трубной стали, произведенной в условиях литейно-прокатного комплекса. Показано, что деформация до 3 % не оказывает заметного влияния на величину микронапряжений и механических свойств рулонного проката. С увеличением степени деформации свыше 3 % происходит повышение уровня микронапряжений и изменение механических свойств (повышение предела текучести, снижение относительного удлинения). Твердость металла начинает заметно изменяться при степени деформации свыше 5 %. При этом оптическая микроскопия не позволяет выявить микроструктурные изменения во всем исследованном интервале деформаций.

Ключевые слова: деформация в холодном состоянии, микронапряжения, микроструктура, механические свойства, рулонный прокат, литейно-прокатный комплекс.

The article discusses the influence of cold plastic deformation in the range from 0.25 to 10 pct on the level of microstresses, microstructure and mechanical properties of 8 mm thick K56 grade low-carbon, low-alloy pipeline steel-coil produced in a foundry-rolling complex. It is shown that the deformation of less than 3 pct has no appreciable effect on the value of microstresses and mechanical properties of rolled steel. Increasing the deformation degree of more than 3 pct raises microstresses and alters the mechanical properties (increases yield strength, reduces elongation). The metal hardness begins to vary significantly with the deformation degree of more than 5 pct. However, optical microscopy revealed no changes in the microstructure over the entire range of deformation.

Keywords: cold deformation, microstresses, microstructure, mechanical properties, rolled coil, foundry-rolling complex.

УДК 621.791.927.55.

Структура зоны сплавления хромомарганцевого покрытия, полученного плазменно-порошковой наплавкой

**С. П. Нефедьев¹, Р. Р. Дема¹, Н. Ш. Тютеряков¹,
А. Н. Морозов¹, М. В. Харченков¹,
М. А. Белоцерковский², М. А. Леванцевич²**

*¹ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
г. Магнитогорск, Челябинская обл. E-mail: www.magtu.ru, demarr78@mail.ru.*

²Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В работе представлены результаты исследования плазменно-порошковых покрытий, полученных с помощью наплавочного порошка системы легирования Fe – C – Cr – Mn – Si. Описана микроструктура основной части покрытия и зоны сплавления с подложкой, а также, свойства покрытий формирующихся при различных режимах наплавки. Также дано описание микроструктуры при применении нового способа технологического воздействия на сварочную ванну при наплавке – модуляции тока. Определена абразивная и ударно-абразивная износостойкость покрытий и предложены области применения подобных покрытий

Ключевые слова: плазменная наплавка, твердосплавные покрытия, режимы наплавки, структура зоны сплавления.

This article presents the results of the study of plasma-powder coatings produced using powder filler of the Fe – C – Cr – Mn – Si alloying system. We describe the microstructure of the main part of the coating and the fusion zone with the substrate, as well as the properties of the coating formed under different deposition conditions. A description is also presented of the microstructure obtained by application of a new technological action on the welding bath during surfacing – by current modulation. Abrasive and shock-abrasive wear resistance of coatings was determined and fields of such coatings application were suggested.

Keywords: plasma facing , tungsten carbide coating, facing modes, structure of fusion zone.

УДК 669.14.018.8.

Исследование влияния выделения вторичной карбидной фазы на структуру, свойства и характер разрушения коррозионностойкой стали 95X18

Н. А. Комков, В. И. Громов, О. В. Седов

*ФГУП “Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов”,
г. Москва. E-mail: admin@viam.ru, komkov.na@yandex.ru.*

В работе исследовано влияние выделения вторичных карбидов хрома по границам исходных аустенитных зерен на твердость, ударную вязкость и характер разрушения коррозионностойкой стали 95X18. Установлено, что выделение вторичной карбидной фазы по границам зерен не влияет на твердость, но снижает ударную вязкость. Фрактографические исследования показали, что выделение карбидной фазы по границам зерен не приводит к изменению характера разрушения, который остается хрупким с участками межзеренного и внутризеренного разрушения.

Ключевые слова: карбиды, аустенизация, твердость, ударная вязкость, микроструктура, характер разрушения.

It was studied how precipitation of secondary chromium carbides at the prior austenite grain boundaries influences the hardness, impact strength and type of fracture of the stainless steel 95Cr18. It has been established that the secondary carbide phase precipitation at the grain boundaries does not affect the hardness, but decreases the impact toughness. Fractographic studies have revealed that the carbide phase precipitation at the grain boundaries does not change the nature of fracture, which remains brittle with areas of intergranular and transgranular fracture.

