

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

1 • 2017

А. А. Бродов, Н. Х. Мухатдинов, В. А. Углов, Т. П. Москвина Прогноз производства черных металлов на 2017 – 2020 гг.....	5
<i>Теоретические основы металлургии</i>	
И. Н. Гаврилин Метод (M)SSA: параллельное разложение, фильтрация и прогнозирование удельной скорости реакций окисления и поведения продуктов окисления углерода по ходу кислородно-конвертерной плавки	10
<i>Технологические процессы металлургии</i>	
Д. А. Рингинен, А. В. Частухин, Г. Е. Хадеев, Л. И. Эфрон Влияние различных схем термомеханической контролируемой прокатки на структуру и свойства проката из трубных сталей класса прочности X80 – X100	25
А. И. Зайцев, Б. М. Могутнов, А. В. Пименов, И. Г. Родионова, Н. И. Эндель, Н. А. Карамышева Исследование и моделирование взаимодействия редкоземельных металлов с расплавами железа для определения их влияния на стойкость против локальной коррозии и механические свойства трубных сталей.....	39
<i>Материаловедение и новые материалы</i>	
Г. А. Филиппов, В. Н. Зикеев, И. П. Шабалов, О. В. Ливанова, А. Р. Мишетьян Влияние длительной эксплуатации на температурную зависимость внутреннего трения и склонность к деформационному старению низколегированных сталей	49
В. П. Филиппова, А. М. Глезер, А. А. Томчук, Р. В. Сундеев Роль объемной диффузии в конкуренции между процессами образования поверхностных сегрегаций и растворения элементов в твердых растворах на основе α -Fe.....	56
И. П. Шабалов, Л. А. Баева, В. Г. Филиппов, Д. С. Илюхин, О. Н. Чевская Прочность и сопротивление разрушению сверхнизкоуглеродистых мартенситных сталей в горячекатаном состоянии.....	71
В. Е. Громов, К. В. Аксёнова, Е. Н. Никитина, Ю. Ф. Иванов Деформационное преобразование структурно-фазового состояния стали с мартенситной и бейнитной структурами	79
В. В. Гук, Е. А. Браницкая, Г. А. Филлипов Влияние совместного введения азота и редкоземельных элементов на технологические характеристики низкоуглеродистой нержавеющей стали	86
Чжан Юн-Цзюнь, Хань Цзинь-Тао Поведение стали 45 при горячей деформации.....	91
О. В. Ливанова, И. П. Шабалов, Г. А. Филиппов Механические свойства, сопротивление разрушению и склонность к деформационному старению металла электросварных труб большого диаметра после формовки на U-образном прессе	95
Г. П. Фетисов, Д. А. Духновский Механические свойства сварных соединений сплава АМгб, полученных при плазменной сварке сжатой дугой переменного тока	102
<i>Контроль металлургического производства и металлопродукции</i>	
П. А. Пачколина Компьютерное моделирование температурных полей заготовки валка и прогнозирование фазового состава стали при различных режимах термической обработки	105

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Главный редактор

канд. техн. наук В.А.Углов

Заместители главного редактора:

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

Редакционная коллегия:

Канд. техн. наук В.Т.Абабков; канд. техн. наук В.Б.Акименко;
канд. эконом. наук А.А.Бродов; канд. хим. наук О.Д.Вернидуб;
докт. техн. наук Т.Ф.Волынова; докт. физ.-мат. наук проф. А.М.Глезер;
канд. эконом. наук С.А.Гурова; канд. техн. наук Анд.Д.Дейнеко;
докт. физ.-мат. наук проф. А.И.Зайцев; докт. техн. наук проф. А.Б.Коростелев;
чл.-корр РАН, докт. техн. наук проф. В.И.Костиков;
докт. техн. наук проф. К.Л.Косырев; канд. техн. наук В.В.Мальцев;
докт. техн. наук проф. Б.В.Молотилов; канд. техн. наук Ю.Д.Морозов;
канд. техн. наук Т.П.Москвина; канд. техн. наук В.М.Некрасов;
канд. техн. наук О.Г.Оспенникова; канд. техн. наук В.А.Парамонов;
канд. техн. наук А.В.Пинчук; докт. техн. наук проф. И.Г.Родионова;
канд. техн. наук Б.А.Сарычев; канд. хим. наук А.Н.Серегин;
докт. техн. наук проф. А.Е.Сёмин; канд. техн. наук проф. Б.А.Сивак;
акад. РАН, докт. техн. наук проф. Л.А.Смирнов;
докт. техн. наук, проф. Г.А.Филиппов; канд. техн. наук В.П.Чекалов;
докт. техн. наук И.П.Шабалов.

