

# ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

2 • 2011

<i>Технологические процессы металлургии</i>	
<b>А. И. Зайцев, И. Г. Родионова, Г. В. Семернин, С. А. Мотренко, А. В. Стонога</b> Оптимизация технологии производства стали 20-КТ с высокими показателями стойкости против локальной коррозии в условиях ОАО "Тагмет" .....	5
<i>Материаловедение и новые материалы</i>	
<b>А. Р. Мишетьян, Г. А. Филиппов, Ю. Д. Морозов, О. Н. Чевская</b> Деформационное старение и свойства низколегированных трубных сталей .....	12
<b>Г. С. Белоусов, Г. А. Филиппов</b> Упрочнение деталей топливной аппаратуры в среде компримированного азота .....	20
<b>О. Ю. Ефимов, В. Б. Костерев, В. Е. Громов, Ю. Ф. Иванов, С. В. Коновалов</b> Формирование дислокационной субструктуры и наноразмерных фаз при термомеханическом упрочнении проката из стали 09Г2С .....	23
<b>Е. А. Голи-Оглу, А. Н. Борцов, К. Ю. Ментюков</b> Исследование сопротивления пластической деформации низкоуглеродистых микролегированных сталей в интервале температур чистовой стадии контролируемой прокатки .....	31
<i>Наноматериалы и нанотехнологии</i>	
<b>В. П. Алехин, О. В. Алехин</b> Формирование наноструктурного состояния никелида титана при интенсивных пластических деформациях и изучение его термической стабильности .....	36
<i>Порошковая металлургия</i>	
<b>И. О. Ершова, О. Б. Федотенкова, В. Б. Акименко</b> Порошковый сплав $Mo - 50\%W - Y_2O_3$ .....	59
<i>Экономика и организация производства</i>	
<b>О. Д. Вернидуб, С. В. Фролов</b> Прослеживаемость как ключевой элемент системы менеджмента качества в деятельности современного предприятия и лаборатории .....	65
<b>Л. Н. Шевелев, А. А. Бродов, Ю. А. Прилуцкая</b> Оценка энергоэффективности производства черных металлов .....	69
<i>Контроль металлургического производства и металлопродукции</i>	
<b>А. И. Волков, Н. В. Алов</b> Автоматизированные системы для определения химического состава сыпучих и кусковых материалов на конвейере (обзор) .....	75
<b>Л. С. Чуднова, Н. И. Елина</b> Приведение классификации отечественных сталей в соответствие с европейским стандартом EN 10020:2000 .....	89
<b>Н. В. Никоненков, Н. П. Валуйев, В. М. Качалов, Ю. В. Мойш</b> Анализ радиационных профилей транспортных средств с ломом с помощью дозиметрической стационарной системы СИММЕТ .....	94
<i>Информация</i>	
<b>А. В. Назаров</b> Сессия-симпозиум Ассоциации главных сварщиков .....	98
<b>Н. В. Колясникова, О. Н. Чевская</b> Международная научно-техническая конференция "Производство, испытания и практическое использование труб большого диаметра категорий прочности X80/X90" .....	101
Владимиру Борисовичу Акименко — 75 лет .....	104



УДК 669.14.018.8

## **Оптимизация технологии производства стали 20-КТ с высокими показателями стойкости против локальной коррозии в условиях ОАО “Тагмет”**

**А. И. Зайцев<sup>1</sup>, И. Г. Родионова<sup>1</sup>, Г. В. Семернин<sup>1</sup>,  
С. А. Мотренко<sup>2</sup>, А. В. Стонога<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, г. Москва.

E-mail: :gsemernin@yandex.ru

<sup>2</sup> ОАО “ТАГМЕТ”, г. Таганрог, Ростовская обл.

E-mail: s.motrenko@mail.ru

Рассмотрены технологические особенности производства трубной заготовки из стали 20-КТ в условиях ОАО “Тагмет”. Определены основные технологические параметры производства, оказывающие влияние на формирование в стали коррозионно-активных неметаллических включений (КАНВ). Рассмотрены результаты исследований по оптимизации технологии производства стали 20-КТ с высокими показателями стойкости против локальной коррозии в условиях мартеновского цеха ОАО “Тагмет”.

Ключевые слова: трубная заготовка, мартеновский процесс, ковшовая обработка, непрерывная разливка, коррозионно-активные неметаллические включения.

---

Technological features are considered of manufacturing tubular billets of steel 20-KT at the JSC “Tagmet”. The main processing factors of steelmaking are determined that influence the formation of corrosion-active nonmetallic inclusions (CANI) in the steel. Results of investigations are presented aimed at optimizing the technology of the 20-KT steelmaking at the open-hearth plant of the JSC “Tagmet” that allows production of metal with high rates of resistance to localized corrosion.

Keywords: tubular billet, open-hearth process, ladle treatment, continuous casting, corrosion-active nonmetallic inclusions.

УДК 622.692.4

## **Деформационное старение и свойства низколегированных трубных сталей**

**А. Р. Мишетьян, Г. А. Филиппов, Ю. Д. Морозов,  
О. Н. Чевская**

*ФГУП "ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина", г. Москва  
E-mail: mishetyan@bk.ru, morozov@chermet.net*

Одним из факторов снижения сопротивления хрупкому разрушению может служить явление деформационного старения, влияющее на эксплуатационную надежность труб. Рассмотрены основные закономерности явления деформационного старения железа и стали. Приведены результаты исследований микроструктуры, стандартных механических свойств и трещиностойкости трубных сталей в исходном состоянии и после деформационного старения. Установлено, что исследованные стали обладают разной склонностью к деформационному старению, что связано с различной технологией охлаждения после термомеханической прокатки, что, в свою очередь, отражается на структурном состоянии металла.

