

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ВАНАДИЯ В СТАЛИ**

**VANADIUM
USE IN STEEL**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО ВАНАДИЮ (VANITES)
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ОАО “УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛОВ”

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАНАДИЯ В СТАЛИ

**СБОРНИК ТРУДОВ СЕМИНАРА
МОСКВА, 28—29 СЕНТЯБРЯ 2002 г.**

Под редакцией
члена-корреспондента РАН
докт. техн. наук
Л. А. Смирнова,
председателя Международного
технического комитета по ванадию
П. С. Митчелла

Екатеринбург
УрО РАН
2002

RUSSIAN FEDERATION STATE RESEARCH CENTRE
"URAL INSTITUTE OF METALS", STOCK CO.
VANADIUM INTERNATIONAL TECHNICAL COMMITTEE (VANITEC)

VANADIUM USE IN STEEL

**PROCEEDINGS OF THE SEMINAR
MOSCOW, 28—29 SEPTEMBER 2002**

Edited by
Correspondent Member of the RAS
Professor, Doctor of Technical Sciences
L. A. Smirnov
Chairman, Vanadium International
Technical Committee ,
P. S. Mitchell

Ekaterinburg
UD RAS
2002

UDK 669.292

Vanadium use in Steel // Proceedings of the Seminar. Moscow, 28—29 September, 2002. Ekaterinburg: UD RAS, 2003. ISBN

This proceedings bring you the papers presented by foreign and Russian participants of the seminar on vanadium use in steel, held in Moscow 28—29 September 2002. The seminar was organized by the Vanadium International Technical Committee (VANITEC) and the Ural Institute of Metals, in cooperation with EvrazHolding and United Metallurgical Company. The seminar preceded by 63rd VANITEC Meeting (26—27 September 2002), held for the first time in Russia since the foundation of the Committee in 1973.

VANITEC is a technical and scientific committee, which brings together representatives of companies involved in the mining, processing and manufacture of vanadium and vanadium-containing products for use mainly in the metals and materials manufacturing and chemical industries, world-wide. The object of VANITEC is to promote the use of vanadium-bearing materials and thereby to increase the consumption of vanadium.

A significant role of vanadium as highly effective and sometimes unique alloying element is marked in the papers. The data on the amounts of vanadium use in Russia and other countries for alloying various steels and alloys is presented. The mechanism of vanadium effect (combined with nitrogen) on microstructure and various properties of steel is analyzed. Basic grades of vanadium-microalloyed steels produced for building structures, gas and oil pipe transportation, machine-building, railiding, car-manufacturing, and casting, are given. Features of ferrovanadium production, processing parameters of steelmaking using ferrovanadium and direct alloying of steels for various purposes, are considered. Wealth formation using change in steel product mix is in discussion.

The print is intended for specialists of the research and development institutes, engineering staff of the iron and steel and machine-building plants, teachers and students of the metallurgy-related courses.

УДК 669.292

Использование ванадия в стали // Сб. трудов семинара. Москва, 28—29 сентября 2002 г. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. ISBN 5—7691—1371—5.

В настоящем сборнике представлены доклады, сделанные зарубежными и российскими участниками семинара по использованию ванадия в стали, проходившего в Москве 28—29 сентября 2002 г. Семинар организован Международным техническим комитетом по ванадию (VANITEC) и Государственным научным центром “Уральский институт металлов” совместно с Евразхолдингом и Объединенной металлургической компанией. Семинару предшествовало очередное 63-е заседание VANITEC (26—27 сентября 2002 г.), впервые проводимое в России начиная с создания комитета в 1973 г.

VANITEC — это Международный научно-технический комитет, изучающий добычу, переработку и производство ванадия и ванадийсодержащих материалов для использования главным образом в металлургической, а также обрабатывающей и химической отраслях промышленности во всем мире. Главная задача VANITEC — стимулировать использование конструкционных материалов, содержащих ванадий, и таким образом расширять сферу его применения.

В докладах отмечалась значительная роль ванадия как высокоэффективного, а в ряде случаев незаменимого легирующего элемента. Представлены сведения об объемах использования ванадия в России и других странах для легирования различных сталей и сплавов. Проанализирован механизм влияния ванадия (совместно с азотом) на микроструктуру, различные свойства сталей. Приводятся основные виды производимых микролегированных ванадием сталей: для строительных конструкций, для труб нефтегазопроводов, машиностроения, железнодорожного транспорта, автомобилестроения, отливок. Рассмотрены технологические особенности производства феррованадия, параметры технологических процессов выплавки стали с использованием феррованадия, прямого легирования сталей различного назначения. Обсуждается формирование прибыли за счет изменения сортамента сталей, легированных ванадием.

Издание предназначено для специалистов научно-исследовательских и проектных институтов, инженерно-технических работников металлургических предприятий, преподавателей и студентов металлургических специальностей вузов и техникумов.

