

فناوری بسترسیال در

فراآوری مواد

سی.کی. کوپتا و دی. ستیارتی

مترجمان

احد قائمی

محمد حسن خانی

C.K. Gupta، سی. کی. گوپتا، D. Sathiyamoorthy دی. ساتیامورثی، ۱۹۹۹-م

احد قائمی، ۱۳۵۵، محمدحسن خانی، ۱۳۵۸.

فناوری بستر سیال در فرآوری مواد/ [تالیف سی. کی. گوپتا، دی. ساتیامورثی]:

مترجمین احد قائمی، محمدحسن خانی.

تهران: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، ۱۳۹۲.

۶۸۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.

ISBN: 978-600-92579-6-6

فهرست نویسنده بر اساس اطلاعات فیبا

خوان: ۱.

۲. سیالات، دینامیک

۱. پدهای درسی، سیال سازی

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

رده بندی کنگر ۹۲-۵۹-۱۵۶/TP

رده بندی دیویی: ۶۷۰.۸۴۱.۱۲

شماره کتابشناسی ملی: ۳۹۵۰۵۱

نام کتاب: فناوری بستر سیال در فرآوری مواد

مترجمان: احد قائمی، محمدحسن خانی

ویراستار: میثم تراب مستعدی

ناظر فنی: فریبا علی اکبری

ویرایش صفحه بندی: شادی معماری آذر

نمونه خوان: مهدیه السادات عامل ابراهیمی

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

چاپ: ۱۳۹۲

نوبت چاپ: اول

قیمت: ۲۰۰۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: پیام رسان فردا، تلفن: ۸۸۷۲۸۰۰۲

ناشر: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۲۵۷۹-۶-۶



پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

کلیه حقوق چاپ و انتشار این اثر متعلق به پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای می باشد.

پیشگفتار مؤلف

حجم زیادی از مقالات علمی و فنی که تا امروز در زمینه سیال سازی منتشر شده، نشان از توجه و علاقه فراوان به این زمینه دارد. رشته مهندسی شیمی با استفاده از این فرایند به اهداف خارق العاده ای دست یافته است. همچنین بین فناوری قوی در سایر رشته ها نیز تأثیرگذاری قابل توجهی را شروع کرده است و در این زمینه با اقدام های ویژه ای برای فرآوری مواد برداشته شود. هم اکنون این فناوری جای خود را در برخی از فرایندها تثبیت کرده است و پتانسیل زیادی برای کاربرد در تعدادی از فرایندهای موجود و آینده دارد.

مطالب در شش فصل تنظیم شده است. فصل اول به اصول مقدماتی سیال سازی پرداخته است. این فصل با مقدمه ای از سامانه های ذره سیال آغاز می شود. با توصیف پارامترهای اساسی مربوط ادامه می یابد. انواع مختلف سیال سازی مثل گاز- جامد، مایع- جامد و سیال سازی سه فازی مورد بحث قرار می گیرد. همچنین جنبه های عمومی انتقال حرارت و جرم و واحی انتهایی بسترهای سیال بحث می شود. این فصل مقدماتی در واقع مراحل فصل های بعدی را یادآوری می کند.

فصل دوم به کاربردهای سیال سازی در استخراج و فرآوری کانی ها، فلزات، مواد اختصاص یافته است. کاربردهای سیال سازی در خشک کردن، تسویه کردن، الک کردن، کلسیناسیون، هالوژن دار کردن و کلراسیون انتخابی در این فصل ارائه شده است.

فصل سوم اهمیت سیال سازی در چرخه سوخت را توصیف می کند. حوزه هایی مانند فروشویی، استخراج اورانیوم و آماده سازی سوخت هسته ای را با عطف به انتخاب و کاربرد روش سیال سازی در بر می گیرد. نقش مهم سیال سازی به طور کلی در چرخه سوخت هسته ای و به ویژه در فرآوری مواد هسته ای آورده شده است.

فصل چهارم در مورد مفاهیم جدید بسترهای سیال پلاسمایی و بسترهای سیال الکترو ترمال می‌باشد. این راکتورهای بسترهای سیال همراه با مشخصه‌های رفتاری و کاربردهایشان در فرایند فلزکاری دما بالا توصیف شده‌اند.

فصل پنجم مشخصه‌های طراحی راکتورهای بستر سیال را بیان می‌کند. پیش‌بینی و انتخاب صحیح پارامترهای بحرانی مختلف مانند سرعت عملیاتی، نسبت ابعاد، افت فشار بحث شده است. جنبه‌های مدل‌سازی بسترهای سیال گازی و مقایسه کارایی مدل‌های مختلف همچنین در این فصل گنجانده شده است.

فصل ششم پیشرفت‌های اخیر در کاربردهای سیال‌سازی در دنیای مهندسی مدرن را پوشش می‌دهد. روش‌های مختلف جدید سیال‌سازی مانند بسترهای سیال تثبیت شده با نیروی مغناطیسی و بسترهای سیال کوپه‌دار توصیف شده است. در حدود نیمی از بسترهای سیال از مباحث جدید ارائه شده است. خصوصیات اساسی سلول‌های سیال الکتروود و پتانسیل‌های کاربردی آن در استخراج فلزات، روش الکتروکی در این فصل به طور برجسته بیان شده است. کارایی بسترهای سیال در زیست‌تکنولوژی‌ها به طور جداگانه در بخش پایانی این فصل پوشش داده شده است.

امید است که این کتاب برای دانش‌آموزان و مهندسی شیمی مفید باشد. همچنین به عنوان یک مرجع بتواند برای متخصصانی که در زمینه مواد دما- بالا و مهندسی شیمی هسته‌ای کار می‌کنند و برای کلیه علاقه‌مندان به این موضوع می‌باشد.

سرگئی. گویتا

در ساتاموئی

فهرست

فصل ۱

اصول مقدماتی سیال سازی

۱	۱-۱-۱. مقدمه
۱	۱-۱-۱. رفتار شش ضایع
۳	۲-۱-۱. حالت نهال سیال
۳	۱-۲-۱-۱. جریان گام مایع
۴	۲-۲-۱-۱. شروع سیالیت
۴	۳-۲-۱-۱. وضعیت شروع سیالیت
۵	۴-۲-۱-۱. افت فشار بستر
۷	۳-۱-۱. مزایای بستر سیال
۸	۴-۱-۱. معایب بستر سیال
۸	۲-۱. خواص ذرات و بستر ذرات
۹	۱-۲-۱. ذرات
۹	۱-۱-۲-۱. اندازه
۹	۲-۱-۲-۱. تعریف
۱۲	۳-۱-۲-۱. کرویت
۱۳	۴-۱-۲-۱. هزبری
۱۳	۲-۲-۱. بستر ذرات
۱۳	۱-۲-۲-۱. تخلخل بستر
۱۴	۲-۲-۲-۱. تخلخل و پرشدگی
۱۵	۳-۲-۲-۱. سامانه توزیع چندگانه
۱۵	۴-۲-۲-۱. اثر ظرف
۱۶	۵-۲-۲-۱. خصوصیات مهم ذرات جامد
۱۶	۱-۵-۲-۲-۱. دانسیته
۱۷	۲-۵-۲-۲-۱. خواص زاویه‌ای
۱۸	۳-۱. گروه‌بندی در سیال سازی گازی