Keywords: carbides, austenitizing, hardness, impact strength, microstructure, fracture nature.

УДК: 621.671:620.193.

Особенности и последствия коррозионного повреждения чугунного рабочего колеса центробежного насоса

Т. Е. Лихачева, В. М. Приходько, А. Е. Шеина

Московский Автомобильно-Дорожный гос. техн. университет (МАДИ).

E-mail: sheina2016@inbox.ru

В статье рассматриваются последствия коррозионного повреждения чугунного рабочего колеса центробежного насоса, которые могут привести к постепенному снижению эффективности работы насоса. Установлено, что в процессе эксплуатации каналы между лопатками рабочего колеса обрастают продуктами коррозии, что приводит к снижению напора и подачи насоса.

Ключевые слова: коррозия, снижение напора, снижение подачи

The paper deals with consequences of corrosion damage of the cast-iron vane wheel rotor of an impeller pump, which can lead to gradual decrease in the pump overall performance. The analysis has revealed that in the course of operation the canals between vanes of the rotor wheels become covered by corrosion products decreasing the impeller pump working head and capacity.

Keywords: corrosion, flow decrease, head decrease.

УДК 621.762

Развитие исследований по порошковой металлургии в ЦНИИЧермет им. И.П.Бардина

В. Б. Акименко

ФГУП “ЦНИИЧермет им.И.П.Бардина”, г. Москва. E-mail: akimenko08@mail.ru.

Рассмотрены исследования в области порошковой металлургии с начала создания в ЦНИИЧермет лаборатории порошковой металлургии в 1946 г. Детально проанализированы основные работы по следующим направлениям: производство железных и легированных порошков, жаропрочных порошковых материалов на основе тугоплавких металлов (молибдена и вольфрама), прокатка пористых материалов. Приведены данные по разработке жаростойких материалов на основе интерметаллидов Ni_3Al , $NiAl$ и системы $Fe - Cr - Al$. Результаты исследований, технологических разработок и организации промышленного производства, выполненные сотрудниками Института порошковой металлургии, представлены в списке фундаментальных монографий.

Ключевые слова: порошковая металлургия, порошки железные, железные легированные порошки, молибден, вольфрам, интерметаллиды, прокатка порошков.

Investigations are considered in the field of powder metallurgy in I.P.Bardin TsNIlchermetn since the creation of the powder metallurgy laboratory in 1946. The basic studies in following lines are analyzed in details: manufacturing iron and alloyed powders, high-temperature powder materials based on refractory metals (molybdenum and tungsten), rolling of porous materials. Data are presented on development of heat-resistant materials based on intermetallic compounds Ni_3Al , $NiAl$ and the $Fe - Cr - Al$ system. Results of research studies, technological workings out and industrial production organizations performed by the scientists of the Institute of powder metallurgy are presented in the list of fundamental monographies.

Keywords: powder metallurgy, iron powders, alloyed iron powders, molybdenum, tungsten, intermetallic compounds, rolling of powders.

УДК 621.762:620.22

Методика исследований свойств магнитомягких материалов на основе железа, полученных методом порошковой металлургии

А. Ю. Кем¹, В. В. Китаев²

¹ *Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону. E-mail: akem@donstu.edu.ru.*

² *Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону. E-mail: ktv2001@mail.ru.*

Одной из проблем оценки качества магнитомягких порошковых материалов является отсутствие достаточно надежной методики измерения комплекса магнитных свойств материалов, полученных по технологиям порошковой металлургии. Разработана методика измерений основной кривой намагничивания порошковых образцов, петли магнитного гистерезиса, а также их магнитных параметров: начальной и максимальной магнитных проницаемостей, остаточной магнитной индукции и коэрцитивной силы по индукции. Методика позволяет проводить оперативные измерения многоступенчатых изменений магнитного потока при использовании электронного микроверметра Ф-191, а также использовать результаты экстраполяции к предельному значению ширины петли гистерезиса кольцевых образцов. Для этого производились измерения петли при последовательно увеличивающемся намагничивающем поле. Проведена апробация разработанной методики на порошковых образцах, выявлены особенности формирования магнитных свойств порошковых магнитомягких материалов системы Fe – P.

Ключевые слова: порошковая металлургия, магнитомягкий материал, методика измерений, магнитные свойства, петля гистерезиса, магнитная проницаемость, магнитная индукция, коэрцитивная сила, дефектность структуры, пористость.

