

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

3 • 2014

Теоретические основы металлургии

М. Ю. Семенов

Оценка контактной выносливости цементованных зубчатых колес из теплостойкой стали 16ХЗНВФМБ-Ш на основе численных расчетов 5

В. А. Синельников, Г. А. Филиппов

Теория и практика мягкого обжатия при непрерывной разливке (I часть) 11

Сырьевая база черной металлургии

К. А. Кологривов, А. Н. Серегин

Разработка эффективной технологии обогащения некондиционных хромитовых руд Аганозерского месторождения 18

Технологические процессы металлургии

Д. А. Рингинен, А. В. Частухин, Г. Е. Хадеев, Л. И. Эфрон

Применение методов имитации и воспроизведения процессов в лабораторных условиях для разработки технологических схем термомеханической прокатки 28

А. Н. Романов, С. В. Европин, А. Г. Державин, К. И. Шутько, А. Б. Коростелев

Термическая обработка для исключения межкристаллитного коррозионного растрескивания под напряжением 38

А. Н. Никулин, М. Е. Гетманова, А. О. Ладыченко, Г. А. Филиппов

Некоторые перспективные направления создания ресурсосберегающих технологий производства железнодорожных колес 46

Материаловедение и новые материалы

Ю. И. Матросов, А. А. Холодный, Е. С. Попов, Г. Н. Коновалов, С. В. Сосин

Микроструктура и свойства толстолистного проката из трубных сталей X52-X65 после ТМО с ускоренным охлаждением 53

Л. А. Баева, К. А. Семериков, И. П. Шабалов, Г. А. Филиппов

Влияние содержания алюминия на трещиностойкость и склонность к замедленному разрушению подшипниковой стали 61

Э. А. Елисеев, Н. М. Вознесенская, О. А. Тоньшева

Влияние никеля на морфологические особенности карбидов низкоуглеродистых сталей мартенситного класса в высокоотпущенном состоянии 69

А. Ю. Рашковский, А. И. Ковалев, Д. Л. Вайнштейн,

И. Г. Родионова, Ю. С. Быкова, Д. Н. Захарова
Влияние микролегирования ниобием и титаном на кинетику сегрегирования малых примесей в IF-сталях 76

Экономика и организация производства

Н. Х. Мухатдинов, А. А. Бродов, К. Л. Косырев

Производство черных металлов в России и зарубежных странах 80

Н. Х. Мухатдинов, А. А. Бродов, К. Л. Косырев, Л. П. Макаров, В. А. Штанский

О стратегии развития черной металлургии России на период до 2030 г. 84

Контроль металлургического производства и металлопродукции

А. В. Амежнов, А. И. Зайцев, И. Г. Родионова, А. А. Павлов

Исследование природы дефектов биметалла, возникающих на современном уровне развития металлургической технологии 89

Информация

ФГУП ЦНИИ КМ "Прометей" — 75 лет 98

Ирине Гавриловне Родионовой — 60 лет 99

PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

CONTENT

3 • 2014

Fundamentals of metallurgy

M. Yu. Semenov

Evaluating the contact fatigue of carburized gear wheels made from a heat-resistant steel on the basis of numerical calculations 5

B. A. Sinel'nikob, G. A. Filippov

Theory and practice of soft pressing in continuous casting of steel (I part) 11

Raw materials for ferrous metallurgy

K. A. Kologriev, A. N. Seregin

Developing an effective technology for concentration of substandard chromite ores of the Aganozersky deposit 18

Production processes in metallurgy

D. A. Ringinen, A. V. Chastukhin, G. E. Khadeev, L. I. Efron

Application of methods of processes simulation and reproduction in laboratory conditions for the development of technological schemes for thermomechanical rolling 28

A. N. Romanov, S. V. Evropin, A. G. Derzhavin, K. I. Shutko, A. B. Korostylev

Heat treatment for excluding intercrystalline corrosion cracking under tension 38

A. N. Nikulin, M. E. Getmanova, A. O. Ladychenko, G. A. Filippov

Some promising areas of developing resource-saving technologies for production of railway wheels 46

