

ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

1 • 2009

Сырьевая база черной металлургии

А. В. Кокин

Геологические и минералого-геохимические особенности
нового типа марганцевой минерализации 5

Технологические процессы металлургии

А. И. Дагман, А. И. Зайцев, И. А. Некрасов, И. Г. Родионова

Оптимизация технологии ковшовой обработки трубных сталей для повышения чистоты
непрерывнолитых заготовок по неметаллическим включениям 15

С. И. Жульев, Д. В. Руцкий, К. Ю. Бод

Разработка кузнечных слитков переменного сечения для получения полых ступенчатых
поковок с повышенной однородностью механических свойств 26

Ал. В. Серебряков, С. П. Буркин, С. И. Паршаков, Ан. В. Серебряков,

В. В. Мальцев, Д. В. Марков, С. А. Ладыгин, С. Б. Прилуков
Прецизионные трубы из коррозионностойкой стали с субмикронной чистотой поверхности 31

Материаловедение и новые материалы

Е. А. Будовских, Ю. Ф. Иванов, А. Я. Багаутдинов, А. В. Вострецова, В. Е. Громов

Структурно-фазовые состояния поверхностных слоев железа при электровзрывном легировании 37

В. И. Славов, Н. А. Попкова

Кристаллографические особенности металла для газопроводных труб 43

И. О. Ершова

Методы испытаний и механические свойства тугоплавких материалов 51

Наноматериалы и нанотехнологии

С. Е. Манаенков, А. М. Глезер

Влияние нанокристаллизации на механические свойства и процессы деформации в аморфных сплавах 58

Е. А. Левашов, Д. В. Штанский, Ф. В. Кирюханцев-Корнеев, М. И. Петржик

Современное состояние в области получения и исследования функциональных наноструктурированных покрытий 65

Б. В. Фармаковский, П. А. Кузнецов, В. А. Малышевский

Основные задачи, решаемые научным нано-технологическим центром фгупцнии КМ "Прометей"
в области конструкционных и функциональных наноматериалов 89

Н. В. Тарасова, С. Н. Салтыков

Развитие представлений о влиянии микро- и наноструктуры железоуглеродистых сплавов
на их электрохимическое растворение 97

О. Ю. Ефимов, Ю. Ф. Иванов, А. Б. Юрьев, В. Е. Громов, С. В. Коновалов

Формирование и эволюция наноструктуры при плазменном упрочнении чугуновых валков и эксплуатации 101

Информация

И. Г. Родионова

Международная конференция "Современные требования и металлургические аспекты
повышения коррозионной стойкости и других служебных свойств углеродистых
и низколегированных сталей" 108

Организация научно-технологического центра "Марганец" 111

PROBLEMS OF FERROUS METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

CONTENTS

1 • 2009

<i>Raw materials for ferrous metallurgy</i>	
A. V. Kokin Geological and mineralogy-geochemistry features of new type of manganese mineralization	5
<i>Production processes in metallurgy</i>	
A. I. Dagman, A. I. Zaitsev, I. A. Nekrasov, I. G. Rodionova Optimization of technology of pipe steels ladle treatment for decrease of non-metallic impurities content in continuously — cast billets	15
S. I. Zhul'ev, D. V. Rutskiy, K. Yu. Bod Development of variable cross section forging-grade ingots for obtaining of hollow step forged pieces with increased uniformity of mechanical properties	26
Al. V. Serebryakov, S. P. Burkin, S. I. Parshakov, An. V. Serebryakov, V. V. Mal'tsev, D. V. Mark, S. A. Ladygin, S. B. Prilukov Precision pipes from corrosion-resisting steel with submicronic cleanliness of surface	31
<i>Materials science and new materials</i>	
E. A. Budovskiy, Yu. F. Ivanov, A. Ya. Bagautdinov, A. V. Vostretsova, V. E. Gromov Structure-phase state of iron surface layers under electro-explosive alloying	37
V. I. Slavov, N. A. Popkova Crystallography features of metal for gas pipes	43
I. O. Ershova Testing methods and mechanical properties of refractory materials	51
<i>Nanomaterials and nanotechnologies</i>	
S. E. Manaenkov, A. M. Glezer Effect of nano-crystallization on mechanical properties and deformation processes in amorphous alloys	58
E. A. Levashov, D. V. Shtanskiy, F. V. Kiryukhantsev-Korneev, M. I. Petrzhik Current state in development and research of functional nano-structured coatings	65
B. V. Farmakovskiy, P. A. Kuznetsov, V. A. Malyshevskiy Basic problems decided by "FGUP CNII Prometey" scientific nano-technological centre in area of structural and functional nanomaterials	89
N. V. Tarasova, S. N. Saltykov Development of representations about influence of micro- and nanostructure of iron-carbon alloys on their electrochemical dissolution	97
O. Yu. Efimov, Yu. F. Ivanov, A. B. Yur'ev, V. E. Gromov, S. V. Kononov Formation and evolution of nanostructure under plasma hardening of cast-iron rolls	101
<i>Information</i>	
I. G. Rodionova International conference "Modern requirements and metallurgical aspects of corrosion resistance and other service properties of low-alloying steels"	108
Organization of scientific-and-engineering centre "Manganese"	111

