**Fundamentals of metallurgy**

Edited by Seshadri Seetharaman

First published 2005, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC

**Preface**

The subject area of metallurgy can be considered as a combination of chemistry, physics and mechanics with special reference to metals and later it was expanded into materials science and engineering encompassing metallic, ceramic and polymeric materials. Due to the concept of electrolysis which was introduced by Faraday the metal production revolutionised and nowadays we are able to produce highly reactive metals. The prime objective to produce metals and alloys is to have materials with optimised properties which enable the choice of materials in production engineering. The book, Fundamentals of Metallurgy is a compilation of ˈvarious aspects of metallurgy granted by the most eminent scientists in the world today, whose dedication to the subject is admirable and the author thanks them greatelly.

*Seshadri Seetharaman   
 Stockholm*  
 **“Основы металлургии”** Под редакцией Шешадри Ситхарамана  
 Впервые опубликовано Woodhead Publishing Limited и CRC Press LLC  
 в 2005 году

**Предисловие**

Предметная область металлургии может быть рассмотрена как совокупность химии, физики и  механики с особым упором на металлы, которая позднее была расширена до материаловедения и машиностроения, охватывающего металлические, керамические и полимерные материалы.  
Благодаря концепции электролиза, представленной Фарадеем, производство металла революционировало  и теперь мы можем производить высокореактивные металлы. Основной целью производства металлов и сплавов является получение материалов с оптимизированными свойствами, которые дают возможность выбора материалов для  производства. Книга "Основы металлургии" представляет собой сборник различных аспектов металлургии, предоставленных самыми выдающимися на сегодняшний день учеными мира, чья преданность этой теме достойна восхищения, за что автор сборника искренне выражает им благодарность.

*Шешадри Ситхараман*

*Стокгольм*

**Fundamentals of metallurgy**

Edited by Seshadri Seetharaman

First published 2005, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC

**Part I**

**Understanding the effects of processing on the properties   
of metals 1 Descriptions of high-temperature metallurgical processes**

**1.1 Introduction**

Metallurgical reactions take place either at high temperatures or in aqueous solutions. Reactions take place more rapidly at a higher temperature, and thus large-scale metal production is mostly done through high-temperature processes. Most metallurgical reactions occurring at high temperatures involve an interaction between a gas phase and condensed phases, which may be molten liquids or solids. In some cases, interactions between immiscible molten phases are important.

High-temperature metallurgical reactions involving molten phases are often carried out under the conditions of near equilibria among all the phases; other such reactions proceed under the control of interphase mass transfer with equilibria at interphase boundaries. Reactions involving gas±solid contact also often take place under the rate control of mass transfer with chemical equilibrium at the interface, but the chemical kinetics of the heterogeneous reactions are more often important in this case than those involving molten phases. Even in this case, mass transfer becomes increasingly dominant as temperature increases. The solid phases undergo undesirable structural changes, such as fusion, sintering, and excessive reduction of internal porosity and surface area, as temperature becomes too high. Thus, gas±solid interactions are carried out in practice at the highest possible temperatures before these undesirable changes in the solid structure become damaging. In the case of high temperature oxidation, the structure of the product oxide determines the mass transport of gases and ions.

The treatment of metals in their molten state, e.g. refining and alloying, involves reactions between the melt and a gas phase or a molten slag. Interfacial reaction kinetics, mass transport in the molten or gaseous phase becomes important. The production of metals and alloys almost always involves solidification, the rate of which is often controlled by the rate of heat transfer through the mold.

**“Основы металлургии”**Под редакцией Шешадри Ситхарамана  
Впервые опубликовано Woodhead Publishing Limited и CRC Press LLC   
в 2005 году

**Часть I**

**Понимание воздействия обработки на свойства**

**металлов  
1 Описание высокотемпературных металлургических процессов**

* 1. **Введение**

Металлургические реакции протекают либо при высоких температурах, либо в водных растворах. Реакции протекают более быстрыми темпами при более высокой температуре, и поэтому крупномасштабное металлопроизводство в основном осуществляется с помощью высокотемпературных процессов. Большинство металлургических реакций, протекающих при высоких температурах, включают взаимодействие между газовой фазой и конденсированными фазами, которые могут быть жидкими или твердыми. В некоторых случаях важны взаимодействия между несмешивающимися расплавленными фазами.  
 Высокотемпературные металлургические реакции с участием расплавленных фаз часто протекают в условиях близких равновесий между всеми фазами; другие такие реакции протекают под контролем межфазного массопереноса с равновесиями на межфазных границах. Реакции, связанные с контактом газо – твердого тела, также часто происходят под контролем скорости массопереноса с химическим равновесием на границе раздела, но химическая кинетика гетерогенных реакций в этом случае важна чаще, чем те, которые связаны с расплавленными фазами. Даже в этом случае массообмен становится все более доминирующим по мере повышения температуры. Твердые фазы претерпевают нежелательные структурные изменения, такие как плавление, спекание и чрезмерное уменьшение внутренней пористости и площади поверхности, поскольку температура становится слишком высокой. Таким образом, газо – твердые взаимодействия осуществляются на практике при максимально высоких температурах до того, как эти нежелательные изменения в твердой структуре становятся повреждающими. В случае высокотемпературного окисления структура оксида продукта определяет массоперенос газов и ионов.

Обработка металлов в расплавленном состоянии, например, рафинирование и легирование, включает реакции между расплавом и газовой фазой или жидким шлаком. Важное значение приобретает кинетика межфазной реакции, массоперенос в расплавленной или газовой фазе. Производство металлов и сплавов почти всегда предполагает затвердевание, скорость которого часто контролируется скоростью теплопередачи через пресс – форму.