Ключевые слова: трубные стали, деформационное старение, механические свойства, трещиностойкость.

One of the factors reducing the resistance to brittle fracture can be the strain aging phenomenon that affects the serviceability of pipes. The basic regularities are considered of iron and steel strain aging. The results are presented of the studies of microstructure, standard mechanical properties and fracture toughness of pipe steels in the initial state and after strain aging. It has been established that the investigated steels have different tendency to strain aging, which is associated with different technologies of cooling after thermomechanical rolling, which, in turn, affect the structural state of the metal.

Keywords: pipe steels, strain aging, mechanical properties, fracture toughness.

УДК 621.785.532:669.14.018.29

## **Упрочнение деталей топливной аппаратуры в среде компримированного азота\***

**Г. С. Белоусов, Г. А. Филиппов**

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

Рассмотрены вопросы азотирования конструкционных сталей 18Х2Н4Мn и 25Х5М в молекулярном азоте под высоким давлением. Представлены результаты исследования глубины и микротвердости азотированных слоев.

Ключевые слова: азотирование, детали топливной аппаратуры, поверхностный слой, микротвердость, структура.

---

Paper is devoted to the nitriding of constructional steels 18Cr2Ni4MoA 25Ni5Mo in molecular nitrogen under high pressure. The results of research of the depth and microhardness of the nitrided layers are presented.

Keywords: nitriding, parts of fuel equipment, surface layer, microhardness, structure.

УДК 669.15: 539.15

## **Формирование дислокационной субструктуры и наноразмерных фаз при термомеханическом упрочнении проката из стали 09Г2С**

**О. Ю. Ефимов<sup>1</sup>, В. Б. Костерев<sup>1</sup>, В. Е. Громов<sup>2</sup>, Ю. Ф. Иванов<sup>3</sup>,  
С. В. Коновалов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ОАО "Западно-Сибирский металлургический комбинат", e-mail: efimov\_oy@@zsmk.ru

<sup>2</sup>Сибирский государственный индустриальный университет, e-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

<sup>3</sup>Институт сильноточной электроники СО РАН, e-mail: yufi@mail2000.ru

Методами просвечивающей электронной микроскопии проведен анализ формирования дислокационной субструктуры и наноразмерных фаз при термомеханическом упрочнении полки двутавровой балки из стали 09Г2С.

Ключевые слова: дислокационная субструктура, наноразмерные фазы, термомеханическое упрочнение

---

Transmission electron microscopy has been applied to analyze formation of dislocation substructure and nanoscale phases during thermomechanical strengthening of H-beam flange from the 09G2S steel.

Keywords: dislocation substructure, nanosized phases, thermomechanical strengthening

УДК 669.14.018.41

# **Исследование сопротивления пластической деформации низкоуглеродистых микролегированных сталей в интервале температур чистовой стадии контролируемой прокатки**

**Е. А. Голи-Оглу, А. Н. Борцов, К. Ю. Ментюков**

*ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина", г. Москва, e-mail: Goli-Ogly@yandex.ru*

Исследовано сопротивление пластической деформации низкоуглеродистых микролегированных сталей в интервале температур чистовой стадии контролируемой прокатки. По степени приращения  $\sigma$  с понижением температуры деформации рассмотрены различные методы определения температурного интервала  $\gamma \rightarrow \alpha$ -превращения для сталей класса прочности K52-K65.

Ключевые слова: контролируемая прокатка, низкоуглеродистая сталь, сопротивление деформации, фазовое превращение, моделирование.

---

The paper deals with investigations of resistance of low - carbon microalloyed steels to plastic deformation in the temperature range of finishing stage of controlled rolling. By the degree of  $\sigma$  increment with decreasing the deformation temperature various methods are considered for determining the temperature range of  $\gamma \rightarrow \alpha$ -transformation for steels of the K52-K65 strength classes

Keywords: controlled rolling, low-carbon steel, deformation resistance, phase transformation, modelling.

УДК 669.018.482.38

## **Формирование наноструктурного состояния никелида титана при интенсивных пластических деформациях и изучение его термической стабильности**

**В. П. Алехин, О. В. Алехин**

*Московский государственный индустриальный университет*

*E-mail: alehin\_valentin@mail.ru*

В качестве методов интенсивного деформационного воздействия на материал в настоящем исследовании было использовано сочетание высокого давления и сдвиговых деформаций в наковальнях Бриджмена и в валках прокатного стана. Исследование структуры и механических свойств никелида титана проведены на образцах после деформации прокаткой на 10 – 90% и в наковальнях Бриджмена при давлении 2 – 4 ГПа и угле поворота наковален 20 – 90°. Для определения влияния деформации на степень дисперсности никелида титана рентгенодифракционным методом были оценены размеры областей когерентного рассеяния (ОКР). Исследования показали, что прокатка со степенью деформации от 50 до 90% и деформирование образцов в наковальнях Бриджмена с параметрами  $P = 4$  ГПа,  $\varphi = 200^\circ$  и  $\varphi = 20^\circ$  позволяют получить рентгеноаморфный никелид титана. Исследованы внутреннее трение и модуль Юнга никелида титана после деформации прокаткой на 90% и последующего отжига, а также изменение физико-механических свойств сильно деформированного никелида титана в процессе нагрева.