УДК 549.321.12(571.56)

Геологические и минералогическо-геохимические особенности нового типа марганцевой минерализации

А. В. Кокин

*Ростовский международный Институт экономики
Северо-Кавказской Академии государственной службы, г.Ростов-на-Дону
E-mail: kokin.alexandr@gmail.com*

Марганцевый объект Высокогорный в Якутии поздне мелового возраста представлен протяженными жильными зонами и жилами, состоящими на 95 – 98% из моносulfида марганца (алабандина – MnS). Располагается в восточной части Южно-Верхоянского синклинория среди вулканогенного Охотского комплекса. Рудовмещающими отложениями являются терригенные породы поздней перми, реже вулканиды среднего и кислого состава позднего мела. Объект представляет собой рудное поле площадью более 20 км² с наличием в его пределах зонально построенного алабандинового и полисульфидного свинец-цинк-олово-серебряного оруденения. Северная часть рудного поля представляет собой уникальный по составу и запасам марганца рудный объект мономинеральных алабандиновых руд, а южная – объект с полисульфидной олово-серебряной минерализацией.

УДК 669.14.018.8

Оптимизация технологии ковшовой обработки трубных сталей для повышения чистоты непрерывнолитых заготовок по неметаллическим включениям

**А. И. Дагман¹, А. И. Зайцев², И. А. Некрасов¹,
И. Г. Родионова²**

¹ ОАО "Новолипецкий металлургический комбинат"

E-mail: konovalenko_vv@nlmk.ru

² ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П.Бардина"

E-mail: aizaitsev@mtu-net.ru

Выполнено исследование загрязненности трубных сталей текущего производства неметаллическими включениями. Показано, что оптимизация технологии ковшовой обработки стали с целью повышения чистоты металла по сульфидным включениям, а также по включениям на основе алюминатов кальция наиболее актуальна для производства металлопродукции с повышенной коррозионной стойкостью. Определены основные источники и причины загрязнения трубных сталей неметаллическими включениями. На основе выполненного анализа существующей технологии предложена корректировка технологических параметров обработки трубных марок стали в ковше, которая обеспечивала оптимальный тип неметаллическим включениям и требуемый уровень чистоты металла. Результаты серии опытных плавов подтвердили, что предложенные режимы ковшовой обработки углеродистых и низколегированных трубных сталей позволяют получать непрерывнолитые заготовки с высокими показателями чистоты по неметаллическим включениям.

УДК 669-412

Разработка кузнечных слитков переменного сечения для получения полых ступенчатых поковок с повышенной однородностью механических свойств

С. И. Жульев¹, Д. В. Руцкий¹, К. Ю. Бод²

¹ *Волгоградский государственный технический университет,*

E-mail: tecmat@vstu.ru

² *Волгоградский филиал ОАО "НИИЭС"*

Исследован ступенчатый удлиненный прибыльный слиток, отливаемый в составную из двух полуформ двухконусную изложницу переменного сечения. Показано, что в слитке данной геометрии меньшее развитие получают химическая и структурная неоднородности. Существенное развитие получает физическая неоднородность, которая имеет благоприятное расположение. Усадочная раковина значительно развита по длине не большое по ширине при этом она сосредоточена в верхней полуформе, низ слитка имеет плотное строение. Зона физической неоднородности гарантированно удалится при последующей ковке или механической обработке. Большая химическая однородность слитка снижает разброс механических свойств по длине и сечению полых ступенчатых длинномерных поковок. Слиток или только его верхняя часть, пригоден дляковки длинномерных полых поковок переменного сечения, а его нижняя (узкая) часть может быть использована для получения сплошных изделий.