Materials science and new materials

Yu. I. Matrosov, A. A. Kholodnyi, E. S. Popov, G. N. Konovalov, S. V. Sosin

Microstructure and properties of rolled plates from the X52-X65 pipe steels after TMT with accelerated cooling 53

L. A. Baeva, K. A. Semerikov, I. P. Shabalov, G. A. Filippov

The effect of aluminum content on bearing steel resistance to cracking and its susceptibility to delayed fracture 61

E. A. Eliseev, N. M. Voznesenskaya, O. A. Tonysheva

The effect of nickel on morphological features of carbides in low-carbon steels of martensitic class tempered at high temperature 69

A. Yu. Raskovskiy, A. I. Kovalev, D. L. Wainstein,

I. G. Rodionova, Yu. S. Bykova, D. N. Zakharova

The effect of microalloying by niobium and titanium on kinetics of segregation of minor impurities in IF-steels 76

Economy and organization of production

N. Kh. Mukhatdinov, A. A. Brodov, K. L. Kosyrev

Production of ferrous metals in Russia and foreign countries 80

N. Kh. Mukhatdinov, A. A. Brodov, K. L. Kosyrev, L. P. Makarov, V. A. Shtanskiy

On the strategy of development of ferrous metallurgy of Russia in the period up to 2030 84

Control of metallurgical manufacture and metal products

A. V. Amezhnov, A. I. Zaitsev, I. G. Podionova, A. A. Pavlov

Investigation into the nature of defects of bimetallics that arise at the modern level of development of metallurgical technology 89

Information

FSUE Central research institute of structural materials "Prometey" – 75 years anniversary 98

Irene G. Rodionova — 60 years anniversary 99

УДК621.833:539.4

Оценка контактной выносливости цементованных зубчатых колес из теплостойкой стали 16ХЗНВФМБ-Ш на основе численных расчетов

М. Ю. Семенов

ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П.Бардина", г. Москва. E-mail: szigona.podzogin@gmail.com

Предложена усовершенствованная расчетная модель для оценки контактной выносливости подвергнутых вакуумной цементации зубчатых колес из теплостойкой стали. Модель основана на определении влияния на предел контактной усталости концентрации напряжений вблизи частиц цементита и тугоплавких карбидов, а также размера зерна матрицы. Обнаружено удовлетворительное соответствие расчетных и экспериментальных данных. Показано незначительное влияние на контактную выносливость нагрева от трения при сохранении масляной пленки в зацеплении. Предложено объяснение причин неоднозначного влияния насыщенности слоя углеродом на предел контактной усталости.

Ключевые слова: вакуумная цементация, комплексно-легированная сталь, предел контактной усталости, карбидная фаза, математическая модель.

An improved computational model was proposed for evaluating the contact fatigue limit of vacuum carburized gear wheels made from a heat-resistant steel. The model is based on determining the influence on the contact fatigue limit of the stress concentration near particles of cementite and refractory carbides and of the matrix grain size. The calculated and experimental data was found to correlate satisfactorily. The friction heat effect was shown to exert an insignificant action on the contact fatigue if lubrication between gears existed. The explanations were put forward for the causes of ambiguous influence of the layer carburization on the contact fatigue limit.

Keywords: vacuum carburization, complex-alloyed steel, contact fatigue limit, carbide phase, mathematical model.

УДК 621.746.27

Теория и практика мягкого обжатия при непрерывной разливке (I часть)

В. А. Синельников¹, Г. А. Филиппов²

¹Академия технологических наук РФ, г. Москва. E-mail: sinelnikov-va@mail.ru.

²ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», г. Москва. E-mail: iqs12@yandex.ru.

Анализом литературных данных подтверждена взаимосвязь между степенью равновесности расплава и дефектностью непрерывнолитой заготовки (НЛЗ). Протяженность кристаллизационных зон в НЛЗ определяется термическим и концентрационным переохлаждением расплава в процессе кристаллизации. Формирование двухфазной зоны в центральной части НЛЗ происходит под влиянием следующих факторов: скорости кристаллизации, концентрационного переохлаждения и фазовой усадки слитка. Осевая ликвация и неоднородность зависят от движения жидкости в двухфазной зоне и настройки опорных роликов МНЛЗ.