Ключевые слова: никелид титана, интенсивная деформация, отжиг, структура, мессбауэровский спектр, механические свойства, внутреннее трение, разрушение.

---

Combination of high-pressure and shear deformation in Bridgman anvils and mill rolls was used in this study for intense strain effect on the material. Investigation of the structure and mechanical properties of NiTi were carried out on samples after deformation by rolling at 10 – 90% and in Bridgman anvils at a pressure of 4.2 GPa and the rotation angle of the anvils 20 – 90°. To determine the effect of deformation on the degree of dispersion of NiTi intermetallic the sizes of coherent – scattering regions were estimated using the X-ray diffraction technique. The studies revealed that rolling with the degree of deformation from 50 to 90% and deformation of the samples in Bridgman anvils with parameters  $P = 4$  GPa,  $\varphi = 200^\circ$  and  $\varphi = 20^\circ$  allow us to obtain amorphous NiTi. The internal friction and Young's modulus of NiTi after rolling deformation to 90% and subsequent annealing were studied, as well as changes in the physical and mechanical properties of severely deformed NiTi during heating.

Keywords: NiTi, intensive deformation, annealing, structure, Mossbauer spectrum, mechanical properties, internal friction, fracture.



УДК 621.762

## Порошковый сплав Мо – 50%W – Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

И. О. Ершова, О. Б. Федотенкова, В. Б. Акименко

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

Рассмотрены технологические параметры изготовления экструдированных и катанных прутков  $\varnothing 20 - 40$  мм из порошкового дисперсно-упрочненного сплава Мо – 50% W – Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Изучено влияние технологии деформирования, степени деформации, условий проведения испытаний образцов на механические свойства заготовок при 20 – 1800 °С. Приведены теплофизические характеристики сплава. Показаны преимущества сплава в сравнении с молибденом, сплавом Мо – 30 % W и вольфрамовым сплавом.

Ключевые слова: молибден, вольфрам, порошковая металлургия, плавление, экструзия, прокатка, механические свойства, теплофизические свойства.

---

Technological parameters are considered of manufacturing extruded and rolled rods ( $\varnothing 20 - 40$  mm) from powder dispersion – strengthened alloy Mo – 50 % W – Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Influence of deformation technology, deformation degree and conditions of samples testing on the mechanical properties of billets are studied at 20 – 1800°C. The alloy thermal and physical characteristics are presented. Advantages of the alloy over molybdenum, the Mo – 30 % W alloy and a tungsten alloy are shown.

Keywords: molybdenum, tungsten, powder metallurgy, fusion, extrusion, rolling, mechanical properties, thermophysical properties.

УДК 658.562.

## **Прослеживаемость как ключевой элемент системы менеджмента качества в деятельности современного предприятия и лаборатории**

**О. Д. Вернидуб, С. В. Фролов**

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

Рассмотрена необходимость наличия в системе менеджмента качества современного предприятия такого обязательного элемента как прослеживаемость, что обусловлено требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001. При рассмотрении проблемы прослеживаемости выделяют прослеживаемость процесса производства, прослеживаемость продукции, а также прослеживаемость измерений, которая имеет прямое отношение к контролю качества и деятельности испытательных лабораторий. Наличие последнего является обязательным требованием при оценке компетентности испытательных лабораторий в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17025.

Ключевые слова: прослеживаемость, идентификация, процесс производства, контроль качества, испытательная лаборатория, измерения.

---

The article describes the need of the quality management system of a modern enterprise for such a mandatory element as traceability, which is due to the requirements of standard GOST R ISO 9001. In considering the problem of traceability, it is essential to distinguish traceability of the production process, produce traceability and measuring traceability, which is directly related to quality control and operation of testing laboratories. The presence of the latter is a requirement for assessing the competence of testing laboratories in accordance with GOST R ISO 17025 ..

Keywords: traceability, identification, production process, quality control, testing laboratory, metrology.

УДК 669.012.37.

## Оценка энергоэффективности производства черных металлов

Л. Н. Шевелев, А. А. Бродов, Ю. А. Прилуцкая

ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», г. Москва,  
e-mail: brodov-steel@mtu-net.ru

Приведена методика оценки энергосбережения и повышения энергоэффективности металлургического производства. Выполнен экспериментальный расчет по определению уровней энергоемкости всех видов металлопродукции на предприятиях, производящих сталь. Проведен анализ динамики изменения энергоэффективности производства стали за 1990 – 2010 гг.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергоемкость, энергосбережение, энергопотребление, выбросы CO<sub>2</sub>.

---

The paper describes a method of assessing energy savings and improving energy efficiency of metallurgical production. Experimental calculation has been carried out to determine the levels of energy consumption in the production of all types of metal at steelmaking plants. The dynamics of changes in the energy efficiency of steel production has been analyzed. for the years 1990 – 2010.

Keywords: energy efficiency, power intensity, energy savings, energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions.