۱۸	۱-۳-۱. گروه‌های پایه- هیدرودینامیکی
۱۸	۱-۱-۳-۱. گروه‌های گلدارت
۲۱	۲-۱-۳-۱. گروه‌های مولیروس
۲۳	۳-۱-۳-۱. گروه‌های کلارک و همکاران
۲۵	۴-۱-۳-۱. گروه‌های بدون بعد گلدارت
۲۷	۲-۳-۱. گروه‌های پایه- هیدرودینامیکی- حرارتی
۲۸	۲-۳-۱. عوامل مؤثر در سیال‌سازی
۲۹	۴-۳-۱. انواع سیال‌سازی
۳۱	۴-۱. هیدرودینامیک سیال‌سازی دو فازی
۳۱	۱-۴-۱. انتقال سرعت
۳۱	۱-۱-۴-۱. تعیین ضریب
۳۱	۱-۱-۱-۴-۱. روش انتقال
۳۲	۲-۱-۱-۴-۱. روش تخلخل
۳۲	۳-۱-۱-۴-۱. روش انتقال حرارت
۳۳	۲-۱-۴-۱. پیش‌بینی تئوری
۳۳	۱-۲-۱-۴-۱. آنالیز ابعادی
۳۴	۲-۲-۱-۴-۱. روش نیروی دراگ
۳۹	۳-۲-۱-۴-۱. روش افت فشار
۴۵	۴-۲-۱-۴-۱. روش سرعت حد
۴۷	۲-۴-۱. سرعت حد
۴۷	۱-۲-۴-۱. تعریف
۴۷	۲-۲-۴-۱. تعریف ریاضی سرعت حد
۴۹	۳-۲-۴-۱. ضریب دراگ
۴۹	۱-۳-۲-۴-۱. تخمین ضریب دراگ
۵۰	۲-۳-۲-۴-۱. روابط ضریب دراگ
۵۱	۴-۲-۴-۱. سرعت حد برای ذره کروی منفرد
۵۲	۵-۲-۴-۱. مشکلات موجود در پیش‌بینی سرعت حد ذره
۵۶	۶-۲-۴-۱. پیشرفت‌ها در پیش‌بینی سرعت حد ذره
۶۰	۷-۲-۴-۱. روش‌های آزمایشگاهی تعیین سرعت حد ذره
۶۰	۱-۷-۲-۴-۱. روش‌های معمول
۶۱	۲-۷-۲-۴-۱. روش‌های نسبی
۶۳	۵-۱. پدیده جریان

۶۳	۱-۵-۱. سیالیت آرام یا توده‌ای
۶۶	۱-۵-۲. رژیم‌های سیالیت
۶۶	۱-۵-۲-۱. هستر حبایی
۶۷	۱-۵-۲-۲. بستر متلاطم
۶۹	۱-۵-۲-۳. سیالیت سریع
۶۹	۱-۵-۲-۴. جریان فاز رقیق
۷۰	۱-۵-۳. نقشه‌بندی رژیم جریان
۷۰	۱-۶-۱. بال‌بازی سه فازی
۷۰	۱-۶-۱. مقدمه
۷۲	۱-۶-۲. دسته‌بندی
۷۳	۱-۶-۲-۱. جریان هم‌جریان رو به بالای گاز و مایع
۷۴	۱-۶-۲-۳. جریان هم‌جریان
۷۵	۱-۶-۳. هیدرودینامیک
۷۵	۱-۶-۳-۶. پارامترها
۷۵	۱-۶-۳-۳. افت فشار و موجودی مذاب
۷۸	۱-۶-۳-۳. تعیین موجودی به روش آرایش
۷۹	۱-۶-۳-۴. جاذب تماسی متلاطم
۸۲	۱-۷-۱. انتقال حرارت
۸۲	۱-۷-۱. مقدمه
۸۳	۱-۷-۲. گروه‌ها
۸۳	۱-۷-۲-۱. انتقال حرارت سیال - ذره
۸۳	۱-۷-۲-۱-۱. حالت پایا
۸۴	۱-۷-۲-۱-۲. حالت ناپایا
۸۵	۱-۷-۲-۲. انتقال حرارت بستر - دیواره
۸۵	۱-۷-۳. مدل‌ها
۸۵	۱-۷-۳-۱. مدل فیلم
۸۶	۱-۷-۳-۲. مدل اصلاح یافته فیلم
۸۶	۱-۷-۳-۳. مدل بسته امولسیون
۸۶	۱-۷-۴. پیش‌بینی ضریب انتقال حرارت
۸۷	۱-۷-۴-۱. اجزای جمع‌پذیر
۸۷	۱-۷-۴-۱-۱. جزء جابجایی ذره
۹۰	۱-۷-۴-۱-۲. جزء جابجایی گاز

۹۱	۳-۱-۴-۷-۱. جزء تابش
۹۲	۲-۴-۷-۱. ضریب کلی انتقال حرارت
۹۲	۵-۷-۱. انتقال حرارت به سطوح غوطه‌ور
۹۳	۱-۵-۷-۱. سطوح عمودی
۹۳	۲-۵-۷-۱. سطوح افقی
۹۴	۶-۷-۱. اثر متغیرهای عملیاتی
۹۴	۱-۶-۷-۱. اثر سرعت
۹۴	۱-۶-۷-۱. ضریب انتقال حرارت در مقابل سرعت
۹۵	۱-۷-۱. اثر رژیم جریان
۹۸	۱-۶-۷-۱. سرعت به
۱۰۱	۳-۶-۷-۱. اثرات تغییرکننده
۱۰۲	۷-۷-۱. انتقال حرارت در بستر سیال مایع
۱۰۲	۱-۷-۷-۱. تفاوت‌های سازه‌های مایع-جامد با گاز-جامد
۱۰۲	۲-۷-۷-۱. انتقال حرارت
۱۰۳	۸-۷-۱. انتقال حرارت در بستر سیال به فاضل
۱۰۳	۱-۸-۷-۱. ضریب انتقال حرارت
۱۰۴	۲-۸-۷-۱. اثر اندازه ذره
۱۰۵	۳-۸-۷-۱. رابطه
۱۰۵	۸-۱. انتقال جرم
۱۰۵	۱-۸-۱. مقدمه
۱۰۶	۲-۸-۱. مراحل انتقال جرم
۱۰۶	۱-۲-۸-۱. انتقال جرم بین بستر و جسم خارجی یا دیواره
۱۰۶	۱-۱-۲-۸-۱. روابط
۱۰۷	۲-۱-۲-۸-۱. پارامترهای مؤثر
۱۰۷	۳-۱-۲-۸-۱. نقش تخلخل
۱۰۸	۲-۲-۸-۱. انتقال جرم بین ذره و سیال
۱۰۸	۱-۲-۲-۸-۱. مقایسه انتقال جرم از ذره تکین و بستر ثابت به سیال
۱۰۹	۲-۲-۲-۸-۱. مشکلات اندازه‌گیری
۱۱۰	۳-۲-۲-۸-۱. روابط
۱۱۱	۴-۲-۲-۸-۱. ارتفاع واحد انتقال
۱۱۲	۴-۲-۲-۸-۱. اثر سرعت
۱۱۲	۵-۲-۲-۸-۱. روش آزمایشگاهی