Адрес редакции:

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

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

ISSN 1997-9258

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

© ЦНИИчермет им. И.П. Бардина 2017

PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

CONTENTS

1 • 2017

A. A. Brodov, N. Kh. Mukhatdinov, V. A. Uglov, T. P. Moskvina Forecasting of ferrous metals production for 2017 – 2020 years	5
<i>Fundamentals of metallurgy</i>	
I. N. Gavrilin (M)SSA method: parallel decomposition, filtering and forecasting of the specific rate of oxidation reactions and behavior of products of carbon oxidation during LD process	10
<i>Production processes in metallurgy</i>	
D. A. Ringinen, A. V. Chastukhin, G. E. Khadeev, L. I. Efron The influence of various operating conditions of thermo-mechanical controlled rolling on the structure and property of rolled products from pipe steels of the X80-X100 strength class	25
A. I. Zaitsev, B. M. Mogutnov, A. V. Pimenov, I. G. Rodionova, N. I. Endel, N. A. Karamysheva Research and modelling of interaction of rare-earth metals with iron melts for determination of their influence on resistance to localized corrosion and mechanical properties of pipe steels	39
<i>Materials science and new materials</i>	
G. A. Filippov, V. N. Zikeev, I. P. Shabalov, O. V. Livanova, A. R. Mishet'yan The influence of long-term service on the temperature dependence of internal friction and tendency to strain ageing of low-alloy steels.....	49
V. P. Filippova, A. M. Glezer, A. A. Tomchuk, R. V. Sundeev The role of volume diffusion in competition between processes of forming surface segregations and dissolving elements in solid solutions based on α -Fe	56
I. P. Shabalov, L. A. Baeva, V. G. Filippov, D. S. Ilyukhin, O. N. Chevskaya Strength and resistance to fracture of the superlow-carbon martensitic steels in a hot-rolled state	71
V. E. Gromov, K. V. Aksenova, E. N. Nikitina, Yu. F. Ivanov Transformation of the structure-phase state of steels with martensite and bainite structures under deformation	79
V. V. Guk, E. A. Branitskaya, G. A. Fillipov Influence of joint alloying with nitrogen and rare-earth elements on technological characteristics on the low-carbon stainless steels.....	86
Zhang Yong-jun, Han Jing-tao Behaviour of steel 45 under hot deformation.....	91
O. V. Livanova, I. P. Shabalov, G. A. Filippov Mechanical properties, resistance to fracture and propensity to strain ageing of the metal of large diameter electric welded pipes after moulding at an U-shaped press.....	95
G. P. Fetisov, D. A. Dukhnovskiy Mechanical properties of plasma-arc welded joints of the AlMg6 alloy produced by constricted a.c. arc.	102
<i>Control of metallurgical manufacture and metal products</i>	
P.A.Pachkolina Computer simulation of temperature fields in roll billets and predicting phase composition of steels after heat treatment under different conditions	105

УДК 669.1.003

Прогноз производства черных металлов на 2017 – 2020 гг.

**А. А. Бродов, Н. Х. Мухатдинов, В. А. Углов,
Т. П. Москвина**

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

На основании макропоказателей развития экономики России, разработанных Минэкономразвития, подготовлен прогноз развития чёрной металлургии на период 2017 – 2020 гг. и рекомендации по организации необходимых производств.

Ключевые слова: сталь, прокат, внутреннее потребление, экспорт, импорт, основные факторы.

Progress in ferrous metallurgy has been forecasted for the period of 2017 – 2020 years on the basis of macroindicators of development of Russian economy, prepared by the Ministry of economic development and trade. Recommendations have also been offered for organizing necessary productions.

Keywords: steel, rolled metal, domestic consumption, export, import, major factors.

УДК 669.184.