УДК 543.068.2+543.42

## **Автоматизированные системы для определения химического состава сыпучих и кусковых материалов на конвейере (обзор)**

**А. И. Волков, Н. В. Алов**

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

*E-mail: n\_alov@mail.ru, alov@analyt.chem.msu.ru*

Представлен обзор автоматизированных систем для определения химического состава сыпучих и кусковых материалов на конвейере. Рассмотрены основные направления развития автоматизации химического анализа. Описаны автоматизированные системы аналитического контроля с отбором и подготовкой проб. Представлены данные о системах химического анализа сыпучих материалов непосредственно в технологическом потоке. Обсуждаются особенности применяемых в этих системах методов химического анализа и современные спектрометры для анализа в потоке.

Ключевые слова: автоматизированная система аналитического контроля, химический состав, нейтронно-активационный анализ, рентгеноспектральный анализ, анализ на конвейере, сыпучий и кусковой материал

---

The paper provides a review of automated systems for determining the chemical composition of lump and bulk materials on a conveyor belt. The main directions of developing automation of chemical analysis were considered. Automated systems for analytical control combined with selection and preparation of samples were described. Data were presented on systems for chemical analysis of lump materials directly on production lines. Special features were discussed of the chemical analysis techniques used in these systems and modern spectrometers for the analysis on production lines.

Keywords: automated systems for analytical control, chemical composition, neutron activation analysis, X-ray spectrum analysis, analysis on conveyor belts, lump material, bulk material.

УДК 658.516

## **Приведение классификации отечественных сталей в соответствие с европейским стандартом EN 10020:2000**

**Л. С. Чуднова, Н. И. Елина**

*ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина", г. Москва,  
E-mail: ababkov\_zssm@mail.ru*

Рассматривается проект стандарта по классификации стали по химическому составу и основным классам качества.

Ключевые слова: классификатор продукции, стандарт, классификация по химическому составу, классификация по качеству.

---

A draft standard are presented for the classification of steel by chemical composition and main classes of quality.

Keywords: classification of products, standard, classification by chemical composition, classification of quality.

УДК 669:621.039.7

## **Анализ радиационных профилей транспортных средств с ломом с помощью дозиметрической стационарной системы СИММЕТ**

**Н. В. Никоненков, Н. П. Валуев, В. М. Качалов, Ю. В. Мойш**

*ФГУП "ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина", г. Москва,*

*E-mail: nikonenkov@mtu-net.ru*

Описаны радиационные профили транспортных средств с ломом, полученных с помощью стационарной системы радиационного контроля СИММЕТ на базе двух детекторов гамма-излучения.

Ключевые слова: гамма-излучение, радиационный фон, металлолом, источник радиации, надфоновая мощность дозы, предел обнаружения.

---

The paper presents radiation profiles of vehicles with metal scrap, obtained with the stationary radiation monitoring system SIMMET based on the two gamma-ray detectors.

Keywords: gamma radiation, radioactive background, metal scrap, radiation source, dose rate above the background, detection limit.

## Сессия-симпозиум Ассоциации главных сварщиков

**А. В. Назаров**

ФГУП “ЦНИИЧермет им. И.П.Бардина”, г.Москва,  
E-mail: morozov@chermet.net

16 марта 2011 года в ФГУП “ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина” совместно с Московской межотраслевой Ассоциацией главных сварщиков (ММАГС) проведена очередная Мартовская сессия-симпозиум Ассоциации.

В соответствии с программой сессии в выступлениях рассмотрены прорывные технологии сварки, вопросы надёжности сварных конструкций и сообщения под девизом “Другая сварка”.

В вступительном слове Президент ММАГС, заслуженный машиностроитель РФ — В.Н. Бутов приветствовал участников сессии и наметил направления, которые предстояло осветить в процессе работы сессии.

Участников сессии-симпозиума приветствовал Генеральный директор ФГУП “ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина” — Е.Х.Шахпазов. В своём выступлении он рассказал о структуре и основных направлениях работы ЦНИИЧермет, его месте в научно-производственном потенциале России. В частности он отметил, что создание материалов с новыми свойствами и изготовление высоконадежных сварных конструкций невозможно без обеспечения хорошей свариваемости сталей. В институте исследуется свариваемость конструкционных сталей для сварных конструкций и нефте-газопроводных труб, нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов, сталей для атомной энергетики и криогенной техники. В настоящее время сотрудниками института ведутся исследования, которые развивают сварочную науку в следующих направлениях:

- охрупчивание зоны термовлияния вследствие неблагоприятных микроструктурных превращений и роста зерна аустенита;
- образование холодных трещин в результате мартенситных превращений и охрупчивающего воздействия водорода;

— высокотемпературное охрупчивание, вызываемое пограничной сегрегацией примесных элементов;

— слоистое разрушение под влиянием сварочных напряжений;

— разупрочнение сварных соединений высокопрочных сталей;

— коррозионное растрескивание и общая коррозия под воздействием среды.

Созданы новые современные трубные и мостовые стали, а так же стали для других строительных конструкций, которые востребованы трубопрокатными заводами и предприятиями-производителями металлоконструкций. Решены сложные вопросы обеспечения надёжности сварных толстостенных труб для наземных и подводных трубопроводов на давлении до 25 МПа с уровнем ударной вязкости образцов с острым надрезом при температуре минус 60°C более 63 Дж/см<sup>2</sup>. Научные разработки института востребованы на ведущих заводах отрасли, таких, как Выксунский металлургический завод, “Северсталь ЧерМК”, комбинат “Уральская сталь”, Волжский трубный завод, Магнитогорский меткомбинат, группа ЧТПЗ, “Ижорский трубный завод”, Воронежский, Курганский и Улан-Удинский мостостроительные предприятия, Челябинский и Белгородский заводы металлоконструкций. В настоящее время выполняются работы и с зарубежными заказчиками.

