

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

3 • 2020

Теоретические основы металлургии

- В. В. Виноградов, А. В. Куклев, Е. П. Виноградова, А. М. Лонгинов, И. Л. Тяжелникова**
О влиянии концентрационной зависимости объемной усадки фазового перехода на параметры “мягкого обжатия” при затвердевании непрерывнолитого стального слитка5
- К. В. Волков, Н. О. Ливанова, А. Н. Никулин, Г. А. Филиппов**
Сдвиговые процессы при продольной прокатке заготовок и формирование потребительских свойств проката12

Технологические процессы металлургии

- Г. С. Белоусов, А. Н. Борцов, О. В. Ливанова, А. В. Куклев, Г. А. Филиппов, К. В. Волков, С. П. Зубов, М. С. Кузнецов**
Анализ наследования дефектов при производстве рельсов из непрерывнолитой заготовки и повышение качества рельсовой продукции на ТОО “Актюбинский рельсобалочный завод”25
- Н. Я. Василик, Е. А. Крымов, О. А. Скачков, В. М. Шмелев**
Радиационные ИК горелки нового поколения для металлургии и металлообработки32
- В. В. Семенов, А. Н. Никулин, А. В. Куклев, Г. А. Филиппов, В. П. Клак, К. В. Волков**
Оптимизация химического состава и технологии разлива на МНЛЗ стали Э76Ф для формирования необходимого структурного состояния рельсов при их термической обработке в технологической линии рельсобалочного стана 950/800 “АРБЗ”35

Материаловедение и новые материалы

- М. Ю. Семенов, А. В. Смирнов, С. П. Щербаков, А. С. Мохова**
Контактная выносимость азотированных слоев комплексно-легированных теплостойких сталей48
- В. Е. Громов, В. Е. Кормышев, Ю. Ф. Иванов, А. М. Глезер**
Эволюция структурно-фазовых состояний и свойств дифференцированно закаленных 100-метровых рельсов при экстремально длительной эксплуатации. Сообщение 2. Структура и свойства головки рельсов после пропущенного тоннажа 1411 млн тонн53
- А. В. Амежнов, И. Г. Родионова, Ю. С. Гладченкова, Е. И. Заркова, Н. А. Стукалова**
Сравнительная оценка агрессивности различных сред. Влияние характеристик среды на скорость и механизмы протекания коррозионных процессов62

Наноматериалы и нанотехнологии

- А. И. Ковалев, Д. Л. Вайнштейн, В. О. Вахрушев, А. А. Балакирев, Д. А. Сахнов**
Размерный эффект изменений электронной структуры наночастиц “ядро – оболочка” Cu@CuO71

Контроль металлургического производства и металлопродукции

- Ю. С. Гладченкова**
Анализ методов коррозионных испытаний сталей. Методы определения показателей коррозионной стойкости сталей для нефтепромысловых трубопроводов83

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Главный редактор

канд. эконом. наук В.В.Семёнов

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;
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

С требованиями к публикациям в журнале “ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ” и правилами оформления статей можно ознакомиться на сайте ЦНИИчермет им. И.П.Бардина — www.chermet.net

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 2019

PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

CONTENTS

3 • 2020

Fundamentals of metallurgy

V. V. Vinogradov, A. V. Kuklev, E. P. Vinogradova, A. M. Longinov, I. L. Tyazhelnikova

On the influence of the concentration dependence of the volume shrinkage of the phase transition on the parameters of "soft reduction" during solidification of a continuously cast steel ingot.....5

K. V. Volkov, N. O. Livanova, A. N. Nikulin, G. A. Filippov

Shearing processes in the course of lengthwise rolling of billets and the formation of consumer properties of rolled products12

Production processes in metallurgy

G. S. Belousov, A. N. Bortsov, O. N. Livanova, A. V. Kuklev, G. A. Filippov, K. V. Volkov, S. P. Zubov, M. S. Kuznetsov

Analysis of the inheritance of defects in the production of rails from continuously cast billets and improving the quality of rail products at the Aktobe Rail and Beam Plant LLP25