One problem of assessing the quality of the magnetically soft powder materials is the lack of sufficiently reliable technique for measuring the complex of magnetic properties of materials produced by powder metallurgy. A method has been developed for measuring the basic magnetization curve of powder samples, magnetic hysteresis loop, as well as their magnetic parameters: the initial and maximum magnetic permeability, remanence and coercivity. The method allows real-time measurements of multi-stage changes of the magnetic flux by electronic microwebmeter F-191, as well as using the results of extrapolation to the limiting width of the hysteresis loop of ring samples. For this purpose loops measurements were carried out at successively increasing magnetizing field. The developed techniques have been tested through measurements of the magnetic properties of the powder samples, the peculiarities of forming magnetic properties of the magnetically soft Fe – P powder materials have been revealed.

Keywords: powder metallurgy, magnetically soft material, measurement technique, magnetic properties, hysteresis loop, magnetic permeability, magnetic flux density, coercivity, structural defects, porosity.



Аркадию Константиновичу Тихонову — 80 лет

Аркадий Константинович Тихонов — известный ученый в области материаловедения и термообработки, председатель “Общества металловедения и термообработки” в РФ, заслуженный инженер России, заслуженный изобретатель СССР, Почетный прокатчик России, действительный член Российской и Международной инженерных академий, член Высшего инженерного совета РФ и Итальянской ассоциации металлургов (Милан), доктор технических наук, профессор, научный руководитель АНТЦ “Материаловедение и технология” поволжского отделения РИА. Он родился 13 января 1936 г. В 1960 г. после окончания Магнитогорского горно-металлургического института по специальности — “Металловедение, оборудование и технология термической обработки” работал на Уральском автомобильном заводе, а с 1968 г. работал на Волжском автозаводе, где от начальника термического цеха дошел до советника по науке АО “АВТОВАЗ”.

А.К. Тихонов возглавлял проектирование и запуск термических цехов УралАЗа, КамАЗа, АвтоВАЗа. С 1995 г. руководитель “Межотраслевых программ работ по освоению новых видов и улучшению качества металлических, химических и нефтехимических материалов для автомобилестроения”, позволивших освоить в стране более 1500 новых

материалов и отказаться от закупок по импорту. Им сформулированы научные основы применения окисления перед низкотемпературным и высокотемпературным насыщением сталей углеродом и азотом, позволяющие интенсифицировать процесс химико-термической обработки, а также ступенчатого цикла насыщения углеродом и азотом в контролируемой атмосфере водорода. А.К.Тихонов одним из первых освоил технологию кратковременного низкотемпературного газового азотирования в среде аммиака и экзогаза инструментальных и нержавеющей сталей, в том числе в вакуумных печах. Им разработаны экономнолегированные стали, улучшенной обрабатываемости резанием с гарантированным содержанием серы и алюминия, обеспечивающие применение клиновой прокатки и накатки зуба шестерен. А.К.Тихонов стоял у истоков использования в автомобилестроении конструкционной стали, выплавленной на основе железа прямого восстановления и создания отечественных тонколистовых сталей высокой пластичности 1-й группы отделки поверхности, в том числе со сверхнизким содержанием углерода и азота, с горячецинковым покрытием для кузовостроения. С его участием впервые разработан и внедрен чугун с вермикулярным графитом и новая технология

обработки поверхности кулачков распределительных валов, обеспечивающие повышение износостойкости распредвала двигателей ВАЗ.

А.К. Тихонов автор более 200 печатных работ, 30 патентов, 5 монографий, атласа микроструктур сталей, применяемых в автомобилестроении, и книг: “Мои зарубежные командировки”, “АВТОВАЗ — локомотив прогресса”, “50 лет в автомобильной промышленности”. Под его руководством организована защита нескольких кандидатских и докторских диссертаций. Он член редакционных советов и редколлегии журналов “Наука и жизнь”, “Технология металлов”, “Металлургия машиностроения”, организатор 3-х международных конференций “Материалы в автомобилестроении”, участник международных конгрессов. Под его руководством в 1999 г. в Ялте был создан первый мемориальный памятник в честь 160-летия всемирно известного русского ученого-металлурга Д.К. Чернова.