۱۱۳	۱-۸-۲-۳. انتقال جرم بین فازهای مجزا.....
۱۱۳	۱-۸-۲-۳-۱. فرضیه تبادل گاز.....
۱۱۴	۱-۸-۲-۳-۲. انتقال جرم بین فازهای سبک و سنگین (مدل دو فاز).....
۱۱۶	۱-۸-۲-۳-۳. اندازه‌گیری سرعت تبادل گاز.....
۱۱۸	۱-۸-۲-۳-۴. قطر حباب.....
۱۲۰	۱-۸-۲-۳-۵. انتقال جرم با استفاده از مدل بستر حبابی.....
۱۲۲	۱-۸-۲-۳-۶. انتقال جرم در بسترهای سیال سه فازي.....
۱۲۲	۱-۸-۲-۳-۷. نواحی محركة.....
۱۲۳	۱-۸-۲-۳-۸. ضریب انتقال جرم حجمی.....
۱۲۳	۱-۸-۲-۳-۹. شرح.....
۱۲۳	۱-۸-۲-۳-۱۰. روش‌های اندازه‌گیری.....
۱۲۵	۱-۸-۲-۳-۱۱. عوامل.....
۱۲۵	۱-۸-۲-۳-۱۲. اثر رژیم.....
۱۲۶	۱-۸-۲-۳-۱۳. اثر خواص گاز مایع.....
۱۲۷	۱-۸-۲-۳-۱۴. اثر صفحه توزیع.....
۱۲۸	۱-۸-۲-۳-۱۵. اثر تعداد حباب‌ها.....
۱۲۸	۱-۸-۲-۳-۱۶. انتقال جرم مایع - جامد.....
۱۲۹	۹-۱. نواحی انتهایی.....
۱۲۹	۹-۱-۱. ناحیه گرید.....
۱۲۹	۹-۱-۱-۱. مقدمه.....
۱۳۰	۹-۱-۲-۱. فواره‌های گاز.....
۱۳۰	۹-۱-۲-۱-۱. شرح.....
۱۳۰	۹-۱-۲-۱-۲. روابط.....
۱۳۲	۹-۱-۲-۳. دانسیته در نزدیکی صفحه توزیع‌کننده.....
۱۳۳	۹-۱-۲-۴. فواره و ناودان.....
۱۳۳	۹-۱-۲-۵. حباب‌ها.....
۱۳۴	۹-۱-۳. ناحیه مرده.....
۱۳۵	۹-۲. خاکشویی.....
۱۳۵	۹-۲-۱. تعریف.....
۱۳۶	۹-۲-۲. فرایند باماندگی.....
۱۳۶	۹-۲-۳. نرخ ماندگی.....
۱۳۶	۹-۲-۳-۱. پیش‌بینی با استفاده از روش دینامیک حباب.....

۱۳۷	۲-۳-۹-۱. پیش‌بینی با استفاده از روش موازنه جرم
۱۴۰	۳-۳-۹-۱. روش کیونی و لون اسپیل
۱۴۱	۴-۳-۹-۱. پیچیدگی تعیین پارامتر
۱۴۲	۴-۳-۹-۱. ارتفاع توقف انتقال
۱۴۳	۵-۳-۹-۱. چند نکته مفید
۱۵۴	مراجع

فصل دوم کاربردهای بستر استخراج و فرآوری کانی‌ها، فلزات و مواد

۱۷۵	۱-۲. خشک کردن
۱۷۵	۱-۱-۲. انواع خشک کن‌ها، بستر سیال
۱۷۵	۱-۱-۱-۲. طبقه بندی
۱۷۷	۲-۱-۱-۲. توصیف خشک کن
۱۸۰	۲-۱-۲. چند مرحله سازی خشک کن‌ها
۱۸۱	۳-۱-۲. مبانی خشک کردن
۱۸۱	۱-۳-۱-۲. سرعت خشک کردن
۱۸۳	۲-۳-۱-۲. انتقال رطوبت
۱۸۳	۴-۱-۲. ویژگی‌های خشک کن‌ها
۱۸۴	۱-۴-۱-۲. نوع اختلاط کامل
۱۸۵	۲-۴-۱-۲. جریان پلاگ
۱۸۶	۳-۴-۱-۲. مدل‌ها
۱۸۶	۱-۳-۴-۱-۲. تعریف مدل‌ها
۱۸۷	۲-۳-۴-۱-۲. انتقال جرم (رطوبت)
۱۸۸	۳-۳-۴-۱-۲. رطوبت در سطح ذره (C_{SR})
۱۸۹	۴-۳-۴-۱-۲. موازنه جرم اطراف یک حباب گاز
۱۹۰	۵-۳-۴-۱-۲. موازنه جرم کلی یک خشک کن بستر سیال
۱۹۰	۶-۳-۴-۱-۲. آزمایش مدل
۱۹۱	۷-۳-۴-۱-۲. محدودیت‌ها
۱۹۱	۵-۱-۲. خشک کن بستر سیال ارتعاشی
۱۹۲	۱-۵-۱-۲. اصول
۱۹۳	۲-۵-۱-۲. بستر سیال ارتعاشی شیب‌دار
۱۹۳	۱-۲-۵-۱-۲. سرعت گاز