На сессии были заслушаны и обсуждены следующие доклады.

В докладе А.Н.Борцова (ЦНИИЧермет им. И.П.Бардина) и И.Л. Пермякова (ОАО “Волжский трубный завод”) “Критерии свариваемости толстолистового проката для сварных конструкций и труб большого диаметра” изложены технологические особенности сварки конструкций и труб большого

диаметра из толстолистового проката. Представлена методика расчёта тепловых полей при сварке и получены зависимости влияния тепловложения при сварке от температуры металла перед сваркой. Разработанная в ЦНИИчермет методика моделирования сварочных циклов, основанная на высокоскоростном индукционном нагреве и последующем охлаждении с фиксированными скоростями ударных образцов, показала, что в интервале скоростей охлаждения после сварки от 20 до 70 °С/с формируется благоприятная микроструктура околошовной зоны, которая гарантирует высокую ударную вязкость с уровнем более 100 Дж/см<sup>2</sup>. Повышение свойств сварных соединений возможно путём увеличения скорости охлаждения ОШЗ за счет локального регламентируемого охлаждения; применения сварочных материалов, повышающих хладостойкость сварного шва (с учетом требований испытаний — 50% сварного шва + 50% ОШЗ); применения сталей, обеспечивающих мелкозернистую структуру ОШЗ при воздействии высокотемпературного сварочного цикла с большим тепловложением.

И.И. Франтов (ЦНИИчермет им. И.П.Бардина) и И.Л. Пермяков (ОАО “Волжский трубный завод”) в докладе “Металловедение и поведение углеродистых и низколегированных сталей при тепловом воздействии сварки” раскрыли принципы исследования свариваемости углеродистых и низколегированных сталей, которые основаны на изучении взаимосвязи изменений физико-механических свойств стали при фазовых превращениях в металле околошовной зоны при сварке.

В докладе К.Ю.Ментюкова (ЦНИИчермет им. И.П.Бардина) “Исследование свариваемости стального проката толщиной 40 мм из стали марки EN40 на соответствие стандарту NR 216/5” представлены результаты испытаний двух стыковых сварных соединений, сваренных с тепловложениями 1,5 и 5 кДж/мм, соответственно. Показано, что оба сварных соединения равнопрочны основному металлу, минимальную ударную вязкость при температуре испытания минус 40 градусов имеют образцы с надрезом по линии сплавления независимо от тепловложения при сварке. Описаны микроструктура зоны термического влияния и макроструктура сварного соединения.

В докладе “Исследования свариваемости стального проката толщиной 40 мм из новой микролегированной конструкционной стали, изготовленной на заводе DanSteel в соответствии со стандартом EN 10225:2001 (E)” (М.А.Ефимов, ЦНИИчермет им. И.П.Бардина) приведены результаты испытания на свариваемость новой микролегированной конструк-

ционной стали. Сварные соединения, испытанные до и после термической обработки (нормализации), имели значения ударной вязкости (KCV) и критического раскрытия трещины (CTOD), удовлетворяющие требования стандарта. Данные исследования позволили использовать эту сталь при изготовлении пришельфовых сварных конструкций ответственного назначения в Германии и странах Еврозоны.

В докладе института лазерных и сварочных технологий Санкт-Петербургского университета “Перспективы лазерно-дугового процесса для сварки толстолистового проката для сварных конструкций и труб большого диаметра” представлена принципиальная технологическая схема процесса гибридной лазерно-дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитных газов. Преимуществами такой сварки являются: большая толерантность по отношению к точности сборки по сравнению с лазерной сваркой; возможность применения более узких разделок по сравнению с дуговыми методами сварки; возможность заполнения разделки за один проход; более высокая производительность по сравнению с дуговыми методами сварки; снижение сварочных деформаций по сравнению с дуговыми методами сварки и обеспечение свариваемости специальных трубных сталей за счет легирования с помощью электродной проволоки. Приведены примеры сочетания лазерно-дугового метода и метода сварки под флюсом при сварке металла больших толщин. Представлено оборудование лазерно-дугового технологического комплекса для сварки плавящимся электродом.

ОАО “НИКИМТ” – “Атомстрой” в докладе Б.Р.Рябиченко “Автоматические головки для сварки неповоротных стыков труб в монтажных условиях (обвязка реакторов) — в диапазоне диаметров от 15 мм до 530 мм” представил оборудование для автоматизированной сварки трубопроводов. Основными причинами актуальности автоматической сварки труб в отрасли являются: высокие требования к качеству сварки и надежности сварных соединений; дефицит сварщиков высокой квалификации; требования к снижению дозовых нагрузок на персонал. Оборудование для ремонтных работ, базируясь в значительной степени на принципах и опыте создания сварочного оборудования общего назначения, должно вместе с тем учитывать ряд факторов специфики атомных энергетических установок, выдвигающих специальные требования к технологии сварки, конструкции оборудования, правилам его эксплуатации. Для ряда ремонтных операций использование специального сварочного автомата является единственно возможным средством. К



сварочным автоматам такого рода можно отнести внутритрубные автоматы, отличительной особенностью которых является высокая плотность размещения механизмов и узлов в сварочной головке, нетрадиционное конструктивное их исполнение, полностью механизированное дистанционное управление всеми настроечными и управляющими движениями, обязательное наличие системы дистанционного наблюдения. Выпускаемые НИКИМТом автоматы полностью охватывают диапазон диаметров труб от 8 до 800 мм. Трубосварочные автоматы НИКИМТ не уступают, а во многом превосходят автоматы других производителей. НИКИМТ может разрабатывать и изготавливать оборудование для сварки труб любой сложности, как для монтажных, так и ремонтных работ. Автоматизация сварки труб обеспечивает гарантированное качество соединений, повышает производительность и снижает стоимость сварочных работ и дозовые нагрузки на персонал, а так же снижает потребность в сварщиках высокой квалификации.