Ключевые слова: неравновесность расплава, термическое переохлаждение, концентрационное переохлаждение, двухфазная зона в слитке, фазовая усадка, мягкое обжатие, осевая ликвация, осевая пористость, электромагнитное перемешивание металла.

Analysis of published data confirmed the relationship between the degree of melt equilibration and imperfection of continuously cast billets (CCB). The length of crystallization zones in CCB is determined by thermal and concentration supercooling of the melt during crystallization. Formation of the two-phase zone in the CCB central part is influenced by the following factors: crystallization rate, concentration supercooling and billet shrinkage. Axial segregation and heterogeneity depend on the liquid motion in the two-phase region and adjustment of supporting rollers of the continuous casting machine.

Keywords: non-equilibrium melt, thermal supercooling, concentration supercooling, two-phase zone in ingot, phase shrinkage, soft pressing, axial segregation, axial porosity, electromagnetic stirring of metal.

УДК 669.168

Разработка эффективной технологии обогащения некондиционных хромитовых руд Аганозерского месторождения

К. А. Кологриев, А. Н. Серегин

ФГУП "ЦННИИчермет им. И.П.Бардина", г. Москва. E-mail: ferrosplav@chermet.net

Разработаны основы технологии обогащения некондиционных хромитовых руд Аганозерского месторождения. Проведены микроскопический анализ, исследования минерального состава руды и химического состава хромшпинелида, испытания на обогатимость. Разработанная схема переработки хромитовой руды со средним содержанием Cr_2O_3 на уровне 20,24% обеспечивает следующие технологические показатели: содержание Cr_2O_3 в концентрате – 46,5 %; выход концентрата – 35,0 %; извлечение Cr_2O_3 в концентрат – 80,4 %.

Ключевые слова: Аганозерское месторождение, хромитовая руда, некондиционные руды, минеральный состав, обогащение, концентрат, извлечение.

The fundamentals of the technology have been developed for concentration of substandard chromite ores of the Aganozersky deposit. Microscopic analysis and investigations were performed to find the ores mineral compositions and the chromspinelides chemical compositions. The concentration tests of the ores were also carried out. The developed scheme of processing the chromite ore with the average Cr_2O_3 content at the level of 20,24 % provides the following technological indexes: Cr_2O_3 content in the concentrate – 46,5 %; concentrate output – 35,0 %; extraction of Cr_2O_3 into the concentrate – 80,4 %.

Keywords: Aganozersky deposit, chromite ore, substandard ores, mineral composition, concentration, concentrate, extraction.

УДК 621.77.04.

Применение методов имитации и воспроизведения процессов в лабораторных условиях для разработки технологических схем термомеханической прокатки

Д. А. Рингинен, А. В. Частухин, Г. Е. Хадеев, Л. И. Эфрон

ОАО "Выксунский металлургический завод". Нижегородская обл., г. Выкса.

E-mail: ringinen_da@vsw.ru.

В работе предложена, обоснована и опробована схема разработки технологий горячей прокатки, основанная на лабораторных исследованиях. Предложены критерии подобия лабораторного и промышленного эксперимента и способы их соблюдения. Показано хорошее соответствие конечной структуры и свойств лабораторного и промышленного проката.

Ключевые слова: горячая прокатка, Gleeble, микроструктура, механические свойства, микроструктурное подобие, лабораторный прокатный стан ДУО-300, листопрокатный стан-5000.

The paper proposes, justifies and proves a circuit for development of hot rolling technology, based on laboratory studies. The similarity criteria of laboratory and industrial experiments and methods of their compliance are suggested. A good agreement is found between the final structure and properties of laboratory and industrial rolled steel.

Keywords: hot rolling, Gleeble, microstructure, mechanical properties, microstructure similarity, laboratory mill DUO-300, sheet mill 5000.