۱۹۴	انتقال حرارت..... ۲-۲-۵-۱-۲
۱۹۵	خشک کن بستر فورانی..... ۶-۱-۲
۱۹۷	خشک کن با گرمایش داخلی در مقابل خشک کن بستر ذرات خنثی..... ۷-۱-۲
۱۹۷	خشک کن با گرمایش داخلی..... ۷-۱-۲
۱۹۷	بستر ذرات بی اثر..... ۷-۱-۲
۱۹۸	مشخصه ها..... ۳-۱-۲
۱۹۸	کار آبی..... ۱-۲-۲-۱-۲
۱۹۹	زمان اقامت..... ۳-۱-۲
۱۹۹	ارزیابی کار آبی..... ۷-۱-۲
۲۰۰	کار ده ها..... ۸-۱-۲
۲۰۰	خشک کردن سی آهن..... ۸-۱-۲
۲۰۱	حوزه های مفرق..... ۸-۱-۲
۲۰۲	تشویه..... ۲-۲
۲۰۲	سیال سازی در استخرهای حرارتی غلات..... ۳-۱-۲
۲۰۲	راکتورهای صنعتی غیر تالیم..... ۳-۱-۲
۲۰۲	تشویه کن های بستر سیال..... ۳-۱-۲
۲۰۴	تشویه کن های مخلوط روی..... ۳-۲-۲
۲۰۴	واحدهای تجاری..... ۲-۲-۲-۲
۲۰۷	عملیات..... ۲-۲-۲-۲
۲۰۷	انتخاب متغیرها..... ۲-۲-۲-۲
۲۰۸	محدودیت ها..... ۲-۲-۲-۲
۲۰۹	تشویه کن بستر سیال آشفته..... ۲-۲-۲-۲
۲۰۹	داده های طراحی..... ۲-۲-۲-۲
۲۱۰	تشویه کننده های سولفاتی شدن..... ۲-۲-۳
۲۱۰	اصول سولفاتی شدن..... ۲-۲-۳
۲۱۲	سولفاتی شدن بستر سیال..... ۲-۲-۳
۲۱۲	کنسانتره های آهن، نیکل و مس..... ۲-۲-۳-۱
۲۱۴	تشویه مغناطیسی..... ۲-۲-۴
۲۱۴	اهمیت..... ۲-۲-۴-۱
۲۱۴	پارامترها..... ۲-۲-۴-۲
۲۱۵	واکنش..... ۲-۲-۴-۳
۲۱۵	بستر سیال..... ۲-۲-۴-۴

۲۱۵	 IRISID فرایند ۱-۴-۴-۲-۲
۲۱۶	 راکتور دو فازی ۲-۴-۴-۲-۲
۲۱۷	 تشویه تفکیکی ۵-۲-۲
۲۱۷	 سنگ معدن مس دار ۱-۵-۲-۲
۲۱۸	 سایر فرایندها ۲-۵-۲-۲
۲۱۸	 تشویه کننده های بستر سیال برای سولفیدهای فلزی متفرقه ۶-۲-۲
۲۱۸	 کنسولیدهای کلکوسیت، مس و آرسنیک ۶-۲-۲
۲۱۹	 سنگ طلای حاوی سولفید آهن ۱-۲-۲
۲۱۹	 سولفید مولیبدن و سولفید جیوه ۳-۶-۲-۲
۲۲۰	 غنی سازی در سولفیدهای بستر سیال ۷-۲-۲
۲۲۰	 عملیات ۱-۷-۲-۲
۲۲۱	 گاز خروجی ۲-۷-۲-۲
۲۲۱	 مدل ها ۳-۷-۲-۲
۲۲۲	 تکلیس ۳-۲
۲۲۲	 تعریف ۱-۳-۲
۲۲۲	 کلسیناسیون بستر سیال ۲-۳-۲
۲۲۲	 سنگ آهک ۱-۲-۳-۲
۲۲۴	 سیمان، بوکسیت و سنگ فسفات ۲-۲-۳-۲
۲۲۵	 تری هیدرات آلومینیوم ۳-۲-۳-۲
۲۲۵	 بستر سیال گردشی ۱-۳-۲-۳-۲
۲۲۵	 عملیات ۲-۳-۲-۳-۲
۲۲۶	 آلومینا ۴-۲-۳-۲
۲۲۷	 کلسیناسیون پسماند ۵-۲-۳-۲
۲۲۷	 پسماند کلراید ۱-۵-۲-۳-۲
۲۲۷	 پسمان رادیواکتیو ۲-۵-۲-۳-۲
۲۲۸	 پسمان فلورید زیرکنیوم ۳-۵-۲-۳-۲
۲۲۸	 برخی نکته های مفید در کلسیناسیون بستر سیال ۶-۲-۳-۲
۲۲۸	 احیاء مستقیم ۴-۲
۲۲۸	 اهمیت ۱-۴-۲
۲۲۹	 احیاء سنگ معدن آهن ۲-۴-۲
۲۲۹	 پیدایش بستر سیال ۱-۲-۴-۲
۲۳۰	 فرایندهای بستر سیال ۲-۲-۴-۲

۲۳۰	 فرایند H-آهن. ۱-۲-۲-۴-۲
۲۳۱	 احیاء سنگ آهن سیال شده. ۲-۲-۳-۴-۲
۲۳۱	 فرایند Nu-آهن. ۳-۲-۳-۴-۲
۲۳۱	 سایر فرایندهای احیاء. ۴-۲-۳-۴-۲
۲۳۲	 جنبه‌های واکنشی در احیاء مستقیم. ۳-۳-۴-۲
۲۳۲	 احیاء. ۱-۳-۲-۴-۲
۲۳۳	 احیاء کننده‌ها. ۲-۳-۱-۴-۲
۲۳۴	 عیب‌هایی در احیاء سیال- جامد. ۴-۲
۲۳۴	 عدم سیال‌سازی. ۳-۴-۲
۲۳۴	 تشکلهای خ. ۱-۱-۳-۴-۲
۲۳۴	 اثرها. ۲-۱-۳-۴-۲
۲۳۵	 مکانیسم. ۳-۱-۳-۴-۲
۲۳۵	 پیش گرمایش پودر. ۲-۲-۳-۴-۲
۲۳۶	 انتقال ذرات. ۳-۲-۳-۴-۲
۲۳۶	 کنترل گوگرد. ۴-۳-۴-۲
۲۳۶	 احیاء کننده کربن. ۵-۳-۴-۲
۲۳۷	 سیال‌سازی در آهن‌سازی پیشرفته. ۴-۴-۲
۲۳۷	 فرایندهای جدید. ۱-۴-۴-۲
۲۳۸	 فرایند دو مرحله‌ای. ۲-۴-۴-۲
۲۳۸	 کنترل غبار دودکش. ۳-۴-۴-۲
۲۳۹	 احیاء مستقیم در صنایع غیر آهنی. ۵-۴-۲
۲۳۹	 تولید پودر فلزی. ۱-۵-۴-۲
۲۳۹	 احیاء بستر سیال. ۲-۵-۴-۳
۲۳۹	 پودرهای مس و نیکل. ۱-۲-۵-۴-۳
۲۴۰	 پودرهای نیکل و تیتانیوم. ۲-۲-۵-۴-۳
۲۴۱	 پودر مولیبدن. ۳-۲-۵-۴-۳
۲۴۱	 پیشنهادها. ۴-۲-۵-۴-۲
۲۴۲	 هالوژناسیون بستر سیال. ۵-۲
۲۴۲	 سیال‌سازی در متالورژی هالیدی. ۱-۵-۲
۲۴۲	 مقدمه. ۱-۱-۵-۲
۲۴۳	 کلریناسیون و سیال‌سازی. ۲-۱-۵-۲
۲۴۴	 متالورژی کلریدی. ۳-۱-۵-۲