N. Ya. Vasilik, E. A. Krymov, O. A. Skachkov, V. M. Shmelev

Radiation IR burners of new generation for metallurgy and metalworking32

V. V. Semenov, A. N. Nikulin, A. V. Kuklev, G. A. Filippov, V. P. Klak, K. V. Volkov

Optimization of the chemical composition and technology of casting E76F steel at a continuous casting machine for the formation of the required structural state of the rails during their heat treatment in the technological line of the 950/800 rail and structural mill "ARSW"35

Materials science and new materials

M. Yu. Semenov, A. V. Smirnov, S. P. Shcherbakov, A. S. Mokhova

The contact fatigue resistance of nitrided layers of complex-alloyed heat resistant steels48

V. E. Gromov, V. E. Kormyshev, Yu. F. Ivanov, A. M. Glezer

Evolution of structural-phase states and properties of differentially quenched 100-m rails during extremely long-term operation. Communication 2. Structure and properties of rail heads after tonnage 1411 mln. tons.....53

A. V. Amezhnov, I. G. Rodionova, Yu. S. Gladchenkova, E. I. Zarkova, N. A. Stukalova

Comparative assessment of the aggressiveness of various mediums. Influence of medium characteristics on the rate and mechanisms of corrosion processes62

Nanomaterials and nanotechnologies

A. I. Kovalev, D. L. Wainstein, V. O. Vakhrushev, A. A. Balakirev, D. A. Sakhnov

Size effect of electronic structure transformation in Cu@CuO "core-shell" nanoparticles.....71

Control of metallurgical manufacture and metal products

Yu. S. Gladchenkova

Analysis of methods for corrosion testing of steels. Methods for determining the corrosion resistance of steels for oilfield pipelines83

УДК 669.189:621.746.047

О влиянии концентрационной зависимости объемной усадки фазового перехода на параметры “мягкого обжатия” при затвердевании непрерывнолитого стального слитка

**В. В. Виноградов¹, А. В. Куклев¹,
Е. П. Виноградова², А. М. Лонгинов¹,
И. Л. Тяжелникова¹**

*1 ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П.Бардина”, г. Москва, E-mail: vvinogradov@mtu-net.ru.
2 ФГБУН “ИПУ им. В.А. Трапезникова”, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65.*

Разработана компьютерная модель расчета параметров “мягкого обжатия” затвердевающего непрерывнолитого слитка. Предложена методика, позволяющая учитывать зависимость коэффициента объемной усадки металла при изменении фазового состояния от концентрации углерода $\varepsilon_{\phi}(C)$. Установлены области значений начальных концентраций углерода в сталях, в которых при учете функциональной зависимости $\varepsilon_{\phi}(C)$ кривые нагружения, по сравнению с вариантом $\varepsilon_{\phi}(C) = \text{const}$, будут выше, ниже или меняться местами по ходу процесса обжатия.

Ключевые слова: компьютерная модель, обжатие, кривая обжатия, непрерывнолитой слиток, затвердевание, объемная усадка, фазовое состояние.

A computer model has been developed for calculating the parameters of the “soft reduction» of a continuously cast ingot in the course of solidification. A technique has been proposed that allows taking into consideration the dependence of the metal volume shrinkage coefficient due to changes in the phase state on the carbon concentration $\varepsilon_{\phi}(C)$. The ranges of the initial carbon concentrations in steels are established, in which, taking into account the functional dependence $\varepsilon_{\phi}(C)$, the loading curves, in comparison with the option $\varepsilon_{\phi}(C) = \text{const}$, will be higher, lower, or change places during the compression process.

Keywords: computer model, reduction, reduction curve, continuously cast ingot, solidification, volume shrinkage, phase state.