УДК 66-977

Термическая обработка для исключения межкристаллитного коррозионного растрескивания под напряжением

**А. Н. Романов¹, С. В. Европин¹, А. Г. Державин¹, К. И. Шутько¹,
А. Б. Коростелев²**

¹ ОАО "Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежала", г. Москва. E-mail: ra@nikiet.ru, evropin@nikiet.ru, derjavin@nikiet.ru, correnes@nikiet.ru.

² ФГУП "Институт ГИИЦВЕТМЕТ", г. Москва

Опыт эксплуатации трубопроводов Ду300 на энергоблоках с реакторной установкой РБМК показал, что сварные соединения этих элементов подвержены повреждениям по механизму межкристаллитного коррозионного растрескивания под напряжением (МКРПН). Рассмотрено влияние термической обработки на стойкость таких сварных соединений к МКРПН. Она устраняет остаточные сварочные напряжения и сенсбилизацию в металле околосварной зоны сварного соединения. В работе представлены результаты опытно-промышленных испытаний технологии высокотемпературной термической обработки при температуре 900 С.

Ключевые слова: реакторная установка, трубопроводы, сварные соединения, межкристаллитное коррозионное растрескивание, термическая обработка.

Operating experience of the type DN300 pipelines at the energy units of the RBMK-1000 reactor plants revealed that the welded joints of these parts are subjected to damages through the mechanism of intergranular stress corrosion cracking (ISCC). The influence was considered of heat treatment on the resistance of these welded joints to ISCC. The treatment eliminates residual stresses and sensitization in the metal of the heat affected zone of the welded joint. The paper presents the results of pilot testing high-temperature (at 900 centigrade) heat treatment technology of the welded joints.

Keywords: reactor plant, pipelines, welded joints, intergranular stress corrosion cracking, thermal treatment.

УДК 621.771.294.

Некоторые перспективные направления создания ресурсосберегающих технологий производства железнодорожных колес

А. Н. Никулин¹, М. Е. Гетманова¹, А. О. Ладыченко², Г. А. Филиппов¹

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

² ЗАО «ОМК», г. Москва.

Рассмотрены особенности технологии производства цельнокатаных железнодорожных колес, определяющие их качество и материалоемкость. Проведен анализ некоторых перспективных технологических решений производства колес, обеспечивающих повышение качества и снижение расхода металла в технологической линии их изготовления

Ключевые слова: железнодорожное колесо, слиток, полая заготовка, центробежное литье, прошивной пресс, винтовая прокатка.

The features are analyzed of the production technology of all-rolled railway wheels that determine their quality and materials consumption. The analysis of some promising technological solutions of wheels production was carried out that might improve the wheels quality and reduce the metal consumption in the production line.

Keywords: railway wheel, ingot, hollow billet, centrifugal casting, punching press, screw rolling.

УДК 669.14.018.29

Микроструктура и свойства толстолистового проката из трубных сталей X52-X65 после ТМО с ускоренным охлаждением

**Ю. И. Матросов¹, А. А. Холодный¹, Е. С. Попов²,
Г. Н. Коновалов², С. В. Сосин³**

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

² ПАО "МК "АЗОВСТАЛЬ" Группы Метинвест, г. Мариуполь, Украина.

³ ООО "МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ", г. Донецк, Украина.

В промышленных условиях исследовано влияние режимов ускоренного охлаждения после контролируемой прокатки на микроструктуру и механические свойства толстолистовых низколегированных сталей категорий прочности X52-X65 для изготовления труб большого диаметра в сероводородостойком исполнении. Показаны особенности влияния различных режимов ускоренного охлаждения на характер конечной микроструктуры и механические свойства.

Ключевые слова: низколегированная сталь, контролируемая прокатка, ускоренное охлаждение, микроструктура, механические свойства, феррит, бейнит.

The influence of accelerated cooling after controlled rolling on the microstructure and mechanical properties of plates from low-alloy steels of the X52-X65 strength grade dedicated for large diameter pipes resistant to H₂S was studied in industrial conditions. Special features of the influence of accelerated cooling modes on the final microstructure and mechanical properties were established.