В докладе “Серийное производство направленным взрывом плакированных и многослойных листовых и трубных материалов. Примеры использования” (Л.Б.Первухин и О.Л.Первухина, Битруб Интернэшнл, г. Черноголовка-Красноармейск, Московская область) дан сравнительный анализ производства биметаллов методом пакетной прокатки, электрошлаковой наплавки и сваркой взрывом. Преимуществами производства методом сварки взрывом являются: универсальность и отсутствие ограничений по номенклатуре; минимальный расход электроэнергии; расходный коэффициент 1,05; возможность производить любые партии металла; свариваемые металлы не претерпевают никаких изменений. В докладе приведены схемы получения сваркой взрывом листовых, трубных и длинномерных биметаллов.

Доклад “Автоматический сварочный комплекс для сварки и ремонта магистральных трубопроводов и резервуаров” (ООО “Кемппи”, г. Москва) был посвящен автоматическому сварочному комплексу Kemppi – Railtrac, в состав которого входят сварочные аппараты Kemppi с функцией Wise Root для сварки корневого шва на свободном зазоре. Технология Wise Root — это технология сварки корневого шва модифицированной короткой дугой. Технология основана на цифровом контроле и регулировке электроникой сварочного аппарата параметров дуги — сварочного тока и напряжения. Технология применима для сварки низкоуглеродистых и легированных сталей, облегчает и ускоряет работу сварщика. Дуга стабиль-

ная и почти без брызг обеспечивает соединение превосходного качества при правильно подобранных параметрах. Техническим результатом является низкое тепловложение, снижающее деформации при сварке.

В докладе ОАО “НИКБООР” (г.Электросталь, Московская область) “Проектирование и изготовление производственной металлической мебели и стеллажного оборудования” представлена основная серийная продукция этого предприятия. ОАО “НИКБООР” на протяжении последних 50 лет специализируется в области проектирования и изготовления производственной металлической мебели и стеллажного оборудования. С 70-х годов оно является одним из главных поставщиков металлической мебели для предприятий атомной отрасли и машиностроения.

Основная серийная продукция этого предприятия включает слесарные верстаки, сварочные и монтажные столы, инструментальные тумбы и шкафы, шкафы для одежды и документов, различные металлические контейнеры, противопожарные двери и стеллажи. Отличительной особенностью ОАО “НИКБООР” является возможность самостоятельно проектировать и производить нестандартные металлоконструкции и специализированную продукцию (например, транспортные контейнеры для топливных элементов АЭС и нестандартные металлоконструкции для химотходов). Для производства высококачественной продукции ОАО располагает современной производственной базой, включающей листогибочное оборудование, гильотинные ножницы “VIMERCATI”, координатно-пробивной пресс “EUROMAC”, штамп-пресса до 250 тонн, парк сварочных полуавтоматов, покрасочная камера порошковой окраски и др.

А.А. Юшин (ООО “Технологический центр “ТЕНА”) в докладе “Разработка критериев оценки сварочных свойств оборудования для дуговой сварки с управляемым каплепереносом” остановился на современных сварочных процессах, реализованных в сварочном оборудовании с управляемыми (инверторными) источниками питаниями. Для механизированной сварки в защитных газах существуют следующие критерии оценки сварочных свойств оборудования: стабильность процесса сварки, разбрызгивание металла, качество формирования шва. При оценке сварочных свойств сварочное оборудование считается прошедшим аттестацию, если средний балл по каждому показателю его свойств окажется не менее 4. Проведена экспериментальная оценка промышленного оборудования TransPulsSynergic 3200 СМТ (процесс СМТ).

# **Международная научно-техническая конференция “Производство, испытания и практическое использование труб большого диаметра категорий прочности X80/X90”**

**Н. В. Колясникова, О. Н. Чевская**

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

6 – 7 апреля 2011 г. в г. Москве проходила Международная научная конференция “Производство, испытания и практическое использование труб большого диаметра категорий прочности X80/X90”, организованная совместно ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина” и фирмой СВММ (Бразилия). Она собрала более 80 ученых и специалистов из 9 стран: России, Бразилии, США, Великобритании, Канады, Италии, Индии, Украины, Белоруссии. В конференции приняли участие специалисты известных зарубежных компаний, занятых в области разработки и исследования трубных сталей и газонефтепроводных труб большого диаметра: СВММ (Бразилия), Microalloyed Steel Institute L.P. (США), Centro Sviluppo Materiali (Италия), Macaw Engineering Limited (Великобритания), VMT Fleet Technology Limited (Великобритания.), McMaster (Канада), Aurohill (Индия). Российские организации были представлены специалистами ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”, НО “Фонд развития трубной промышленности”, ФГУП “ЦНИИ КМ “Прометей”, ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН РФ, ОАО “РосНИТИ”, НИТУ МИСиС, ООО “НИИ ТНН”, ОАО “Гипроспецгаз”, ЗАО “Объединенная металлургическая компания”, ОАО “Выксунский металлургический завод”, ЧерМК ОАО “Северсталь”, ЗАО “Ижорский трубный завод”, ОАО “ЧТПЗ”,

