

فتحي حبشي

سينتيك فرايندهاى متالورژيكي

ترجمه على انتظارى زرندي، شهرام دانش پڑوه

www.ketab.ir



نشر كتاب دانشگاهى

سرشناسه	حبشی، فتحی، ۱۹۲۸-م.
	Habashi, Fathi
عنوان و نام پدیدآور	سینتیک فرایندهای متالورژیکی / فتحی حبشی؛ ترجمه علی انتظاری.
موضوع	شهرام دانش یزد
مشخصات نشر	تهران: نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۹۱
مشخصات ظاهری	۲۹۶ ص.؛ مقصور، جدول، نمودار
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۶۱-۶
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Kinetics of Metallurgical Processes
موضوع	شیمی -- واکنش ها -- سرعت
موضوع	متالورژی
شناسه افزوده	انتظاری زرنندی، علی، ۱۳۶۴-، مترجم
شناسه افزوده	دانش یزد، شهرام، ۱۳۲۹-، مترجم
رده بندی کنگره	۱۳۹۱ س ۲/ح ۲/۲۵۰ QD5۰
رده بندی دیویی	۵۲۱/۳۹۲
شماره کتاب شناسی ملی	۲۸۸۱۷۸۰

نشر کتاب دانشگاهی

فتحی حبشی

سینتیک فرایندهای متالورژیکی

ترجمه علی انتظاری زرنندی، شهرام دانش یزد

ویرایش و نمونه خوانی
صفحه آرایی

فرزانه فرزانیان
مها زینالی

چاپ اول
لیتوگرافی

مهران نگار

چاپ
روناس

صحافی
کتبه

تعداد و قطع صفحات
۲۹۶، وزیری

۷۰۰ نسخه

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۶۱-۶

۵۵۵۵

خیابان بزرگمهر، بین وصال و قدس، شماره ۸۷، تلفکس ۶۶۴۶۷۲۲۶

Website: www.ketabeduneshgahi.com E-mail: info@ketabeduneshgahi.com

حقوق چاپ و نشر دائم این اثر محفوظ و مخصوص نشر کتاب دانشگاهی است.

۱۲۰۰۰ تومان

پیش‌گفتار مؤلف

بیش‌تر دانشجویان متالورژی در مبحث ترمودینامیک به‌خوبی آموزش می‌بینند و به علت کمبود وقت، سینتیک فرایندهای متالورژیکی را فقط در سطح آشنایی، فرامی‌گیرند. اما سینتیک هم به اندازه ترمودینامیک اهمیت دارد. همان‌طور که ترمودینامیک امکان‌پذیری واکنش را پیش‌بینی می‌کند، سینتیک تأثیر مستقیمی بر مهندسی دارد: بهره‌وری و عامل‌های مؤثر در افزایش آن در نتیجه، دانشجویان مهندسی متالورژی باید آشنایی کاملی با این موضوع، دست‌کم برابر با ترمودینامیک داشته باشند.

با وجود کمبود مرجع بی‌شمار در زمینه ترمودینامیک متالورژیکی، تقریباً هیچ کتابی برای سینتیک متالورژیکی وجود ندارد. در اولین جلد مجله اصول متالورژی استخراجی، منتشر شده در سال ۱۹۶۹، مؤلف ۲۰۰ صفحه را به این موضوع اختصاص داد. پس از آن به این نتیجه رسید که موضوع باید گسترده شود و جزئیات بیش‌تری آموزش داده شود تا شاید سینتیک متالورژیکی، به اندازه ترمودینامیک متالورژیکی، موضوعی مستقل و مهم و مناسب برای آموزش به دانشجویان متالورژی شود. عقیده بر این است که موضوع مورد بحث در این کتاب برای دانشجویان متالورژی که شغلی در متالورژی استخراجی می‌یابند، ضروری است. در نتیجه، این کتاب مکمل کتاب مرجع هیدرومتالورژی، و جلد ۳ اصول متالورژی استخراجی-پیرومتالورژی و جلد ۴ ملغمه و الکترومتالورژی است.