Keywords: low-alloy steel, controlled rolling, accelerated cooling, microstructure, mechanical properties, ferrite, bainite.

УДК 669.14.018

Влияние содержания алюминия на трещиностойкость и склонность к замедленному разрушению подшипниковой стали

Л. А. Баева¹, К. А. Семериков², И. П. Шабалов¹, Г. А. Филиппов¹

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

²ОАО «Трубная металлургическая компания», г.Москва.

Исследованы структура, механические свойства и сопротивление разрушению стали ШХ-15 в зависимости от содержания алюминия. Показано, что повышенные комплекс механических свойств и трещиностойкость стали с более высоким содержанием алюминия являются следствием измельчения структуры, релаксации остаточных микронапряжений и уменьшения вредного влияния примесей на границы зерен.

Ключевые слова: подшипниковая сталь, примеси, трещиностойкость, замедленное разрушение, остаточные микронапряжения.

The structure, mechanical properties and fracture resistance of the Shkh-15 bearing steel were investigated as a function of aluminum content. It has been demonstrated that the improved complex of mechanical properties and resistance to cracking of the steel with a higher aluminum content are the results of grain refinement, relaxation of residual microstresses and reduction of the adverse effects of impurities on grain boundaries.

Keywords: bearing steel, impurities, resistance to cracking, delayed fracture, residual microstresses.

УДК 669.15-194

Влияние никеля на морфологические особенности карбидов низкоуглеродистых сталей мартенситного класса в высокоотпущенном состоянии

Э. А. Елисеев, Н. М. Вознесенская, О. А. Тонышева

*ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов",
г. Москва. E-mail: yeliseyeva@viam.ru.*

Установлено влияние никеля на карбидообразование в низкоуглеродистых низколегированных сталях мартенситного класса. После закалки от 940 °С и длительного высокого отпуска (550 °С, 50 ч) отсутствуют протяжённые выделения цементита по границам зёрен, а также наблюдается более равномерное их распределение между границей и объёмом зерна. Указанные закономерности подтверждены исследованиями экспериментальных углеродистых сталей (20, 20Ni1, 20Ni2, 20Ni3). Установлено влияние поверхностной пластической деформации на структуру экспериментальных углеродистых сталей: обнаружено полностью равномерное распределение глобулярных цементитных выделений по границам и по объёму зерна.

Ключевые слова: низкоуглеродистая сталь, высокопрочная сталь, сталь мартенситного класса, граница зерна, выделения, роль никеля в стали, пластическая деформация, электронная микроскопия.

The effect of nickel has been established on carbides formation in low-carbon low-alloy steels of martensitic class. After hardening from 940 centigrade and prolonged high-temperature tempering (550 centigrade, 50 hours), there are no extended precipitates of cementite at grain boundaries and also a more iniform distribution of the precipitates between the boundaries and volumes of grains are observed. These regularities were confirmed by investigations of experimental carbon steels (20, 20Ni1, 20Ni2, 20Ni3). The influence of surface plastic deformation has been established on the structure of the experimental carbon steels, a fully uniform distribution of cementite globular precipitates along the boundaries and volumes of grains was observed.

Keywords: low-carbon steel, high-strength steel, martensitic steel, grain boundary, precipitates, the role of nickel in steel, plastic deformation, electron microscopy.

УДК 544.72.05.

Влияние микролегирования ниобием и титаном на кинетику сегрегирования малых примесей в IF-сталях

**А. Ю. Рашковский, А. И. Ковалев, Д. Л. Вайнштейн,
И. Г. Родионова, Ю. С. Быкова, Д. Н. Захарова**

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

Исследования кинетики зернограницной сегрегации малых примесей в сталях для глубокой вытяжки позволяют улучшить их механические свойства, оптимизируя параметры после деформационного отжига. Кинетику формирования зернограницных сегрегаций С, N, P и S изучали в ходе серии изотермических выдержек образцов при температурах от 250 до 550 °С в рабочей камере электронного спектрометра. Химический состав поверхности исследовали методом спектроскопии Оже-электронов. Для каждой из примесей рассчитывали изодозные С-образные кривые. Для IF-сталей с различным содержанием микролегирующих добавок Nb и Ti были определены температурно-временные интервалы преимущественной сегрегации С, N, P, S. Продемонстрировано влияние микролегирования стали ниобием и титаном на сегрегацию примесей внедрения и замещения.