۲۴۵	 ۲-۵-۲. کلریناسیون بستر سیال
۲۴۵	 ۱-۲-۵-۲. کلریناسیون اکسید فلزی
۲۴۶	 ۲-۲-۵-۲. کلریناسیون روتیل
۲۴۶	 ۱-۲-۲-۵-۲. واکنش
۲۴۷	 ۲-۲-۲-۵-۲. مکانیسم
۲۴۷	 ۳-۲-۲-۵-۲. پارامترها
۲۴۸	 ۴-۲-۲-۵-۲. مدل‌ها
۲۴۸	 ۳-۲-۲-۵-۲. کلریناسیون ایلمنیت
۲۴۸	 ۲-۲-۵-۲. کلریناسیون برای پرعیارسازی
۲۴۹	 ۲-۲-۲-۵-۲. کلریناسیون مستقیم
۲۵۰	 ۳-۳-۲-۵-۲. کلریناسیون انتخابی
۲۵۱	 ۴-۳-۲-۵-۲. مدل‌ها
۲۵۱	 ۵-۳-۲-۵-۲. بعضی نکات در جداسازی
۲۵۱	 ۴-۲-۵-۲. کلریناسیون مواد زیرکونیوم
۲۵۱	 ۱-۴-۲-۵-۲. کلریناسیون در متالورژی زیرکونیوم
۲۵۲	 ۲-۴-۲-۵-۲. مطالعات عمومی
۲۵۳	 ۳-۴-۲-۵-۲. کلریناسیون اکسید زیرکونیوم با درجه خلوص بالا
۲۵۳	 ۴-۴-۲-۵-۲. نتایج کلریناسیون
۲۵۴	 ۵-۴-۲-۵-۲. کلریناسیون مستقیم زیرکونیوم
۲۵۵	 ۵-۲-۵-۲. کلریناسیون سنگ معدن کلویمیت و مولی‌سولفید
۲۵۵	 ۱-۵-۲-۵-۲. کلریناسیون کلویمیت
۲۵۶	 ۲-۵-۲-۵-۲. کلریناسیون مولی‌سولفید
۲۵۷	 ۶-۲-۵-۲. کلریناسیون در تولید فلز سیلیسیم
۲۵۷	 ۱-۶-۲-۵-۲. کلروسیلان
۲۵۸	 ۲-۶-۲-۵-۲. سیال‌سازی در تولید فلز سیلیسیم
۲۵۹	 ۷-۲-۵-۲. کلریناسیون/فلوریناسیون مواد آلومینیوم‌دار
۲۵۹	 ۱-۷-۲-۵-۲. فرایند توت
۲۶۰	 ۲-۷-۲-۵-۲. تری فلورید آلومینیوم
۲۶۱	 ۸-۲-۵-۲. کلریناسیون انتخابی برای بازیابی نیکل و کبالت
۲۶۶	 ۱-۸-۲-۵-۲. اصول
۲۶۶	 ۲-۸-۲-۵-۲. مطالعات کلریناسیون
۲۶۶	 مراجع

فصل سوم

سیال سازی در مهندسی هسته‌ای

۲۷۷	۶-۳. فروشویی
۲۷۷	۱-۶-۳. عملیات فروشویی بستر سیال
۲۷۷	۱-۱-۱-۳. توضیحات عمومی
۲۷۸	۱-۱-۲. کاربردها
۲۷۹	۱-۱-۳. دستگاه فروشویی
۲۸۰	۱-۲. ابعاد طراحی ستون فروشو
۲۸۲	۱-۳-۱. مرحله بندی
۲۸۲	۱-۳-۱-۳. سیال سازی در مرحله اول
۲۸۲	۱-۳-۱-۳. فروشویی
۲۸۳	۱-۳-۱-۳. چند مرحله بندی
۲۸۵	۲-۳. استخراج اورانیوم
۲۸۵	۱-۲-۳. سیال سازی در چرخه سوخت هسته‌ای
۲۸۶	۲-۲-۳. بستر سیال نیترات زدایی
۲۸۶	۱-۲-۲-۳. تجزیه حرارتی نیترات اورانیوم
۲۸۷	۲-۲-۲-۳. بستر سیال
۲۸۷	۱-۲-۲-۳. کلسیناسیون
۲۸۸	۲-۲-۲-۳. کیک سازی
۲۸۹	۳-۲-۲-۳. واحد نیترات زدایی
۲۹۱	۳-۲-۳. احیای اکسیدهای اورانیوم
۲۹۱	۱-۳-۲-۲. اکسیدهای اورانیوم
۲۹۲	۲-۳-۲-۲. آماده سازی
۲۹۲	۱-۲-۳-۲-۳. معیارهای اکسید
۲۹۳	۲-۲-۳-۲-۳. معیارهای راکتور
۲۹۴	۳-۲-۳-۲-۳. معیارهای احیاء
۲۹۵	۴-۲-۳-۲-۳. احیاء بستر سیال
۲۹۶	۴-۲-۳. هیدروفلوریناسیون دی اکسید اورانیوم
۲۹۶	۱-۴-۲-۳. واکنش
۲۹۷	۲-۴-۲-۳. هیدروفلوریناسیون بستر سیال
۳۰۰	۵-۲-۳. تولید هگزا فلورید اورانیوم
۳۰۰	۱-۵-۲-۳. فلوریناسیون

۳۰۰	 واکنش اصلی	۱-۱-۵-۲-۳
۳۰۰	 راکتور شعله‌ای	۲-۱-۵-۲-۳
۳۰۱	 بستر سیال	۲-۵-۲-۳
۳۰۱	 فلوریناسیون تترافلورید اورانیوم	۱-۲-۵-۲-۳
۳۰۲	 فلوریناسیون مستقیم	۲-۲-۵-۲-۳
۳۰۴	 مطالعات مهندسی	۳-۲-۵-۲-۳
۳۰۵	 تأثیر پارامترها	۴-۲-۵-۲-۳
۳۰۵	 رعت واکنش	۵-۲-۵-۲-۳
۳۰۶	 تور فلوریناسیون	۳-۲-۵-۲-۳
۳۰۷	 کنترل راکتور	۵-۲-۵-۲-۳
۳۰۹	 تهیه مواد ساخت	۳-۲-۵-۲-۳
۳۰۹	 هیدرولیز و هگنرید اورانیوم	۱-۳-۳
۳۰۹	 واکنش	۱-۱-۳-۳
۳۱۰	 بستر سیال	۲-۱-۳-۳
۳۱۰	 راکتور	۱-۲-۱-۳-۳
۳۱۱	 محصول	۲-۲-۱-۳-۳
۳۱۱	 اثر عمق بستر	۳-۲-۱-۳-۳
۳۱۱	 تهیه اکسید ریز	۴-۲-۱-۳-۳
۳۱۲	 مونوکاربید اورانیوم استوکیومتریک	۲-۳-۳
۳۱۲	 کاربید اورانیوم به عنوان سوخت هسته‌ای	۱-۲-۳-۳
۳۱۳	 واکنش	۲-۲-۳-۳
۳۱۴	 نیاز به بستر سیال	۳-۲-۳-۳
۳۱۵	 راکتور بستر سیال	۴-۲-۳-۳
۳۱۵	 خوراک و گاز	۱-۴-۲-۳-۳
۳۱۵	 راکتور	۲-۴-۲-۳-۳
۳۱۶	 محصول	۳-۴-۲-۳-۳
۳۱۶	 سایر کاربردها	۴-۴-۲-۳-۳
۳۱۶	 تهیه کاربردها و نیتrideها به طور مستقیم از اکسید اورانیوم	۳-۳-۳
۳۱۶	 معیارهای واکنش	۱-۳-۳-۳
۳۱۷	 بستر سیال	۲-۳-۳-۳
۳۱۷	 راکتور	۱-۲-۳-۳-۳
۳۱۸	 عملیات	۲-۲-۳-۳-۳