ОАО “Магнитогорский металлургический комбинат”, ОАО “Уральская Сталь”, ОАО “Нижнетагильский металлургический комбинат”, ОАО “Новолипецкий металлургический комбинат”, ЗАО “ТД “Трубная металлургическая компания”. В конференции приняли участие специалисты металлургических и трубных компаний из Украины: Метинвест, Индустриальный Союз Донбасса, ОАО “МК “Азовсталь”, ОАО “Харьковский трубный завод”, ОАО “Алчевский металлургический комбинат”, а также ГНУ “Физико-технический институт НАН Беларуси”.

С приветственным словом к участникам обратились организаторы конференции: директор по технологиям фирмы СВММ (Бразилия) Марко Стюарт и генеральный директор ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина” Е.Х. Шахпазов.

Генеральный директор ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина” Е.Х. Шахпазов в своем выступлении отметил, что одним из важных условий модернизации отечественной металлургии является постоянный обмен научными и практическими результатами между разработчиками стали, производителями и потребителями металлопродукции. Именно поэтому ЦНИИчермет им. И.П. Бардина регулярно организует и проводит международные семинары и конференции, посвященные различным аспектам создания

металлургической продукции самого высокого качества. Нельзя не отметить ту положительную роль, которую сыграло более чем 25-летнее научно-техническое сотрудничество ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина с бразильской компанией СВММ. За эти годы было организовано и проведено около 10 международных конференций и семинаров, по результатам работы которых были изданы сборники докладов, такие как "Разрушение в газопроводах" (1984 г.); "Автомобильные стали" (1986 г.); "Современные HSLA стали для строительных конструкций" (2000 г.) и др. Шахпазов Е.Х. отметил, что самое большое внимание в совместных проектах ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина и компания СВММ уделяли вопросам создания сталей для газонефтепроводных труб. За последние годы ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина были проведены Международная научно-техническая конференция по трубной тематике "Современные стали для газо-нефтепроводных труб" (2006 г.) и Международный семинар "Современные тенденции разработки и производства сталей и труб для магистральных газонефтепроводов" (2008 г.).

Внимание участников конференции было представлено 19 научно-технических докладов.

С большим обзорным докладом на тему: "Развитие производства труб большого диаметра в России" выступил директор НО "Фонд развития трубной промышленности" А.Д. Дейнеко. Д. М. Грей (президент Microalloyed Steel Institute L.P. (США) в докладе "Производство и применение низкоуглеродистой хром-ниобиевой трубной стали, подвергнутой высокотемпературной термомеханической обработке" обобщил исторический опыт разработки и производства труб большого диаметра во всем мире. Доклад директора Центра сталей для труб и сварных конструкций ФГУП "ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина" Ю.Д. Морозова "Современный подход к созданию высокопрочных толстолистовых сталей класса прочности X80, основанный на получении целевого структурного состояния, обеспечивающего требования к металлу труб" был посвящен рассмотрению особенностей формирования микроструктуры и оптимальному соотношению структурных составляющих. Д. Демофонти (Centro Sviluppo Materiali, Италия) в докладе "Влияние пластической деформации на характер распространения трещины в высокопрочных газопроводах" провел сопоставление различных критериев, определяющих трещиностойкость высокопрочных труб. Во втором докладе Д. Демофонти сообщил об использовании комплексного подхода к обоснованию расчета газопроводов из высокопрочных сталей по допустимой деформации, включающего результаты полномасштабных

испытаний и их численный анализ. Директор Института качественных сталей ФГУП "ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина" Г.А. Филиппов посвятил свой доклад "Механизмы разрушения металла труб из высокопрочных сталей и способы повышения сопротивления вязкому и хрупкому разрушению" рассмотрению закономерностей и механизмов разрушения трубных сталей в условиях хладноломкости, стресс-коррозии и водородной хрупкости. Питер Бусби из компании Masaw Engineering Limited, Великобритания рассказал об опыте строительства и безаварийной эксплуатации в течение более десяти лет британских магистральных трубопроводов из стали X80.

Несколько сообщений на конференции были посвящены изучению особенностей формирования микроструктуры, трещиностойкости и возможностям остановки трещины в высокопрочных трубных сталях. Так профессор Сундареса В. Субраманиан (Университет McMaster (Канада) доложил об эффективности применения метода ДОЭ в исследованиях высокоугловых границ для контроля хрупкого разрушения трубной стали, микролегированной ниобием. В докладе ОАО "РосНИТИ" "Оценка трещиностойкости (вязкости разрушения) трубных сталей категории прочности K65 (X80)" А.О. Струиным определена применимость стандартных методов определения трещиностойкости к трубным сталям категории прочности K65 (X80). В докладе И.Ю. Пышминцева и А.М. Гервасьева (ОАО "РосНИТИ") "Параметры микроструктуры, определяющие способность современных высокопрочных газопроводных труб останавливать магистральную трещину" показана взаимосвязь микроструктуры, текстуры и характера разрушения основного металла прямошовных труб диаметром 1420 мм из стали класса прочности X80. Научный руководитель инженерно-технологического центра ЗАО "Объединенная металлургическая компания" — ОАО "Выксунский металлургический завод" Л.И. Эфрон выступил с докладом "Концепция оптимального состава и структурного состояния основного металла высокопрочных (X80-X100) газонефтепроводных труб с учетом влияния трубного передела на свойства металла и обеспечения хорошей свариваемости труб большой толщины", в котором доложил о практическом применении стали категории прочности X80 в проекте "Бованенково-Ухта".