Ключевые слова: стали для глубокой вытяжки, IF-стали, зернограницные сегрегации, спектроскопия Оже-электронов, отжиг, микролегирование.

Investigations of grain boundaries segregation (GBS) of minor impurities in steels for deep-drawing allow improvement of their mechanical properties by optimizing parameters of post-deformation heat treatment. The kinetics of GBS of C, N, P and S was studied by series of isothermal heating of specimens in the spectrometer work chamber at the temperatures between 250 and 550 centigrade. Surface chemical composition of samples was measured by Auger electron spectroscopy. Isodose C-curves of GBS for each detected impurity were calculated. Time-temperature intervals of preferential enrichment of grain boundaries by C, N, P, S were determined for IF-steels with various concentration of micro-alloying elements (Nb and Ti). It was also demonstrated how interstitial and substitution impurities influence GBS in IF-steel micro-alloyed by Nb and Ti.

Keywords: steels for deep drawing, IF-steels, grain boundary segregation, Auger electron spectroscopy, annealing, micro-alloying.

УДК 669.1.003.

Производство черных металлов в России и зарубежных странах

Н. Х. Мухатдинов, А. А. Бродов, К. Л. Косырев

ФГУП "ЦНИИЧермет им. И. П. Бардина", г. Москва. E-mail: economy@chermet.net

Сопоставление современного производства стали и проката в России и ведущих зарубежных странах. Динамика производства черных металлов в России по видам продукции в период 2007 – первое полугодие 2014гг. Показано использование производственных мощностей, инвестиций в черную металлургию и основные факторы эффективного производства черных металлов.

Ключевые слова: производство, чугун, сталь, прокат, стальные трубы, инвестиции, использование мощностей.

The comparison of modern production of steel and rolled metal in Russia and the leading foreign countries. Dynamics of ferrous metals production in Russia by product types in the period from 2007 to the first half of 2014. Production capacity use, investments in ferrous metallurgy and the main factors of ferrous metals effective production are presented.

Keywords: production, iron, steel, rolled steel, steel pipes, investments, capacity use.

УДК 669.1.003

О стратегии развития черной металлургии России на период до 2030 г.

**Н. Х. Мухатдинов, А. А. Бродов, К. Л. Косырев,
Л. П. Макаров, В. А. Штанский**

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

На основании проекта прогноза развития экономики России до 2030 г., подготовленного Минэкономразвития России, государственной программы развития промышленности России и повышения её конкурентоспособности до 2020 г., а также стратегий развития различных отраслей экономики России, подготовлен прогноз развития черной металлургии до 2030 г. Показаны необходимые инвестиции для развития отрасли, объемы прироста производственных мощностей и необходимые мероприятия для успешной реализации стратегии.

Ключевые слова: ВВП, инвестиции, промышленное производство, динамика производства черных металлов, динамика потребления черных металлов, развитие отдельных отраслей экономики, прирост мощностей по производству черных металлов.

The prognosis of ferrous metallurgy development in Russia until 2030 has been prepared on the basis of the project of economic development of Russia until 2030, prepared by the Ministry of economic development, on the government program of developing industry in Russia and increasing its competitiveness by 2020 and on the strategies for the development of various branches of Russian economy as well. The required investments for the development of the industry, the increase of production capacities and the necessary arrangements for the successful implementation of the strategy have been accentuated.

Keywords: GDP, investments, industrial production, dynamics of ferrous metals production, dynamics of ferrous metals consumption, development of economy particular branches, gain of capacities for ferrous metals production.

УДК 669-419.4.