۳۱۹	۳-۲-۳-۳-۳ ماده کربنیزه کننده
۳۱۹	۴-۲-۳-۳-۳ محصول
۳۲۰	۵-۲-۳-۳-۳ پیشنهادها
۳۲۱	۴-۳-۳ آلومینید اورانیوم
۳۲۱	۱-۴-۳-۳ 'رزیابی
۳۲۱	۲-۴-۳-۳ بستر سیال
۳۲۱	۱-۲-۴-۳ اکتور
۳۲۲	۲-۳-۳ مراحل واکنش
۳۲۴	۳-۳ پوشش دهی پیروکربن
۳۲۴	۱-۴-۳ انتخاب راکتور
۳۲۴	۱-۱-۴-۳ شایستگی
۳۲۵	۲-۱-۴-۳ اشیاء در برابر
۳۲۵	۳-۱-۴-۳ دسته بندی پوشش دهی
۳۲۶	۲-۴-۳ دسته بندی پوشش تفکاتی
۳۲۶	۱-۲-۴-۳ پوشش دهی غیرفلزی
۳۲۷	۱-۱-۲-۴-۳ پوشش کربنی
۳۲۸	۲-۱-۲-۴-۳ کاربرد سیلیسیوم
۳۲۸	۲-۲-۴-۳ بستر سیال
۳۲۸	۱-۲-۲-۴-۳ پوشش دهی در بستر سیال
۳۲۹	۲-۲-۲-۴-۳ خواص پوشش
۳۳۰	۳-۲-۲-۴-۳ پیشنهادات
۳۳۱	۵-۳ سیال سازی در استخراج زیر کونیوم
۳۳۱	۱-۵-۳ شکست زیرکن
۳۳۱	۱-۱-۵-۳ کلریناسیون
۳۳۲	۲-۱-۵-۳ بستر سیال
۳۳۲	۲-۵-۳ کاربردهای گوناگون
۳۳۳	۶-۳ راکتور بستر سیال در بازفرآوری سوخت
۳۳۳	۱-۶-۳ بازفرآوری سوخت
۳۳۳	۱-۱-۶-۳ روش ها
۳۳۴	۱-۱-۱-۶-۳ روش های آبی
۳۳۴	۲-۱-۱-۶-۳ روش های غیر آبی
۳۳۵	۳-۱-۱-۶-۳ روش های ترکیبی

۳۳۶	۲-۱-۶-۳. فرایند تبخیرپذیری فلورید
۳۳۶	۱-۲-۱-۶-۳. شرح فرایند
۳۳۷	۲-۲-۱-۶-۳. بستر سیال
۳۳۸	۲-۶-۳. بازفرآوری سوخت با استفاده از بستر سیال جدید
۳۳۸	۱-۲-۶-۳. سوخت اورانیوم-آلومینیوم / اورانیوم-زیرکونیوم
۳۳۹	۲-۲-۶-۳. سوخت اکسیدی
۳۳۹	۲-۶-۳. سوخت‌های کاربردی
۳۴۰	۷-۳. پسمان در آمایش پسمان و کاهش آلودگی
۳۴۰	۷-۳. بستر سیال
۳۴۰	۱-۱-۷-۳. انتخاب
۳۴۱	۲-۱-۷-۳. پسمان وزی
۳۴۱	۱-۲-۱-۷-۳. پسمان خطر
۳۴۱	۲-۲-۱-۷-۳. پسمان‌های آب
۳۴۲	۳-۲-۱-۷-۳. تصفیه گازهای
۳۴۲	۲-۷-۳. معیارهای یک زباله سوز
۳۴۲	۱-۲-۷-۳. محدودیت‌ها
۳۴۳	۲-۲-۷-۳. بستر سیال
۳۴۴	۳-۷-۳. پسمان‌های گاز و مایع
۳۴۴	۱-۳-۷-۳. گازهای خروجی
۳۴۵	۲-۳-۷-۳. پسماند مایع
۳۴۶	۴-۷-۳. بازیافت از پسمان
۳۵۰	مراجع

فصل چهارم

راکتور بستر سیال دما بالا

۳۵۹	۱-۴. پلاسما، کوره‌های پلاسما و بستر سیال پلاسما
۳۵۹	۱-۱-۴. پلاسما
۳۵۹	۱-۱-۱-۴. حالت پلاسما
۳۶۰	۱-۱-۱-۱-۴. ذره باردار
۳۶۰	۲-۱-۱-۱-۴. برخورد
۳۶۲	۳-۱-۱-۱-۴. سامانه‌های پلاسما
۳۶۳	۲-۱-۱-۴. تخلیه الکتریکی جریان‌های مستقیم و متناوب

۳۶۵	 تخلیه الکتریکی امواج رادیویی	۳-۱-۱-۴
۳۶۵	 سامانه تجهیزات پلاسما	۲-۱-۴
۳۶۵	 گازهای مولد پلاسما	۱-۲-۱-۴
۳۶۵	 معیارهای انتخاب	۱-۱-۲-۱-۴
۳۶۷	 خصوصیات	۲-۱-۲-۱-۴
۳۶۹	 الکترودها	۲-۲-۱-۴
۳۶۹	 منبع توان	۳-۲-۱-۴
۳۷۰	 پلاسمای قوسی	۱-۱-۱-۴
۳۷۱	 کوره پلاسما	۲-۴
۳۷۱	 انواع کوره‌ها	۱-۲-۴
۳۷۱	 کوره پلاسمای جریان مستقیم	۱-۱-۲-۴
۳۷۱	 زمان اقامت کوتاه	۱-۱-۱-۲-۴
۳۷۳	 زمان اقامت متوسط	۲-۱-۱-۲-۴
۳۷۴	 زمان اقامت بلند	۳-۱-۱-۲-۴
۳۷۴	 کوره پلاسما با امواج رادیویی	۲-۱-۲-۴
۳۷۶	 بستر سیال پلاسما	۳-۴
۳۷۶	 برهم کنش‌های پلاسما- جامد	۱-۳-۴
۳۷۶	 انتقال حرارت به جامد	۱-۱-۳-۴
۳۷۷	 خنک‌سازی جامد	۲-۱-۳-۴
۳۷۷	 پلاسما و بستر سیال	۲-۳-۴
۳۷۷	 بستر سیال پلاسمای جریان مستقیم	۱-۲-۳-۴
۳۷۷	 شرح	۱-۱-۲-۳-۴
۳۷۹	 آزمایش	۲-۱-۲-۳-۴
۳۸۱	 بستر سیال پلاسمای جفت شده القایی	۲-۲-۳-۴
۳۸۲	 مشخصات بستر سیال پلاسما	۳-۳-۴
۳۸۲	 نیروهای بین ذره‌ای و حداقل سرعت سیال‌سازی	۱-۳-۳-۴
۳۸۵	 برهم کنش پلاسما با بستر سیال	۲-۳-۳-۴
۳۸۵	 آزمایش‌ها	۱-۲-۳-۳-۴
۳۸۶	 نتایج	۲-۲-۳-۳-۴
۳۸۸	 بستر فوران پلاسما	۳-۳-۳-۴
۳۸۸	 آزمایش‌ها	۱-۳-۳-۳-۴
۳۸۹	 نتایج	۲-۳-۳-۳-۴