УДК 621.774.37

Прецизионные трубы из коррозионностойкой стали с субмикронной чистотой поверхности

**Ал. В. Серебряков¹, С. П. Буркин¹, С. И. Паршаков¹,
Ан. В. Серебряков², В. В. Мальцев², Д. В. Марков³,
С. А. Ладыгин³, С. Б. Прилуков³**

¹ ООО "Новые технологии труб", Первоуральск

E-mail: ntt@pervouralsk.ru

² ОАО "Первоуральский новотрубный завод", Первоуральск

E-mail: Andrey.Serebryakov@pntz.ru

³ ЗАО "Группа ЧТПЗ", Челябинск.

Рассмотрена проблема налипания металла на инструмент, решение которой позволило решить практическую задачу достижения высокой точности размеров и высокого качества поверхности труб. Приведены примеры реализации новой технологии. Представлены сравнительные результаты оценки качества поверхности и точности размеров труб.

УДК 669.295:696.621.793

Структурно-фазовые состояния поверхностных слоев железа при электровзрывном легировании

**Е. А. Будовских, Ю. Ф. Иванов, А. Я. Багаутдинов,
А. В. Вострецова, В. Е. Громов**

ГОУ ВПО "Сибирский государственный индустриальный университет"
E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

Методами световой и растровой электронной микроскопии и послойного электронно-микроскопического анализа тонких фольг изучены особенности структуры поверхностных слоев, сформированных при электровзрывном легировании, меднении, бороалитировании и боромеднении железа. Установлено формирование по всей глубине зоны легирования наноразмерных фаз, обусловленное высокой степенью легирования, перегревом расплава под давлением струи и последующим охлаждением с высокой скоростью. Показано, что после различных видов электровзрывной обработки стали X12 одновременно увеличиваются микротвердость, износостойкость поверхности в условиях абразивного изнашивания и жаростойкость в атмосфере воздуха.

УДК 669.15-194.2:548

Кристаллографические особенности металла для газопроводных труб

В. И. Славов, Н. А. Попкова

ОАО "Северсталь"

E-mail: vislavov@severstal.com, napopkova@severstal.com

Исследованы механические свойства горячекатанной трубной Nb-содержащей стали толщиной 33 мм. Прокат из стали этой марки получали по разным режимам на промышленном стане "5000". Показано, что трёхмерные ориентировки зёрен феррита в бейните толстого проката, измеренные в рентгеновском дифрактометре, оказывают сильное влияние на механические свойства стали. В толстолистовом прокате существует определенный порядок, выраженный спектром ориентировок зёрен, реагирующих на симметрию полярных или аксиальных тензоров внутренних напряжений 2-го ранга. Если в текстуре стали преобладают ориентировки кристаллитов, образованные под воздействием полярных тензоров напряжений, то сталь имеет высокий уровень механических свойств. Спектры ориентаций стали, порождённые влиянием аксиальных тензоров напряжений, снижают механические свойства толстолиствого проката. Выбраны режимы черновой и чистовой прокатки на стане "5000".

УДК 621.762

Методы испытаний и механические свойства тугоплавких материалов

И. О. Ершова

ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина»
E-mail: akimenko08@mail.ru

Представлены методы и параметры испытаний механических (сжатие, изгиб, растяжение, срез) и физических (модули нормальной упругости и сдвига, коэффициент Пуассона) свойств в диапазоне температур 20 – 2000°C. Изучены температурные зависимости характеристик экструдированных заготовок из тугоплавких порошковых материалов (молибден М-МП, молибденвольфрамовый МВ-2-МП и вольфрамовый В-5-МП сплавы) и литого сплава на основе ниобия 5ВМЦ-2 в продольном и поперечном направлениях относительно оси вытяжки при экструзии. Показано, что анизотропия прочностных свойств при 20°C порошковых материалов с различной микроструктурой продольных и поперечных образцов повышается с увеличением в сплаве содержания вольфрама и проявляется в большей степени при использовании метода испытаний в ряду: сжатие → изгиб → растяжение → срез.

УДК 620.192.36

Влияние нанокристаллизации на механические свойства и процессы деформации в аморфных сплавах*

С. Е. Манаенков, А. М. Глезер

Институт металловедения и физики металлов
ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина", г. Москва
E-mail: glezer@imph.msk.ru

Проведен анализ влияния процесса нанокристаллизации на механические свойства и процессы деформации аморфного сплава $Fe_{58}Ni_{25}B_{17}$. Построена температурно-временная диаграмма кристаллизации. Проведен анализ взаимодействия полос сдвига, формирующихся в аморфной матрице, с нанокристаллами. Показано, что наиболее вероятным является механизм перерезания полосами сдвига наночастиц, а процесс вторичной аккомодации реализуется реже всего. Установлен наиболее вероятный механизм взаимодействия полос сдвига с нанокристаллами в различных интервалах размеров нанокристаллов.