Метод (M)SSA: параллельное разложение, фильтрация и прогнозирование удельной скорости реакций окисления и поведения продуктов окисления углерода по ходу кислородно-конвертерной плавки

И. Н. Гаврилин

115533, г. Москва, Нагатинская наб., д.10, кв.51. E-mail: ilya-gavrilin@mail.ru.

Представлен анализ и результаты использования метода (M)SSA для параллельного разложения, расширенной фильтрации и прогнозирования поведения основных компонентов и показателей газового анализа по ходу кислородно-конвертерной плавки. Рассмотрены основные преимущества и недостатки данного метода.

Ключевые слова: кислородно-конвертерная плавка, (M)SSA, SVD, PCA, параллельное разложение, аддитивные компоненты, длина окна (L), фильтрация, прогнозирование.

The paper presents the analysis and results of applying (M)SSA technique for parallel decomposition, advanced filtering and prediction of the behavior of the main components and indicators of gasometry in the course of the LD process. The main advantages and disadvantages of this method are described.

Keywords: LD process, (M)SSA, SVD, PCA, parallel decomposition, additive components, window length (L), filtering, prediction.

УДК 621.77.04

Влияние различных схем термомеханической контролируемой прокатки на структуру и свойства проката из трубных сталей класса прочности X80 – X100

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

*ОАО “Выксунский металлургический завод”, г. Выкса, Нижегородская обл.
E-mail: ringinen_da@vsw.ru, chastuhin_av@vsw.ru.*

В работе представлено лабораторное опробование различных схем контролируемой прокатки, как часть подхода к разработке технологии прокатки, основанном на лабораторных исследованиях. При использовании критериев микроструктурного соответствия лабораторного и промышленного эксперимента опробованы различные схемы термомеханической контролируемой прокатки (ТМКП). Показана их применимость для создания определенного комплекса свойств стали.

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

The paper presents laboratory testing of various schemes of controlled rolling, as a part of approach to development of rolling technology, based on laboratory researches. Using criteria of microstructural correspondence between laboratory and industrial experiments various schemes of thermo-mechanical controlled rolling (TMCR) were tested. It was demonstrated that the schemes can be applied for development of certain complexes of steels properties.

Keywords: a hot rolling, thermo-mechanical controlled rolling, mechanical properties, microstructural similarity, laboratory rolling mill DUO-300, sheet mill 5000.

УДК 669.14.018.8:669.18.

Исследование и моделирование взаимодействия редкоземельных металлов с расплавами железа для определения их влияния на стойкость против локальной коррозии и механические свойства трубных сталей

**А. И. Зайцев¹, Б. М. Могутнов¹, А. В. Пименов²,
И. Г. Родионова¹, Н. И. Эндель¹, Н. А. Карамышева¹**

¹ ФГУП “Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина”, г. Москва, aizaitsev1@yandex.ru

² Московский институт электроники и математики
НИУ “Высшая школа экономики”, pimenov.al@gmail.com

На металле лабораторной и промышленной выплавки произведено исследование и моделирование взаимодействия редкоземельных металлов (РЗМ) с расплавами железа для определения их влияния на стойкость против локальной коррозии и механические свойства трубных сталей 20-КСХ и 08ХМФЧА. Показано, что прокат из стали 20-КСХ, обработанный модификатором, содержащим РЗМ, характеризуется значительно более высокими показателями стойкости против локальной коррозии по сравнению со сталью 08ХМФЧА. Он имеет достаточно высокие показатели хладостойкости, механических и других служебных свойств. Достигнутые уровни чистоты по неметаллическим включениям, в том числе по КАНВ и оксисульфидам РЗМ, ударной вязкости, низкое содержание серы, удовлетворительные величины параметров электрохимических исследований являются гарантией высокой эксплуатационной надежности стали в нефтепромысловых средах Западной Сибири.

Ключевые слова: трубные стали нефтепромыслового назначения, коррозионно-активные неметаллические включения, РЗМ, локальная коррозия, эксплуатационная надежность, механические свойства.