۴۴۵	 کلی ۱-۷-۵-۴
۴۴۶	 دسته‌بندی ۲-۷-۵-۴
۴۴۶	 کلردار کردن ۳-۷-۵-۴
۴۴۷	 کلریناسیون دی اکسید زیر کونیم ۱-۳-۷-۵-۴
۴۴۷	 کلریناسیون زیر کونیم ۲-۳-۷-۵-۴
۴۴۹	 کاربردهای متفرقه ۴-۷-۵-۴
۴۵۱	 مراجع

فصل پنجم

مشخصه‌های مختلف اراچه بستر سیال

۴۶۳	 سرعت عملی ۱-۵
۴۶۳	 دسته‌بندی ۱-۱-۵
۴۶۴	 سرعت عملیاتی اراچه‌های رودیامیک ۲-۱-۵
۴۶۴	 دامنه ۱-۲-۱-۵
۴۶۴	 پایداری عملیات ۲-۲-۱-۵
۴۶۴	 پیچیدگی ۱-۲-۲-۱-۵
۴۶۵	 معیار افت فشار ۲-۲-۲-۱-۵
۴۶۵	 معیار افت فشار در توزیع‌کننده یا گرید ۳-۲-۲-۱-۵
۴۶۷	 نسبت بحرانی مقاومت گرید ۴-۲-۲-۱-۵
۴۶۸	 سرعت بحرانی پس‌آمیزی ۳-۱-۵
۴۶۹	 سرعت عملیاتی تحت شرایط فرسایش یا انباشتگی ذره ۴-۱-۵
۴۷۰	 سرعت عملیاتی جهت کمینه‌کردن نشی جامد از طریق توزیع‌کننده ۵-۱-۵
۴۷۰	 نشی یا تراوش جامد از طریق توزیع‌کننده‌ها ۱-۵-۱-۵
۴۷۰	 سرعت عملیاتی برای میزان مطلوب تراوش جامد ۲-۵-۱-۵
۴۷۲	 سرعت عملیاتی بر مبنای حداکثر اندازه حباب ۶-۱-۵
۴۷۴	 سرعت عملیاتی جهت دستیابی به انتقال حرارت بهینه ۷-۱-۵
۴۷۴	 حداکثر انتقال حرارت ۱-۷-۱-۵
۴۷۴	 سرعت بهینه ۲-۷-۱-۵
۴۷۶	 سرعت عملیاتی براساس واکنش شیمیایی ۸-۱-۵
۴۷۶	 ملاحظات استوکیومتری ۱-۸-۱-۵
۴۷۷	 ملاحظات تبدیل ۲-۸-۱-۵
۴۷۸	 نسبت ابعاد ۲-۵

۴۷۸	 ۱-۲-۵ معرفی
۴۷۸	 ۲-۲-۵ اثر توزیع کننده
۴۷۹	 ۳-۲-۵ اثر اندازه حباب
۴۷۹	 ۴-۲-۵ پارامترهای کلیدی تأثیرگذار
۴۸۰	 ۵-۲-۵ پیش‌بینی‌ها
۴۸۱	 ۳-۵ توزیع کننده‌ها
۴۸۱	 ۲-۳-۵ مقدمه
۴۸۲	 ۳-۵ کاربرد توزیع کننده
۴۸۲	 ۳-۵ اهمیت توزیع کننده
۴۸۲	 ۵-۳-۳-۵ عوامل مؤثر در دینامیکی
۴۸۲	 ۵-۳-۳-۲-۵ عامل مساحت سطحی
۴۸۴	 ۵-۳-۳-۳-۳-۵ تأثیر ریزش گاز بر
۴۸۴	 ۵-۳-۳-۳-۱-۵ سیال‌سازی
۴۸۴	 ۵-۳-۳-۳-۲-۵ سیال‌سازی
۴۸۵	 ۴-۳-۵ انواع توزیع کننده‌ها
۴۸۵	 ۵-۴-۳-۱-۵ توزیع کننده‌های معمولی برای گاز مایع
۴۸۷	 ۵-۴-۳-۲-۵ توزیع کننده‌های پیشرفته گاز-مایع
۴۸۸	 ۵-۴-۳-۳-۵ توزیع کننده‌های رایج برای گاز و مایع
۴۹۰	 ۵-۴-۳-۴-۵ توزیع کننده‌های پیشرفته گاز-مایع
۴۹۱	 ۵-۴-۳-۵-۵ توزیع کننده‌های وابسته به افت فشار
۴۹۱	 ۵-۴-۳-۱-۵ معیار دسته‌بندی
۴۹۱	 ۵-۴-۳-۲-۵ توزیع کننده‌های افت فشار پایین
۴۹۲	 ۵-۴-۳-۳-۵ توزیع کننده‌های افت فشار بالا
۴۹۳	 ۵-۳-۵ افت فشار
۴۹۳	 ۵-۳-۱-۵ معیار انتخاب
۴۹۳	 ۵-۳-۱-۱-۵ قانون کلی
۴۹۳	 ۵-۳-۱-۲-۵ انرژی جنبشی
۴۹۳	 ۵-۳-۱-۳-۵ حالت پایدار
۴۹۴	 ۵-۳-۱-۴-۵ عملیات ورودی‌های گاز
۴۹۵	 ۵-۳-۲-۵ اهمیت افت فشار
۴۹۵	 ۵-۳-۳-۵ پیش‌بینی نسبت افت فشار
۴۹۵	 ۵-۳-۴-۵ معیار حداقل سرعت عملیاتی