УДК 621.771.001: 620.17

Сдвиговые процессы при продольной прокатке заготовок и формирование потребительских свойств проката

**К. В. Волков, Н. О. Ливанова, А. Н. Никулин,
Г. А. Филиппов**

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

Рассмотрены условия разделения при прокатке поперечного сечения заготовки на структурно-деформационные элементы с образованием пластичных и жестких зон, их роль и участие в развитии сдвиговых смещений металла, формировании структуры металла и служебных свойств готового проката. Основным эффектом в деформационной проработке макроструктуры исходного литого металла, наделяющий готовый прокат необходимыми потребительскими свойствами, зависит от интенсивности и траектории развития сдвиговых процессов в пластичной зоне заготовки.

Ключевые слова: продольная прокатка, деформация, макроструктура, заготовка, прокат, сдвиговые процессы, напряжения, механические свойства, качество.

The separation conditions during rolling of the cross-section of billets into structural-deformation elements with the formation of plastic and rigid zones, their role and participation in the development of the metal shear displacements, the formation of the metal structure and service properties of the finished rolled product are considered. The main effect in deformation processing of the macrostructure of the initial cast metal, which endows the finished rolled product with the necessary consumer properties, depends on the intensity and trajectory of the development of shearing processes in the plastic zone of the billet.

Keywords: lengthwise rolling, deformation, macrostructure, billet, rolled product, shearing processes, stress, mechanical properties, quality.

УДК 669.14.018.294.2

Анализ наследования дефектов при производстве рельсов из непрерывнолитой заготовки и повышение качества рельсовой продукции на ТОО “Актюбинский рельсобалочный завод”

**Г. С. Белоусов¹, А. Н. Борцов¹, О. В. Ливанова¹,
А. В. Куклев¹, Г. А. Филиппов¹, К. В. Волков²,
С. П. Зубов³, М. С. Кузнецов³**

¹ ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П.Бардина”, г. Москва. E-mail: iqs12@yandex.ru

² ТОО “Актюбинский рельсо-балочный завод”, г. Актобе, республика Казахстан.

³ АО “Уральская Сталь”, г. Новотроицк Оренбургской обл.

Выполнены исследования по определению и классификации дефектов, являющихся причиной отбраковки рельсовой продукции, произведенной из непрерывнолитых заготовок (НЛЗ). Установлено, что выявленные дефекты в рельсах обусловлены качеством НЛЗ. В результате проведенных мероприятий было достигнуто соответствие структуры и механических свойств действующим техническим нормативным требованиям к рельсовой продукции. В итоге выход годной продукции доведен до 97,5 %.

Ключевые слова: выплавка, внепечная обработка, прокатка, термическая обработка, рельсовая сталь, непрерывнолитая заготовка, дефекты, макроструктура, микроструктура.

Studies have been carried out to identify and classify defects that are the cause of rejection of rail products produced from continuously cast billets (CCB). It was established that the identified defects in the rails are due to the quality of the CCB. As the result of the performed measures, the compliance has been achieved between the structure and mechanical properties and the current technical standardized requirements for rail products. Ultimately, the yield of finished products was brought up to 97.5 pct.

Keywords: steelmaking, out-of-furnace processing, rolling, thermal treatment, rail steel, continuously cast billet, defects, macrostructure, microstructure.

УДК 620.93

Радиационные ИК горелки нового поколения для металлургии и металлообработки

**Н. Я. Василик¹, Е. А. Крымов², О. А. Скачков²,
В. М. Шмелев¹**

¹ ФГБУН ФИЦ ХФ РАН им. Н.Н. Семенова, г. Москва. E-mail: vasnja@mail.ru.

² ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», г. Москва. E-mail: oa_skachkov@mail.ru.

Разработана конструкция и изготовлен экспериментальный образец инфракрасной (ИК) горелки, на котором реализован и экспериментально исследован устойчивый режим горения при скоростях движения газозооушной смеси, значительно (более 4 раз) превосходящих скорость горения. Конструкция ИК горелки содержит элементы из жаропрочных жаростойких материалов, работающих в области интенсивного теплообмена с зоной горения. Обеспечивается стабильный режим горения с удельной мощностью более 5 МВт/м² и высокие экологические характеристики. Замена факельных горелок с типичным значением радиационного КПД 18 – 20 %, на радиационные горелки нового поколения с радиационным КПД более 70 % позволит в несколько раз сократить расход газа и время нагрева металла, улучшить технические характеристики и повысить экономическую эффективность металлургического печного оборудования.