Metals of laboratory and industrial smelting was used for research and modelling of interaction of rare-earth metals (REM) with iron melts for determining their influence on resistance to localized corrosion and mechanical properties of the 20 KSH and 08CrMoVREMn pipe steels. It has been shown that rolled products from the 20-KSH steel, produced with the use of REM containing modifiers, are characterized by considerably higher resistance to localized corrosion in comparison with the 08CrMoVREMn steel. These products exhibit high enough indexes of cold resistance, mechanical and other service properties. The attained levels of cleanliness by nonmetallic inclusion (corrosion-active and oxysulphides of REM among them), impact strength, low sulphur concentration, satisfactory results of electrochemical studies ensure high operational reliability of the steels in the oil-field media of Western Siberia.

Keywords: pipe steels for oil-field appointment, corrosion-active nonmetallic inclusion, REM, localized corrosion, operational reliability, mechanical properties.

УДК 669.15:621.

Влияние длительной эксплуатации на температурную зависимость внутреннего трения и склонность к деформационному старению низколегированных сталей

**Г. А. Филиппов, В. Н. Зикеев, И. П. Шабалов,
О. В. Ливанова, А. Р. Мишетьян**

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

Для трубных сталей класса прочности K60 с феррито-перлитной и феррито-бейнитной структурой проведено исследование влияния длительной эксплуатации на стандартные механические свойства, температурную зависимость внутреннего трения и склонность к деформационному старению. Показано, что в ходе длительной эксплуатации происходит деградация свойств в результате протекания процесса деформационного старения, приводящего к охрупчиванию металла.

Ключевые слова: низколегированная сталь, длительная эксплуатация, деградация свойств, деформационное старение, внутреннее трение

It has been studied as long-term service of pipe-line steels of the strength class K60 with ferrite-pearlite and ferrite-bainite structures influences their standard mechanical properties, temperature dependence of internal friction and the tendency to strain ageing. It has been shown that degradation of properties occurs in the course long-term service as a result of the strain ageing process leading to the metal embrittlement.

Keywords: low-alloy steel, long-term service, degradation of properties, strain ageing, internal friction.

УДК 538.97

Роль объемной диффузии в конкуренции между процессами образования поверхностных сегрегаций и растворения элементов в твердых растворах на основе α -Fe

В. П. Филиппова, А. М. Глезер, А. А. Томчук, Р. В. Сундеев

ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, г. Москва. E-mail: varia.filippova@yandex.ru, a.glezer@mail.ru, tomchuk-a@yandex.ru, sundeev55@yandex.ru

Предложен теоретический подход, основанный на математическом анализе традиционных температурно-временных соотношений, который описывает интеркристаллитную внутреннюю адсорбцию по аналогии с адсорбцией газов на свободной поверхности. Он позволяет прогнозировать положение на температурной шкале интервалов образования сегрегаций растворенных элементов в твердых растворах на основе α -Fe и в малоуглеродистых сталях. Методом Оже-спектроскопии экспериментально показано существование определенных температурных интервалов образования поверхностных сегрегаций для ряда растворенных элементов (C, N, B, P, Mo, Ti, Al, S, Sn, Cu) в α -Fe при изотермических выдержках в вакууме. Выполненные теоретические расчеты согласуются с полученными экспериментальными результатами.

Ключевые слова: железо, поверхность, интеркристаллитные границы, внутренняя адсорбция, сегрегации, анализ поверхности, Оже-спектроскопия, термообработка сталей.

A theoretical approach has been proposed, which is based on mathematical analysis of traditional temperature-time relationships describing intercrystalline internal adsorption by analogy with gases adsorption on a clear surface. It allows predicting arrangement on the temperature scale of intervals where segregations of the dissolved elements are formed in solid solutions on the basis of α -Fe and in low-carbon steels. By the Auger-spectroscopy technique existence has been determined of certain temperature intervals where surface segregations of some dissolved elements (C, N, B, P, Mo, Ti, Al, S, Sn, Cu) are formed in α -Fe in the course of isothermal heating in vacuum. The results of theoretical calculations are in agreement with the experimental data.

Keywords: iron, surface, intercrystalline boundaries, internal adsorption, segregation, analysis of surface, Auger -spectroscopy, heat treatment of steels.