Исследование природы дефектов биметалла, возникающих на современном уровне развития металлургической технологии

А. В. Амежнов, А. И. Зайцев, И. Г. Родионова, А. А. Павлов

ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П.Бардина", г. Москва. E-mail: amejnov@mail.ru, aizaitsev@yandex.ru

В работе представлены результаты исследования причин образования дефектов в биметалле, полученном методом электрошлаковой наплавки с последующей горячей прокаткой заготовок на двухслойные листы. Анализ причин возникновения дефектов проводили с учетом развития металлургических технологий выплавки сталей, используемых в качестве основного слоя биметалла. Показана возможность участия водорода в образовании дефектов.

Ключевые слова: биметалл, электрошлаковая наплавка, прочность сцепления, сплошность сцепления, дефекты, выявляемые при УЗК, неметаллические включения, шлаковые включения, водородные ловушки.

The paper presents the results of research into the causes of defects formation in the bimetal produced by electroslag facing technique followed by hot rolling of billets to two-layer sheets. Analysis of the causes of defects was performed with the due regard for development of metallurgical technologies for smelting steels used for the bimetal base layers. The possibility of hydrogen involvement in the defects formation was established.

Keywords: bimetal, electroslag facing, adhesion, clutch continuity, defects detected by ultrasonic, non-metallic inclusions, slag inclusions, hydrogen traps.

ФГУП ЦНИИ КМ “Прометей” — 75 лет

В этом году исполняется 75 лет ФГУП ЦНИИ КМ “Прометей” — ведущему институту в области создания материалов для судостроения, атомной и тепловой энергетики, добычи и переработки нефтегазопродуктов. Практически полвека институт тесно сотрудничает с ЦНИИЧермет им. И.П.Бардина в области разработки и внедрения новых материалов и металлургических технологий их производства.

Начиная с конца 60-х годов XX в., в связи с активным развитием отечественного кораблестроения ЦНИИ КМ “Прометей” были разработаны новые судокорпусные стали с недостижимыми ранее физико-механическими характеристиками. Поскольку применявшийся ранее мартеновский способ выплавки не обеспечивал необходимого металлургического качества, гарантирующего высокий уровень механических характеристик новых сталей, ЦНИИ КМ “Прометей” совместно с ИЭС им. Е.О.Патона и ЦНИИЧермет, обладающими уникальным опытом разработки металлургических технологий, и с флагманами отечественной качественной металлургии — заводами “Днепроспецсталь”, “Азовсталь”, “Красный Октябрь” и Ижорским заводом — были развернуты широкомасштабные работы по созданию новых технологий производства методом электрошлакового переплава (ЭШП).

В ходе работ по освоению производства корпусных сталей методом ЭШП был выбран способ и отработана технология изготовления расходных электродов; определены оптимальные электрические параметры переплава, обеспечивающие получение качественных слитков как по поверхности, так и по макроструктуре; разработан режим термической обработки слитков ЭШП, позволяющий обеспечить повышение их деформируемости и получение брам с высоким качеством поверхности.

Дальнейшее сотрудничество ЦНИИ КМ “Прометей” и ЦНИИЧермет продолжилось в направлении освоения новых мощностей металлургических предприятий и увеличения массы слитков ЭШП и толщины проката до 100 мм для обеспечения растущих потребностей кораблестроения в новых судокорпусных сталях.

Таким образом, разработанные сквозные технологии обеспечили производство высококачественного металла для кораблестроения с высоким уровнем механических свойств, полностью удовлетворяющего требованиям современного кораблестроения, а специалисты институтов, принимавшие участие в работах, были награждены Премией Совета министров СССР и Государственной премией СССР.



Ирине Гавриловне Родионовой — 60 лет

11 августа 2014 г. исполнилось 60 лет известному ученому – металлловеду, доктору технических наук, заместителю директора Центра физической химии, материаловедения, биметаллов и специальных видов коррозии ЦНИИчермет имени И.П.Бардина Ирине Гавриловне Родионовой. Свою научную деятельность после окончания Московского института стали и сплавов в 1977 г. И.Г.Родионова начала на кафедре металлловедения стали и высокопрочных сплавов этого института. Занимала должности инженера и младшего научного сотрудника. С 1981 по 1984 гг. обучалась в аспирантуре. В 1984 г. защитила кандидатскую диссертацию и с 1984 г. по настоящее время работает в ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”.