Большой интерес представляли сообщения ведущих специалистов заводов-производителей листового проката для труб большого диаметра. М.Б. Клюквин (ЧерМК ОАО "Северсталь") в докладе "Разработка и промышленное освоение произ-

водства на стане 5000 ЧерМК ОАО "Северсталь" толстолистового проката категорий прочности X80-X100" сообщил о том, что компания является основным поставщиком трубных сталей для четырех веток мегапроекта "Ямал", в том числе для подводного участка газопровода. Трубы категории прочности X80 производства ЗАО "ИТЗ", ОАО "ВТЗ" и ОАО "ЧТПЗ", изготовленные из листового проката ОАО "Северсталь" для трубопровода "Бованенково-Ухта", по характеристикам превосходят трубы других поставщиков, что подтверждено пневматическими испытаниями на полигоне ОАО "Газпром". В докладе представителя ФГУП "ЦНИИ КМ "Прометей" О.В. Сыч обобщен опыт разработки и опробования промышленного производства на стане 5000 ЧерМК ОАО "Северсталь" проката повышенной прочности X90-X100. Начальник ЦЗЛ ЗАО "Ижорский трубный завод" Р.В. Сулягин в докладе "Производство высокопрочных труб нового поколения для стратегических газопроводных проектов из сталей категорий прочности до K65" основное внимание уделил необходимости разработки научно-обоснованных подходов к

определению основных технических требований к трубам категории прочности K65, гарантирующих надежность и безопасность транспортировки газа. В ЗАО "ИТЗ" изготовлены 200 тысяч тонн труб  $\varnothing 1420 \times 27,7$  мм категории прочности K65 (X80), отвечающих возросшим требованиям новых стратегических газотранспортных проектов ОАО "Газпром". Доклад С.В. Денисова (ОАО "Магнитогорский металлургический комбинат") был посвящен опыту промышленного производства на стане 5000 ОАО "ММК" проката толщиной 23 и 27,7 мм категории прочности X80 для труб большого диаметра.

Конференция завершилась интересной дискуссией, в которой приняли активное участие, как докладчики, так и слушатели. При этом все выступающие отметили высокий уровень прослушанных докладов и хорошую организацию конференции. В связи с большим интересом и актуальностью вопросов, поднятых в докладах и сообщениях, организаторы конференции приняли решение об опубликовании сборника трудов.



## Владимиру Борисовичу Акименко — 75 лет

Исполнилось 75 лет известному специалисту в области порошковой металлургии, директору Института порошковой металлургии ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П.Бардина”, заслуженному металлургу РФ, члену редколлегии нашего журнала Владимиру Борисовичу Акименко.

По окончании Грузинского политехнического института в 1959 г. В.Б.Акименко работал инженером-технологом Руставского металлургического завода, затем младшим научным сотрудником Института прикладной химии и электрохимии Академии наук Грузии, а с 1962 г. в ЦНИИчермет старшим научным сотрудником. В 1965 г. В.Б.Акименко был назначен начальником отдела порошковой металлургии Главспецстали Минчермета СССР. В 1988 г. с должности заместителя главного инженера Главспецстали был направлен в ЦНИИчермет в качестве заместителя директора Института порошковой металлургии, с 1999 г. В.Б.Акименко — директор этого института.

Основная научная деятельность В.Б.Акименко связана с разработкой технологии и оборудования для производства железных и легированных порошков и изделий массового назначения. За годы работы в Минчермете Владимиром Борисовичем проделана большая организационная работа по созданию объектов массового выпуска железных порошков высших марок, благодаря чему в 80–90-е годы был полностью исключен импорт восстановленных

порошков. В.Б.Акименко принимал активное участие в организации производства распыленных порошков на Броварском заводе порошковой металлургии и Сулинском металлургическом заводе, им сделан большой вклад в развитие отечественного производства хрома высокой чистоты, а также в создание и освоение многотоннажного производства изделий из металлических порошков.

В настоящее время В.Б.Акименко успешно занимается разработкой научных основ и технологическим обеспечением промышленного производства высокотемпературных материалов и изделий из них для нужд новой техники. Его отличает умение создавать и поддерживать активную творческую и трудовую деятельность коллектива Института порошковой металлургии, направляя все усилия на выполнение важнейших научно-исследовательских работ.

В.Б.Акименко — автор более 180 научных трудов, в том числе 7 монографий, 49 патентов и изобретений, Владимиру Борисовичу присуждены Государственная премия УССР (1979 г.), премии Совета Министров СССР (1981 г.) и Правительства РФ (2001 г.) в области науки и техники.

*Редакция журнала “Проблемы Черной Металлургии и материаловедения” сердечно поздравляет Владимира Борисовича с 75-летием, желает ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.*