УДК 669.112.227.343; 669.017.3

Прочность и сопротивление разрушению сверхнизкоуглеродистых мартенситных сталей в горячекатаном состоянии

**И. П. Шабалов, Л. А. Баева, В. Г. Филиппов,
Д. С. Илюхин, О. Н. Чевская**

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

Рассмотрены основные проблемы разработки высокопрочных сталей для соединительных деталей трубопроводов с учетом технологии их производства. Исследованы составы стали с альтернативным структурным состоянием повышенной прочности (X80 и выше) при сохранении уровня вязкости, хладостокости и получения приемлемой свариваемости для изготовления соединительных деталей.

Ключевые слова: высокопрочные стали, термомеханическая обработка, нормализационная прокатка, ударная вязкость, свариваемость.

Basic problems of development of high-strength steels for pipe fittings were examined with taking into account their production technology. Compositions of high strength steels (X80 and higher) with alternative structural states were studied with the proviso that the viscosity level and cold resistance were retained and weldability was acceptable for manufacturing pipe fittings.

Keywords: high-strength steels, thermomechanical treatment, normalizing rolling, impact strength, weldability.

УДК 669.112.227:539.4.

Деформационное преобразование структурно-фазового состояния стали с мартенситной и бейнитной структурами

В. Е. Громов¹, К. В. Аксёнова¹, Е. Н. Никитина¹, Ю. Ф. Иванов^{2,3}

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

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

³ *Научно-исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск.*

Методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии выполнен сравнительный анализ на различных масштабных уровнях закономерностей эволюции фазового состава и состояния дефектной субструктуры сталей с мартенситной и бейнитной структурами при активной пластической деформации до разрушения. Определены зависимости продольных размеров фрагментов кристаллов мартенсита и бейнита, объемной доли частиц цементита, объема материала, содержащего микровдвойники, скалярной плотности дислокаций от степени деформации. Отмечено, что карбидные превращения в стали протекают в рамках процессов растворения частиц цементита, перехода атомов углерода на дефекты кристаллической решетки стали, выделения в процессе «деформационного старения» частиц цементита на субграницах и элементах дислокационной субструктуры. Выявлено, что процесс деформационного старения протекает более интенсивно в стали с бейнитной структурой, чем в закаленной стали.

Ключевые слова: сталь, деформация, структура, дислокационная субструктура, эволюция

The transmission electron diffraction microscopy was applied for comparative analysis at different scale levels of evolution regularities of the phase composition and defect substructure of steels with martensite and bainite structures under active plastic deformation to failure. The dependences of longitudinal sizes of fragments of martensite and bainite crystals, volume fraction of cementite particles, volume of material containing microtwins, scalar density of dislocations were determined as a function of the degree of deformation. It was noticed that carbide transformations in steel were proceeding in the framework of the processes of cementite particle dissolution, transition of carbon atoms to steel crystal lattice defects, precipitation of cementite particles at subgrains and elements of dislocation substructure in the course of strain ageing. The strain ageing process was revealed to proceed more intensively in steel with bainite structure than in quenched steel.

Keywords: steel, deformation, structure, dislocation substructure, evolution.

УДК 669.15 – 194.

Влияние совместного введения азота и редкоземельных элементов на технологические характеристики низкоуглеродистой нержавеющей стали

В. В. Гук, Е. А. Браницкая, Г. А. Филлипов

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

Проведен сравнительный анализ влияния совместного микролегирования низкоуглеродистых нестабилизированных нержавеющей сталей азотом и редкоземельными элементами на механические свойства горячекатаного проката с целью дальнейшего совершенствования технологии производства из них металлопроката.

Ключевые слова: нержавеющая сталь, выплавка, легирование азотом, легирование редкоземельными элементами, механические свойства.

Comparative analysis has been carried out on the influence of joint microalloying of the low-carbon non-stabilized stainless steels with nitrogen and rare-earth elements on the mechanical properties of hot-rolled steel for the purpose of the further perfecting the production technology of rolled metal.

Keywords: stainless steel, smelting, alloying with nitrogen, alloying with rare-earth elements, mechanical properties.

УДК 621.77.