سینتیک فرایندهای متالورژیکی در سه بخش تنظیم شده است: معرفی کلی این موضوع، بخشی ویژه که به‌صورت تخصصی با واکنش‌های ناهمگن سروکار دارد، و در نهایت بخشی که با کاربردهای متالورژیکی مرتبط است.

در بخش اول، از واکنش‌های همگن با وجود اهمیت کم‌تری که در متالورژی دارند، بحث می‌شود. به این دلیل که روابط ریاضی در این زمینه، در برخی رشته‌ها بسیار پرکاربرد است. مبحث انرژی فعال‌سازی نیز معرفی می‌شود که ایده‌ای مهم در برخی زمینه‌ها، از جمله واکنش‌های ناهمگن است. سپس فرایندهای فیزیکی و فیزیکی-شیمیایی مرسوم در متالورژی، مانند گرانروی، نفوذ، جذب سطحی و هسته‌زایی در

فصلی جداگانه بیان شده است. در آخر، تا حدودی از واپاشی رادیواکتیو بحث می‌شود که ممکن است این بحث غیرطبیعی باشد. به این دلیل که برای عملیات روی کانه‌های رادیواکتیو و مشکلات مرتبط با انهدام باطله، متالورژی دان باید با قوانین حاکم بر تجزیه رادیواکتیوها و تعادل رادیواکتیو آشنا باشد. مطلب ساده ارائه شده. زیرا این قوانین تقریباً با قوانین مربوط به واکنش‌های همگن یکسان است و از این رو بار اضافی برای دانشجو تلقی نمی‌شود.

بخش دوم مربوط به واکنش‌های ناهمگن است. زیرا جامدات نقش برجسته‌ای در متالورژی دارند. از این رو، مقدمه‌ای درباره طبیعتشان آورده شده که خود شامل نواقص در حالت جامد و نقش آن‌ها، اثر شکل بلوری، سطح تماس و هندسه روی سرعت واکنش‌هاست. موضوع بعدی لایه مرزی و نقش آن در واکنش‌های ناهمگن است. بحث را با واکنش‌هایی شامل تشکیل محصولات واکنش جامد ادامه می‌دهیم و در آخر روش‌های تجربی برای تحقیق سرعت واکنش‌های ناهمگن را بررسی می‌کنیم.

در بخش سوم، سینتیک فرایندهای متالورژیکی به این ترتیب بیان می‌شود: واکنش‌های جامد-جامد، جامد-گاز، جامد-مایع، مایع-گاز، مایع-مایع و در نهایت فرایندهای الکترو.

این کتاب برای تدریس یکی از دروس دوره کارشناسی رشته متالورژی، در دانشگاه لاوال واقع در شهر کبک کانادا، در نظر گرفته شده است. این کتاب می‌تواند برای دانشجویان رشته‌های شیمی و مهندسی شیمی نیز مفید باشد.

فتحی حبشی¹

شهر کبک

اوت ۱۹۹۹

پیش‌گفتار مترجم

گاه در مسیر زندگی با افرادی مواجه می‌شویم که دیدار و هم‌صحبتی با آنها ادامه مسیر زندگی را دستخوش تغییرات شگرفی می‌کند. در این سال‌های پیش، در ابتدای مسیر علمی و پژوهشی خویش، در دنیای مجازی با پروفیسور فتحی حبشی آشنا شدم. از سوابق این آشنایی همین بس که مترجم یکی از آثار گران‌قدر ایشان شدم، که هم‌اکنون پیش‌روی شماست.