Ключевые слова: инфракрасные горелки, рекуперативные элементы, жаростойкие материалы, жаропрочные материалы.

The design was developed and an experimental sample was produced of an infrared (IR) burner, where a stable combustion regime was realized and experimentally studied at gas-air mixture velocities significantly (more than 4 times) exceeding the burning rate. The IR burner construction contains elements of heat-resistant materials operating in the conditions of intense heat exchange with the combustion zone. A stable combustion condition with a specific capacity of more than 5 MW/m² and high environmental performance are ensured. Replacing flare burners with a typical radiation efficiency of 18 – 20 pct. by the new generation radiation burners with radiation efficiency of more than 70 pct. will reduce gas consumption and metal heating time by several times, improve technical characteristics and increase the economic efficiency of metallurgical furnace equipment.

Keywords: infrared burners, recuperative elements, heat-resistant materials.

УДК 621.620

Оптимизация химического состава и технологии разлива на МНЛЗ стали Э76Ф для формирования необходимого структурного состояния рельсов при их термической обработке в технологической линии рельсобалочного стана 950/800 “АРБЗ”

**В. В. Семенов, А. Н. Никулин, А. В. Куклев,
Г. А. Филиппов, В. П. Клак, К. В. Волков**

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

Производство рельсов в ТОО “АРБЗ” было организовано из непрерывнолитых заготовок, при использовании которых была значительная отбраковка из-за несоответствия структуры металла в контролируемой зоне головки рельсов нормативной документации. ЦНИИчермет внес корректировки в сквозную технологию производства заготовок (готовой продукции для двух предприятий), адаптированную к температурно-скоростным режимам термической обработки рельсов в технологической линии стана. Сквозная технология построена на строгом контроле оптимального химического состава стали, температуры металла в промежуточном ковше и скорости его разлива на МНЛЗ. Эта технология производства устранила случаи отбраковки рельсов.

Ключевые слова: рельсы, непрерывнолитая заготовка, сталь Э76Ф, температура расплава, скорость разлива, технология, термообработка, микроструктура металла.

Rails production at the ARSW LLP was organized from continuously cast ingots, with the use of which there was a significant rejection due to the inconsistency of the metal structure in the controlled area of the rail heads to the regulatory documentation. TsNIlchermet has made adjustments to the complete production technology of ingots (finished product for two enterprises), adapted to the temperature and speed conditions of rails heat treatment at the technological line of the mill. The complete technology is based on rigorous controlling the optimal chemical composition of steel, the temperature of the metal in the tundish and the speed of its casting at the continuous casting machine. This production technology has eliminated cases of rails rejection.

Keywords: rails, continuously cast ingot, E76F steel, melt temperature, casting speed, technology, heat treatment, metal microstructure.

УДК 621.785.53:539.431

Контактная выносливость азотированных слоев комплексно-легированных теплостойких сталей

М. Ю. Семенов, А. В. Смирнов, С. П. Щербаков, А. С. Мохова

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва. E-mail: Semenov.m.yu@bmstu.ru; smirnoff_95@mail.ru; sherbakovsp@bmstu.ru; amokhova@bmstu.ru.

Экспериментально определен предел контактной выносливости азотированных слоев в теплостойкой стали 16Х2Н3МФБАЮ-Ш, легированной никелем и нитридообразующими элементами. Полученные результаты удовлетворительно соответствуют литературным данным. Установлена регрессионная зависимость предела контактной выносливости от толщины азотированного слоя, близкая к логарифмической.

Ключевые слова: контактная выносливость, азотирование, легированные стали, теплостойкие стали

The contact endurance limit of nitrided layers of heat-resistant steel 16Kh2N3MFBAYU-Sh alloyed with nickel and nitride-forming elements was experimentally determined. The obtained results are in good agreement with data presented in the scientific literature. A regression dependence of the contact endurance limit on the thickness of the nitrided layer length, which is close to the logarithmic, was established.