УДК 621.793.18:620.22-419.8-492

Современное состояние в области получения и исследования функциональных наноструктурированных покрытий

**Е. А. Левашов, Д. В. Штанский,
Ф. В. Кирюханцев-Корнеев, М. И. Петржик**

*ФГОУ ВПО "Государственный технологический университет
"Московский институт стали и сплавов", Москва 119049, Ленинский проспект, 4
E-mail: levashov@shs.misis.ru*

Рассмотрено современное состояние исследований в области функциональных и многофункциональных наноструктурных (нс-) тонких пленок и покрытий для машиностроения и медицины. Представлены направления и тенденции развития и коммерциализации нс- покрытий. Рассмотрены методы оценки механических и трибологических свойств функциональных поверхностей перспективных материалов и покрытий в условиях механического контакта при вдавливании, царапании и скольжении контр-тела. Показано, что современные методы изучения поверхности позволяют получить ранее недоступные сведения о структурно-чувствительных свойствах – модуле Юнга и твердости – используя чрезвычайно малые (наноразмерные) объемы материала для исследования. Весьма важным является использование сертифицированного оборудования, стандартизация измерений, созданием стандартных образцов и метрологического комплекса.

УДК 669.018.482.38

Основные задачи, решаемые научным нано-технологическим центром ФГУП ЦНИИ КМ “Прометей” в области конструкционных и функциональных наноматериалов

Б. В. Фармаковский, П. А. Кузнецов, В. А. Малышевский

*ФГУП “Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов
“Прометей”, г. Санкт-Петербург
E-mail: prometey_35otdel@mail.ru, mail@crism.ru*

Приводятся основные положения концепции создания в Санкт-Петербурге нано-технологического комплекса ФГУП “ЦНИИ КМ “Прометей” по разработке конструкционных и функциональных наноматериалов. Рассматривается структура комплекса, его технологическая и диагностическая оснащенность. Анализируются четыре основные направления исследований и разработок в соответствии с разработанной концепцией и наиболее перспективные нанотехнологии для получения исходных наноматериалов, функциональных наноструктурированных покрытий, объемно-пористых и объемно-легированных наноструктур и конструкционно-функциональных элементов на их основе. Указываются мероприятия по коммерциализации некоторых наиболее проработанных результатов работ в области наноиндустрии.

УДК 544.6:620.18

Развитие представлений о влиянии микро- и наноструктуры железоуглеродистых сплавов на их электрохимическое растворение*

Н. В. Тарасова, С. Н. Салтыков

*Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия
E-mail: tarnv82@mail.ru, saltsn@lipetsk.ru*

Показано влияние микро- и наноструктуры железоуглеродистых сплавов на их анодное поведение. Установлена последовательность, в которой растворяются: тело зерна феррита, межфазные и межзеренные границы сталей при анодной поляризации. Выявлена роль отношения диаметров ферритного и перлитного зерен в этой последовательности. Показана возможность применения компьютерной обработки изображений для изучения формирования центров анодного растворения гетерофазных сплавов.

УДК 621.77:539.21

Формирование и эволюция наноструктуры при плазменном упрочнении чугунных валков и эксплуатации

**О. Ю. Ефимов¹, Ю. Ф. Иванов², А. Б. Юрьев³,
В. Е. Громов⁴, С. В. Коновалов⁴**

¹ *ОАО “Западно-Сибирский металлургический комбинат”,*

² *Институт сильноточной электроники СО РАН,*

³ *ОАО “Новокузнецкий металлургический комбинат”*

⁴ *Сибирский государственный индустриальный университет*

E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

Установлены закономерности формирования и эволюции структуры и фазового состава при плазменном упрочнении чугунных валков и последующей прокатке. В поверхностном слое прослежено изменение нанокристаллической зеренной структуры на основе α -фазы (размер кристаллитов 35 – 40 нм), стабилизированной частицами цементита размером ~ 3 – 5 нм. Определены источники дальнедействующих полей напряжений, формирующихся в валке в результате упрочнения и эксплуатации. Показано, что поля напряжений максимальной величины формируются в поверхностном слое в структуре нанокристаллических зерен феррита.

**Международная конференция
“Современные требования
и металлургические аспекты
повышения коррозионной стойкости
и других служебных свойств
углеродистых и низколегированных
сталей”**

И. Г. Родионова

ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”

E-mail:

29 – 30 октября 2008 г. в ФГУП “ЦНИИчермет им. И. П. Бардина” состоялась Международная конференция “Современные требования и металлургические аспекты повышения коррозионной стойкости и других служебных свойств углеродистых и низколегированных сталей”.