در مسیر ترجمه، تایپ و نشر این کتاب لطف بسیاری از استادان و دوستان شامل حال من شد. بر خود لازم می‌دانم که از تمامی ایشان قدردانی کنم. ابتدا از استاد گران‌قدرم مهندس حمیدرضا خاتمی که پروفیسور فتحی حبشی را به من معرفی کردند. همچنین از دکتر محمود اسکندری برای پیشنهاد موضوع کتاب و یاری در بخش‌های مختلف، سپاس گزارم. از دکتر نوید مستوفی که زحمت بازخوانی متن اولیه را عهده‌دار شدند و اصطلاحات علمی موردنظرشان را در متن اعمال و درنهایت متن ترجمه را تأیید کردند. و از دوستانم آقایان مهندس احسان محمد دوست، فردین ناصری، حسین مولوی، خانم‌ها مهندس مهدیه مکی‌آبادی و فاطمه افشار صمیمانه تشکر می‌کنم.

شایسته است از مدیر امور تحقیق و توسعه مجتمع مس سرچشمه که احسان کتاب را تهیه کردند و مهندس شهرام دانش‌پژوه، رئیس تحقیقات هیدرومتالورژی این مجتمع، که پیگیر تمامی مراحل کار بودند، قدردانی کنم. از پروفیسور فتحی حبشی برای صدور مجوز ترجمه این کتاب، و ترغیب بنده به انجام این مهم، و یاری در تمامی مراحل کار و سپردن پنج جلد کتاب دیگر در زمینه متالورژی استخراجی به بنده برای ترجمه، بسیار سپاس گزارم. درنهایت از مدیر محترم نشر کتاب دانشگاهی، آقای مسعود پایدار و همکارانشان به ویژه خانم‌ها فرزانه فرزانیان و مهسا زینالی که مراحل مختلف ویرایش و صفحه‌آرایی کتاب به همت ایشان صورت گرفت نیز سپاس گزارم. امیدوارم این کتاب مرجعی معتمد و خالی از اشکال برای دانش‌پژوهان عزیز باشد. با این حال تقاضا دارم پیشنهادها و انتقادهای خود را به آدرس الکترونیکی زیر ارسال کنند.

علی انتظاری

Alen. 9185@gmail.com

Fathi Habashi
Professor Emeritus of Extractive Metallurgy

Quebec City September 29, 2008

Mr. Ali Entezari
Mining Engineering Department
Zarand College of Mining and Industry
Shahid Bahooonar University of Kerman
Zarand, Kerman
Iran

Subject: Kinetics of Metallurgical Processes

Dear Ali

It was with great pleasure that I learned few months ago from a student at the Mining Engineering Department at Zarand College of Mining and Industry, Shahid Bahooonar University of Kerman in Iran that he was interested to translate my book *Kinetics of Metallurgical Processes*. I immediately wrote to encourage him telling him that it would be an excellent experience and that he would gain great knowledge from this activity. I was always hoping that he will complete the work in spite of the other commitments that he may have. His determination to undertake this project was fascinating. I am very glad to hear that he has just terminated the job and I take this opportunity to congratulate him for his endurance and insistence.

Mr. Ali Entezari, the translator of the book, seems to be more than a mining student. I saw a copy of the magazine *Krystal* in which he is also active and found it exceptionally well prepared. Although I do not read Farsi but being Egyptian I was able to read and understand few words. For his enthusiasm in mining and metallurgy I sincerely congratulate Ali and wish him a bright and successful career. I hope that this Farsi translation will be useful for students.

Sincerely,

F. Habashi

فهرست

فصل ۱ چشم انداز.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۱
۲-۱ سرعت واکنش.....	۲
۳-۱ واکنش های همگن و ناهمگن.....	۳
۴-۱ منابع اطلاعاتی.....	۶
فصل ۲ واکنش های همگن.....	۹
۱-۲ مقدمه.....	۹
۲-۲ اثر غلظت یا فشار.....	۹
۳-۲ ترتیب واکنش ها.....	۱۱
۴-۲ اثر دما.....	۱۹
۵-۲ ثابت سرعت و تعادل.....	۲۸
فصل ۳ فرایندهای فیزیکی.....	۳۱
۱-۳ مقدمه.....	۳۱
۲-۳ جریان در واسطه های گرانشی.....	۳۲
۳-۳ نفوذ.....	۳۷
۴-۳ جذب سطحی.....	۴۳
۵-۳ هسته زایی.....	۵۰
فصل ۴ واپاشی رادیواکتیو (پرتوزا).....	۵۳
۱-۴ مقدمه.....	۵۳
۲-۴ انواع واپاشی.....	۵۳
۳-۴ قانون واپاشی.....	۵۷
۴-۴ تعادل رادیواکتیو.....	۶۸
۵-۴ پلوتونیم.....	۷۳
۶-۴ آکتینیم.....	۷۴
فصل ۵ سطح مشترک جامد.....	۷۵
۱-۵ طبیعت سطح مشترک.....	۷۵
۲-۵ اثر شکل بلورین.....	۸۰