Keywords: contact fatigue resistance, nitriding, alloy steels, heat-resistant steels.

УДК 669.539.382:669.17:625.1

Эволюция структурно-фазовых состояний и свойств дифференцированно закаленных 100-метровых рельсов при экстремально длительной эксплуатации. Сообщение 2. Структура и свойства головки рельсов после пропущенного тоннажа 1411 млн тонн

**В. Е. Громов¹, В. Е. Кормышев¹, Ю. Ф. Иванов²,
А. М. Глезер³**

¹ *Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк.
E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru.*

² *Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск.*

³ *ФГУП “ЦНИИчермет им. И. П. Бардина”, г. Москва,*

Длительная эксплуатация дифференцированно закаленных 100-метровых рельсов после пропущенного тоннажа 1411 млн т брутто приводит к множественным преобразованиям структуры, фазового состава и свойств рельсов. Выявлено снижение твердости и микротвердости по глубине до 10 мм от поверхности катания. Отмечено образование высокодефектного поверхностного слоя с наноразмерной зеренно-субзеренной структурой (40 – 50 нм) колоний перлита и субмикроструктурной (150 – 250 нм) структурой зерен структурно-свободного феррита. Преобразование пластин цементита заключается в формировании наноразмерных (5 – 15 нм) частиц округлой формы. Проанализировано изменение параметра кристаллической решетки, уровня микроискажений, скалярной и избыточной плотности дислокаций по сечению головки рельсов. Обсуждены возможные механизмы преобразования пластин цементита при экстремально длительной эксплуатации рельсов.

Ключевые слова: субмикроструктура, нанокристаллическая структура, свойства, фазовый состав, рельсы, эксплуатация.

The long-term operation of differentially quenched 100-m rails after tonnage 1411 mln tons brutto leads to numerous transformation of rail structure, phase composition and properties. The decrease in hardness and microhardness by the 10 mm depth from the tread surface is revealed. The formation of highly defective surface layer with nanosized (40 – 50 nm) grain-subgrain structure of pearlite colonies and submicrocrystal (150 – 250 nm) structure of grains with structure free ferrite is noted. Cementite plates transformation consists in the formation of rounded shape nanosize (5 – 15 nm) particles. The change of crystal lattice parameter, microdistorsion level, scalar and excess dislocation density on the head section are analyzed. The possible mechanisms of cementite plates transformation at extremally long-term operation are discussed.

Keywords: submicrostructure, nanocrystal structure, properties, phase composition, rails, long-term operation.

УДК 620.193

Сравнительная оценка агрессивности различных сред. Влияние характеристик среды на скорость и механизмы протекания коррозионных процессов

**А. В. Амежнов¹, И. Г. Родионова¹,
Ю. С. Гладченкова², Е. И. Заркова¹, Н. А. Стукалова³**

¹ ФГУП “ЦНИИЧермет им. И.П.Бардина”, г. Москва. E-mail: igrodi@mail.ru, amejnov@mail.ru

² Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва. E-mail: jubykova@yandex.ru

³ НИТУ “МИСИС”, г. Москва

Проведены исследования по оценке влияния содержания в водной нефтепромысловой среде бикарбонат-ионов, хлорид-ионов и общей минерализации на скорость коррозии конструкционных сталей, в том числе микролегированных, используемых для изготовления нефтепромысловых труб. Показано, что для сталей различных групп зависимости скорости коррозии от содержания хлорид- и бикарбонат-ионов, а также общей минерализации отличаются. Практически для всех сталей наблюдается тенденция роста скорости коррозии с ростом агрессивности среды до определенного значения, после чего наблюдается снижение скорости коррозии, сменяющиеся вновь ростом по достижению критического значения параметра среды.

Ключевые слова: углеродистые стали, низколегированные стали, коррозия, коррозионная стойкость, нефтепромысловые трубопроводы, пластовая вода.