Аркадий Константинович продолжает активную научную и инженерную деятельность, принимая активное участие в создании и внедрении твердого хромирования в потоке электролита крупногабаритных штампов, на несколько порядков увеличивающего съем с одного штампа листовых штамповок,

и в других работах. Он лауреат премии правительства 2014 г. за “Разработку и освоение высококачественных экономичных автолистовых сталей нового поколения для обеспечения потребности отечественного автомобилестроения и повышения конкурентоспособности металлопродукции на мировом уровне”, лауреат премии имени П.П. Аносова РАН 1999 г. В 2012 и 2015 гг. награжден дипломами “Международной Федерации Термообработки и Инженерии Поверхности» (IFHTSE) как ученый, внесший выдающийся, признанный в мировом масштабе вклад в развитие Термообработки и Поверхностного Инжиниринга. Награжден медалями ВДНХ, золотыми медалями Международной и Российской инженерных академий, золотой медалью им. Б.Е.Патона Украинской академии наук. Награжден орденом “Трудового красного знамени”, орденом “Знак почета”, медалью за трудовую доблесть в честь 100-летия В.И.Ленина.

Редакция журнала “Проблемы черной металлургии и материаловедения” и коллектив ЦНИИЧермет им. И.П.Бардина поздравляет юбиляра и желает ему крепкого здоровья и творческих успехов.



Памяти Анатолия Петровича Шлямнева

3 декабря 2015 г. ушел из жизни Анатолий Петрович Шлямнев — заместитель директора Института Качественных сталей ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина. После окончания МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1964 г. Анатолий Петрович начал свою трудовую деятельность в Балашихинском НПО “Криогенмаш”, где в течение 8-ми лет работал на конструкторских и инженерных должностях. Именно тогда он начал сотрудничать с Институтом Качественных сталей по освоению технологии изготовления конструкций и агрегатов для криогенного машиностроения из коррозионностойких сталей нового поколения, а с 1973 г. продолжил свою трудовую деятельность в ФГУП “ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина”.

Анатолий Петрович обладал обширными знаниями как в области прокатного производства, так и в области металловедения, и смог пройти сложный путь от инженера до заведующего лабораторией, а в 1996 г. становится заместителем директора Института Качественных сталей.

Выполненные А.П. Шлямневым высокоэффективные работы по освоению производства и пуска цеха холодной прокатки Челябинского металлургического комбината, по созданию и освоению производства нержавеющей тонколистовой стали для

изготовления электронной и медицинской техники, сильфонов различного назначения из сварных обечаек, изделий специального назначения из высокопрочных сталей нашли широкое применение в различных областях техники.

Благодаря своему профессионализму и эрудиции Анатолий Петрович Шлямнев стал известным специалистом в области металловедения нержавеющей и коррозионностойких сталей. За разработку технологии производства спиральношовных труб большого диаметра в 2006 г. был удостоен звания “Лауреат премии Правительства России в области науки и техники”.

Анатолий Петрович Шлямнев пользовался авторитетом и уважением специалистов металлургической отрасли. Изданный А.П. Шлямневым в соавторстве с коллективом специалистов ФГУП “ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина” справочник “Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы” пользуется заслуженным вниманием ученых и сотрудников металлургических и машиностроительных предприятий.

Светлая память об Анатолии Петровиче сохранится в сердцах тех, кто его знал и работал с ним.



Памяти Леонида Петровича Макарова

24 января 2016 г. на 81 году жизни после тяжелой болезни скончался Леонид Петрович Макаров, заместитель директора Института экономики ЦНИИчермет им. И.П.Бардина, отдавший работе 57 лет.

Под его руководством были выполнены важные исследования по экономике доменного производства; разработан и внедрен Общесоюзный классификатор продукции черной металлургии и выполнены исследования по проблемам реструктуризации предприятий черной металлургии; разработаны “Методические рекомендации по планированию, формированию и учету затрат на производство и реализацию продукции предприятий горно-металлургического комплекса”, исполь-

зующиеся на всех предприятиях отрасли, которые были утверждены Минпромэнерго России в 2004 г. и действуют до настоящего времени. Им также были проведены исследования по проблемам образования и использования лома черных металлов, обеспечения сырьевыми ресурсами черной металлургии, использованию производственных мощностей и разработке и анализу программ технического перевооружения крупнейших металлургических предприятий Российской Федерации, которые положены в основу “Стратегии развития черной металлургии России на 2014–2020 гг. и на перспективу до 2030 г.”.

Светлая память о Леониде Петровиче сохранится в сердцах тех, кто его знал и работал с ним.