۳-۵	مساحت سطح مشترک.....	۸۱
۴-۵	هندسه سطح مشترک.....	۸۲
فصل ۶ لایه مرزی		
۹۱		۹۱
۱-۶	مقدمه	۹۱
۲-۶	منشأ مفهوم	۹۱
۳-۶	انواع واکنش های ناهمگن.....	۹۳
۶-۴	مشخصات واکنش های ناهمگن	۹۵
۵-۶	تغییر پاروکار در یک واکنش ناهمگن	۹۸
۶-۶	خلاصه	۱۰۳
فصل ۷ تشکیل محصولات واکنش جامد		
۱-۷	طبیعت محصول واکنش جامد	۱۰۵
۲-۷	تشکیل محصول غیرمتجانس	۱۰۹
۳-۷	معادله سرعت تعمیم یافته	۱۱۶
فصل ۸ روش های تجربی		
۱-۸	مقدمه	۱۲۱
۲-۸	روش های گرمایی	۱۲۳
۳-۸	آنالیز سطح	۱۲۵
۴-۸	آنالیز فاز	۱۲۷
فصل ۹ واکنش های جامد-جامد		
۱-۹	کلوسازی	۱۲۹
۲-۹	تبدیل فاز	۱۳۰
۳-۹	فرایندهای شیمیایی	۱۵۸
فصل ۱۰ واکنش های جامد-گاز		
۱-۱۰	مقدمه	۱۶۳
۲-۱۰	گاز → جامد	۱۶۸
۳-۱۰	گاز (II) → گاز (I) + جامد	۱۶۸
۴-۱۰	گاز (II) + جامد → گاز (I)	۱۷۹
۵-۱۰	جامد (II) → گاز + جامد (I)	۱۸۰
۶-۱۰	گاز + جامد (II) → جامد (I)	۱۸۳
۷-۱۰	گاز (II) + جامد (II) → گاز (I) + جامد (I)	۱۸۸
۸-۱۰	خلاصه	۱۹۰

فصل ۱۱ واکنش‌های جامد-مایع.....	۱۹۳
۱-۱۱ فرایندهای فیزیکی.....	۱۹۳
۲-۱۱ فرایندهای شیمیایی.....	۲۰۰
۳-۱۱ فرایندهای الکتروشیمیایی.....	۲۰۵
۴-۱۱ فرایندهای الکترولیتی.....	۲۲۶
۵-۱۱ واکنش‌های کاتالیزوری.....	۲۲۶
۶-۱۱ خلاصه.....	۲۳۰
فصل ۱۲ واکنش‌های مایع-گاز.....	۲۳۵
۱-۱۲ انحلال‌پذیری گازها در آب.....	۲۳۵
۲-۱۲ برهم‌کش گازها با محلول‌های آبی.....	۲۳۹
۳-۱۲ انحلال‌پذیری گازها در فلزات مذاب.....	۲۴۰
فصل ۱۳ واکنش‌های مایع-مایع.....	۲۴۵
۱-۱۳ سیستم‌های آلی-آبی.....	۲۴۵
فصل ۱۴ فرایندهای الکتروود.....	۲۵۳
۱-۱۴ مقدمه.....	۲۵۳
۲-۱۴ کاربردها.....	۲۵۵
پرسش‌ها.....	۲۶۷
واژه‌نامه.....	۲۷۵