Основным направлением ее деятельности стала разработка научных основ получения биметаллов с коррозионно-стойким плакирующим слоем, технологии их производства, в том числе методом электрошлаковой наплавки, и освоение созданных технологий на практике. Результаты работы позволили решить народнохозяйственную задачу обеспечения нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности качественно новой отечественной металлопродукцией, использование которой повышает долговечность и надежность оборудования, снижает трудоемкость его изготовления, приводит к улучшению экологической обстановки из-за снижения аварийности нефтепроводов. На нефтепромыслах ОАО “Славнефть-Мегионнефтегаз” построены и находятся в эксплуатации трубопроводы из сварных и бесшовных биметаллических труб протяженностью более 20 км. В результате проведенных промысловых испытаний образцов биметаллических

труб и образцов-свидетелей различных сталей можно сделать заключение, что срок службы трубопроводов из плакированных труб составит не менее 30 лет.

Со второй половины 1990-х годов одним из основных направлений деятельности И.Г. Родионовой стало исследование факторов, определяющих коррозионную стойкость стали для нефтепромысловых трубопроводов, тепловых сетей и других видов оборудования. Было установлено, что прогресс в развитии черной металлургии, обусловленный, в первую очередь, разработкой и внедрением новых технологий выплавки и обработки металла, при недостаточно корректном выборе технологических параметров может приводить к загрязнению стали неметаллическими включениями, отрицательно влияющими на ряд важнейших свойств металла: коррозионную стойкость, качество поверхности, усталостные и другие характеристики. В частности, проведенными исследованиями было доказано, что основной причиной аномально высоких скоростей коррозии нефтепромысловых трубопроводов, тепловых сетей и некоторых других видов оборудования является загрязненность стали неметаллическими включениями особого типа, вносимыми в сталь в процессе ковшовой обработки. Такие включения получили название коррозионно-активных неметаллических включений (КАНВ). Были разработаны и внедрены специальные методы, позволившие определить источники их возникновения и скорректировать технологические параметры выплавки и внепечной обработки для обеспечения чистоты стали по включениям этого типа.

С 2001 – 2004 гг. И.Г. Родионова принимает активное участие в разработке технологии и освоении

промышленного производства новых классов, типов и марок автолистовых сталей. Решение поставленных задач потребовало использования оригинальных, не имеющих аналогов в мировой практике, наукоемких подходов. Они основаны на возможности получения необходимого структурного состояния и заданного уровня свойств стали путем управления процессами формирования выделений неметаллических избыточных фаз, состоянием твердого раствора, границ зерен, форм присутствия примесей на всех этапах производства. Было создано более 30 новых марок автолистовых сталей, производство которых было освоено на ОАО “ММК” и ОАО “Северсталь”. За исследования в этой области в 2013 г. И.Г. Родионова была удостоена премии правительства РФ в области науки и техники.

Родионова И.Г. автор 260 научных трудов, в том числе двух монографий и 50 патентов. Ее научные работы публикуются в ведущих российских и международных журналах. Она участвовала в реали-

зации 10 проектов РФФИ, 6 исследований по целевым программам Минпромнауки и Минобрнауки, более 70 прямых хозяйственных договоров с металлургическими предприятиями. И.Г.Родионова ведет преподавательскую деятельность. Она член ГАК по специальности “Металловедение и термообработка металлов и сплавов” в НИТУ “МИСиС”. Под ее руководством защищены 10 диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук. В настоящее время является научным руководителем 6 аспирантов. С 2007 г. И.Г.Родионова активный член редакционной коллегии журнала “Проблемы черной металлургии и материаловедения”.

Коллективы ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина” и Центра физической химии, материаловедения, биметаллов и специальных видов коррозии, редакционная коллегия нашего журнала сердечно поздравляют Ирину Гавриловну Родионову с ЮБИЛЕЕМ, желают ей крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.