ISBN 5—7691—1371—5

И 17(03)—01
8П6(03)1998 БО

© Государственный научный центр РФ
ОАО “Уральский институт металлов”, 2002 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Preface.....	6
Введение	7
<i>Smirnov L. A.</i> The State-of-the-Art and Prospects of Vanadium Production and Use in Russia	8
<i>Смирнов Л. А.</i> Состояние и перспективы производства и применения ванадия в России	9
<i>Ilyun V. I.</i> Current Manufacture and Prospects of Vanadium Production at OAO "NTMK"	26
<i>Ильин В. И.</i> Производство и перспективы применения ванадия на ОАО "НТМК"	27
<i>Karpov A. A.</i> Experience of V-Containing Spring Steels Production at OAO "ChMZ"	34
<i>Карпов А. А.</i> Опыт производства V-содержащих рессорно-пружинных и арматурных сталей на ОАО "ЧМЗ"	35
<i>Rabinovich E. M., Sukhov L. L., Vygovskaya I. V.</i> Tendencies and Prospects of Technogenic Vanadium-Containing Wastage Utilisation in Production of Vanadium Pentoxide in Russia	42
<i>Рабинович Е. М., Сухов Л. Л., Выговская И. В.</i> Тенденции и перспективы использования техногенных ванадийсодержащих отходов при производстве пентаоксида ванадия в России.....	43
<i>Mitchell P. S.</i> Vanadium: Technical Attributes of it's Use in Steel	54
<i>Митчелл П. С.</i> Ванадий: технические особенности использования в стали	55
<i>Korchynsky M.</i> Wealth Formation Through Change in Steel Product Mix	80
<i>Корчинский М.</i> Формирование прибыли за счет изменения сортамента стали.....	81
<i>Panfilova L. M.</i> V-Microalloyed HSLA Structural Steel of New Generation	88
<i>Панфилова Л. М.</i> Конструкционные высокопрочные стали с ванадием нового поколения	89
<i>Odessky P. D.</i> Vanadium Structural Steels.....	108
<i>Одесский П. Д.</i> Строительные стали с ванадием.....	109
<i>Crowther D. N.</i> The Effects of Microalloying Elements on Cracking During Continuous Casting	120
<i>Кроузер Д. Н.</i> Влияние микролегирующих элементов на растрескивание при непрерывной разливке.....	121
<i>Belenki V. Z.</i> HSLA Steels with Vanadium for Flat Products.....	164
<i>Бельский В. З.</i> Стали повышенной прочности с ванадием для листового проката	165
<i>Glodowski R. J.</i> Microalloying in Steel Strip and Plate Products	182
<i>Глодовски Р. Дж.</i> Микролегирование стального штрипса и листа.....	183
<i>Farber V. M.</i> Balanced Strengthening Mechanisms of Rolled Low-Carbon Vanadium Steels	210
<i>Фарбер В. М.</i> Сбалансирование механизмов упрочнения проката из низкоуглеродистых ванадийсодержащих сталей.....	211
<i>Zajac S.</i> Precipitation and Grain Refinement in Vanadium-Containing Steels...	224

Заяц С. Выделение фаз и измельчение зерна в ванадийсодержащих сталях.....	225
<i>Hart P. H. M. Microalloying with Vanadium — It's Influence on Weldability.</i>	258
<i>Харт П. Микролегирование ванадием: влияние на свариваемость</i>	259
<i>Dobuzhskaya A. B. Vanadium in Rail and Wheel Steel.....</i>	286
<i>Добужская А. Б. Ванадий в рельсовой и колесной стали</i>	287
<i>Russwurm D. Development and Use of Vanadium in Microalloyed Reinforcing Bar</i>	306
<i>Руссвурм Д. Разработка микролегированной арматуры и применение в ней ванадия</i>	307
<i>Krauss G. Vanadium Microalloyed Forging Steels.....</i>	332
<i>Краусс Дж. Микролегированные ванадием кованные стали.....</i>	333
<i>Filippenkov A. A. Development of Vanadium Steels and Irons for Casting.....</i>	348
<i>Филиппенков А. А. Разработка ванадийсодержащих сталей и чугунов для отливок.....</i>	349
<i>Tikhonov A. K. Vanadium in Steels for Car Building at AvtoVAZ.....</i>	360
<i>Тихонов А. К. Ванадий в сталях при производстве автомобилей.....</i>	361
<i>Koval, I. G., Yashin Yu. D. The Experience of Development and Application of Vanadium-Containing Steels for Forged Parts of LADA Motorcars.....</i>	368
<i>Коваль И. Г., Яшин Ю. Д. Опыт разработки и практического приме- нения ванадийсодержащих сталей для кованных деталей автомобиля ВАЗ</i>	369
<i>Leontiev L. I., Nosov S. K. et al. Prospects and Resources of Titaniferous Magnetite Metallurgical Processing</i>	374
<i>Леонтьев Л. И., Носов С. К. и др. Перспективы и резервы металлурги- ческой схемы переработки титаномагнетитов.....</i>	375