Поведение стали 45 при горячей деформации

Чжан Юн-Цзюнь, Хань Цзинь-Тао

*Институт материаловедения и инженерия, Пекинский научно-технический университет, г. Пекин, Китайская Народная Республика.
E-mail: zhangyj@mater.ustb.edu.cn.*

С использованием комплекса физического моделирования Gleeble 3800 исследовано деформационное поведение стали 45 в условиях одноосного изотермического сжатия в диапазоне температур 900 – 1050 °С и скоростей деформации 0,05 – 10 с⁻¹. Из экспериментальных результатов следует, что с увеличением температуры деформации или снижением скорости деформации пиковое напряжение и пиковая деформация уменьшаются раздельно. Предложено уравнение для описания горячей деформации.

Ключевые слова: сталь 45, одноосное изотермическое сжатие, реологические кривые, энергия активации, уравнение горячей деформации.

The deformation behaviour of steel 45 under the isothermal uniaxial compression within the temperature range of 900 – 1050 °C and the strain rate range of 0.05 – 10 s⁻¹ has been investigated using the Gleeble-3800 complex for physical modelling. From the experimental results it follows that the peak stress and the peak deformation decrease separately with increasing the deformation temperature or decreasing the deformation speed. The equation has been proposed for the hot deformation description.

Keywords: steel 45, uniaxial isothermal compression, flow curves, activation energy, hot deformation equation.

УДК 621.774.2

Механические свойства, сопротивление разрушению и склонность к деформационному старению металла электросварных труб большого диаметра после формовки на U-образном прессе

О. В. Ливанова, И. П. Шабалов, Г. А. Филиппов

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

На примере электросварной трубы большого диаметра класса прочности К60 определены “экстремальные” сечения трубной заготовки, на которые оказывается наименьшее и наибольшее воздействие рабочего инструмента в процессе изготовления на линиях с UO-образной схемой формовки. Проведены исследования остаточных напряжений I рода и стандартных механических свойств, определены параметры сопротивления разрушению, в том числе при испытаниях на склонность к замедленному разрушению, металла листа и готовой трубы в “экстремальных” сечениях. Проведены исследования влияния трубного передела на склонность к деформационному старению.

Ключевые слова: электросварные трубы, UO-формовка труб, механические свойства, остаточные напряжения, сопротивление разрушению, трещиностойкость, замедленное разрушение, деформационное старение.

By the example of an electric welded pipe of large diameter of the K60 strength class “extreme” cross-sections of a pipe billet have been determined, on which the working tool exerts the least and greatest influence in the course of processing at the lines with the UO-scheme of moulding. Macroscopic residual stresses and standard mechanical properties were studied, parameters of resistance to fracture including the propensity to delayed fracture were determined for the metal of sheets and finished pipes in the “extreme” cross-sections. The influence of the pipe production technology was studied on propensity of the metal to strain ageing.

Keywords: electric welded pipes, UO- moulding of pipes, mechanical properties, residual stresses, resistance to fracture, crack resistance, delayed fracture, strain ageing.

УДК.621.791.755.5.

Механические свойства сварных соединений сплава АМгб, полученных при плазменной сварке сжатой дугой переменного тока

Г. П. Фетисов, Д. А. Духновский

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

Представлены результаты исследования механических характеристик и микроструктуры сварных соединений сплава АМгб при различных режимах плазменной сварки дугой переменного тока, а также при аргоно-дуговой сварке.

Ключевые слова: плазменная сварка, механические свойства, режим плазменной сварки

The paper presents the results of investigating mechanical characteristics and microstructure of welded joints of the АМgб alloy produced by a.c. arc under various welding conditions and by argon-arc as well.

Keywords: plasma arc welding, mechanical properties, conditions of plasma welding.

УДК 669.017.3.

Компьютерное моделирование температурных полей заготовки валка и прогнозирование фазового состава стали при различных режимах термической обработки

П. А. Пачколина

*ФГАОУ ВПО “Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина”, г. Екатеринбург.
E-mail: e-burg96_polina@mail.ru.*

Приведен краткий обзор возможностей программного обеспечения QForm. Выполнено моделирование температурных полей и фазового состава углеродистой стали при различных режимах термической обработки.

Ключевые слова: углеродистая сталь, температурное поле, фазовый состав, термическая обработка, моделирование, микроструктура.

A short overview of possibilities of the QForm software is presented. Simulation was performed of temperature fields and phase composition of carbon steels in the course of heat treatment under different conditions. The calculation results were compared with experimental data.

Keywords: carbon steel, temperature field, phase composition, heat treatment, simulation, microstructure.