Research has been performed on evaluation of the effect of the content of bicarbonate ions, chloride ions and total mineralization on the corrosion rate of constructional steels, including microalloyed ones, used for manufacturing oilfield pipes. It has been shown that for steels of different groups the dependences of the corrosion rate on the content of chloride and bicarbonate ions, as well as on the total mineralization, are different. For almost all steels, the trend toward a rise in the corrosion rate with an increase in the aggressiveness of the medium is observed to a certain value, after which a decrease in the corrosion rate occurs, which is replaced by an increase again when the critical value of the medium parameter is reached.

Keywords: carbon steels, low-alloy steels, corrosion, corrosion resistance, oilfield pipelines, stratal water

УДК 539.234; 53.05; 538.971; 538.977

Размерный эффект изменений электронной структуры наночастиц “ядро – оболочка” Cu@CuO

**А. И. Ковалев^{1,2}, Д. Л. Вайнштейн^{1,2},
В. О. Вахрушев^{1,2}, А. А. Балакирев³, Д. А. Сахнов³**

¹ ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, г. Москва. E-mail: a_kovalev@sprg.ru

² ООО НТВП “Поверхность”, г. Москва, пер. Старопименовский, д. 6, стр. 1, кв. 4.

³ ФГБОУВО “МИРЭА” — Российский технологический университет, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 78, стр. 4

Наночастицы “ядро – оболочка” являются новым типом наноматериалов, для которых активно ведется поиск возможных областей применения благодаря особым физическим свойствам таких объектов, которые отличаются от обычных гетерофазных объемных материалов. Методами электронной и ионной спектроскопии исследовано влияние размера наночастиц меди в окружении оксидов CuO и Cu₂O на энергии связи внутренних и внешних электронных уровней, возбуждение плазмонного и фононного резонанса и энергий межзонных электронных переходов.

Ключевые слова: наночастицы, ядро-оболочка, электронная спектроскопия, масс-спектрометрия, внутренние уровни, валентная зона, фононы, плазмоны, межзонные переходы.

“Core – shell” nanoparticles are a new type of nanomaterials that are actively being searched for possible applications due to their unique physical properties that are strongly distinguished from usual heterophase materials. The set of electron and ion spectroscopy techniques was applied to characterize the influence of dimensions of copper nanoparticles surrounded by CuO and Cu₂O oxides onto binding energies of core and outer electronic levels, plasmon and phonon resonance excitations, and energies of interband transitions.

Keywords: nanoparticles, core-shell, electron spectroscopy, mass-spectroscopy, core shells, valence band, phonons, plasmons, interband transitions.

УДК 620.193.

Анализ методов коррозионных испытаний сталей. Методы определения показателей коррозионной стойкости сталей для нефтепромысловых трубопроводов

Ю. С. Гладченкова

Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва.

E-mail: jubykova@yandex.ru

В работе приведен обзор наиболее распространённых методов оценки коррозионной стойкости сталей для нефтепромысловых трубопроводов. Отмечено, что для оценки коррозионной стойкости конструкционных сталей для нефтепромысловых трубопроводов стоит использовать электрохимические потенциостатические методы, в которых выдержка образца при определенных потенциалах, которые устанавливаются в реальных условиях эксплуатации, достаточна для существенного развития коррозионных процессов.

Ключевые слова: конструкционная сталь, нефтехимическая промышленность, общая коррозия, локальная коррозия, электрохимическая коррозия, коррозионная стойкость, коррозионные испытания, микроструктура.

The paper presents an overview of the most common methods for assessing the corrosion resistance of steels for oilfield pipelines. It is noted that for assessing the corrosion resistance of constructional steels for oilfield pipelines, it is worth using electrochemical potentiostatic methods, in which sample exposure at certain potentials, established under real operating conditions, is sufficient for a significant development of corrosion processes.

Keywords: constructional steel, petrochemical industry, general corrosion, localized corrosion, electrochemical corrosion, corrosion resistance, corrosion tests, microstructure.