۴۹۵	۱-۴-۳-۵. عملیات تور
۴۹۷	۲-۴-۳-۵. صفحه چند اریفسی
۴۹۹	۳-۴-۳-۵. پیشنهادها
۵۰۰	۴-۵. روش طراحی بهینه
۵۰۰	۱-۴-۵. سینتیک واکنش با وجود طراحی براساس هیدرودینامیک مطلوب
۵۰۰	۱-۴-۵. دیدگاه سینتیکی
۵۰۱	۲-۴-۵. دیدگاه هیدرودینامیکی
۵۰۱	۱-۴-۵. مدل طراحی توزیع کننده
۵۰۱	۳-۴-۵. نسبت گام به قطر اریفیس
۵۰۴	۲-۴-۵. راهکار برای تثبیت نسبت گام به قطر اریفیس
۵۰۵	۴-۳-۱-۴-۵. گزینش های گانه برای عملیات یا انتخاب نسبت گام به قطر اریفیس
۵۰۷	۴-۴-۵. توزیع دما برای سه فازی
۵۰۹	۲-۴-۵. محفظه ورودی
۵۱۰	۳-۴-۵. انرژی پمپاژ
۵۱۲	۵-۵. جنبه های مدل سازی
۵۱۲	۱-۵-۵. مقدمه
۵۱۳	۱-۱-۵-۵. ناحیه گرید
۵۱۳	۲-۱-۵-۵. ناحیه بستر حبابی اصلی
۵۱۵	۳-۱-۵-۵. ناحیه آزاد
۵۱۶	۲-۵-۵. برخی از جنبه های اساسی مدل سازی
۵۱۷	۱-۲-۵-۵. مدل دو فازی
۵۲۰	۲-۲-۵-۵. مدل بستر حبابی
۵۲۳	۳-۲-۵-۵. انواع مدل ها
۵۲۸	۴-۲-۵. تجزیه و تحلیل مدل ها
۵۲۹	۱-۴-۲-۵. مدل دیویدسون و هریسون [۲۵]
۵۳۳	۲-۴-۲-۵. مدل کیونی و لون اشپیل [۲۶]
۵۳۵	۳-۴-۲-۵. مدل کاتو و ون [۱۲۴]
۵۳۷	۴-۴-۲-۵. مدل پارتیدج و راو [۱۳۱]
۵۴۰	۵-۴-۲-۵. مقایسه مدل ها
۵۴۴	۵-۲-۵. چند مدل مدرن
۵۴۵	۱-۵-۲-۵. مدل ورتر
۵۴۷	۲-۵-۲-۵. مدل فرایر و پاتر [۱۴۹]

۵۵۰	 مدل پیترز و همکاران [۱۵۳]
۵۵۰	 مدل‌های بستر لخته‌ای ۴-۵-۲-۵
۵۵۲	 مدل تصادفی ۵-۵-۲-۵
۵۵۲	 راکتورهای در مقیاس صنعتی ۶-۵-۲-۵
۵۵۴	 بازدهی راکتور بستر سیال ۷-۵-۲-۵
۵۶۴	 مراجع

فصل ششم

برخی کاربردهای پیشرفته سیالیت

۵۷۵	 ۱-۶. روش‌های جد
۵۷۵	 ۱-۱-۶. بسترهای سیال دار شده با مغناطیس (MSB)
۵۷۵	 ۱-۱-۱-۶. مقدمه
۵۷۶	 ۲-۱-۱-۶. مبانی
۵۷۸	 ۳-۱-۱-۶. ویژگی‌ها
۵۸۰	 ۲-۱-۶. بستر نیمه سیال
۵۸۰	 ۱-۲-۱-۶. توصیف
۵۸۲	 ۱-۲-۱-۶. حداقل سرعت نیمه سیالیت
۵۸۲	 ۲-۱-۲-۱-۶. حداکثر سرعت نیمه سیالیت
۵۸۳	 ۳-۱-۲-۱-۶. افت فشار و تخلخل
۵۸۴	 ۴-۱-۲-۱-۶. عوامل محدود کننده و کاربردها
۵۸۵	 ۳-۱-۶. بستر سیال ناودانی
۵۸۵	 ۱-۳-۱-۶. توصیف کلی
۵۸۷	 ۲-۳-۱-۶. هیدرودینامیک
۵۸۷	 ۳-۳-۱-۶. حداقل سرعت سیالیت ناودانی
۵۸۹	 ۴-۳-۱-۶. تولید فوران
۵۸۹	 ۵-۳-۱-۶. لوله دریافت
۵۹۰	 ۴-۱-۶. بستر سیال گریز از مرکز
۵۹۰	 ۱-۴-۱-۶. مفهوم
۵۹۱	 ۲-۴-۱-۶. مبانی
۵۹۳	 ۳-۴-۱-۶. کاربردها
۵۹۴	 ۵-۱-۶. بستر سیال کوپه‌ای
۵۹۴	 ۱-۵-۱-۶. عملیات ترکیبی

۵۹۶	۲-۵-۱-۶. بسترهای دوقلو
۵۹۶	۳-۵-۱-۶. طراحی پیشرفته
۵۹۷	۴-۵-۱-۶. کاربردها
۵۹۸	۲-۶. سلول های الکتروود سیال
۵۹۸	۱-۲-۶. مبانی الکترودهای سیال
۵۹۸	۱-۲-۶. ضرورت الکترودهای سیال
۵۹۹	۲-۲-۶. توصیف
۶۰۰	۱-۲-۶. پتانسیل الکتریکی
۶۰۱	۴-۱-۲-۶. سلول های الکتروود جذبی
۶۰۱	۱-۲-۶. انتخاب
۶۰۲	۲-۲-۶. انواع سلول و طراحی
۶۰۲	۱-۲-۲-۶. معیارهای ارزیابی
۶۰۳	۲-۲-۲-۶. محفظه آند و کاتد
۶۰۴	۳-۲-۲-۶. ساختار
۶۰۵	۳-۲-۶. مدل سازی الکترودهای سیال
۶۰۵	۱-۳-۲-۶. پارامترهای سلول
۶۰۶	۲-۳-۲-۶. توزیع جریان و ولتاژ
۶۰۸	۳-۳-۲-۶. انتقال شارژ
۶۰۹	۴-۳-۲-۶. چگالی جریان
۶۰۹	۱-۴-۳-۲-۶. توسعه مدل
۶۱۰	۲-۴-۳-۲-۶. اثر اندازه ذره
۶۱۰	۵-۳-۲-۶. تغذیه کننده جریان
۶۱۲	۴-۲-۶. الکترودهای سیال سه فاز
۶۱۲	۱-۴-۲-۶. نقش فاز سوم
۶۱۲	۲-۴-۲-۶. سلول ها
۶۱۲	۲-۴-۲-۶. نوعی که در آن فاز سوم تزریق می شود
۶۱۳	۲-۴-۲-۶. نوعی که در آن فاز سوم تولید می شود
۶۱۳	۵-۲-۶. کاربردها
۶۱۴	۱-۵-۲-۶. الکترودهای بستر سیال در استخراج مس
۶۱۶	۲-۵-۲-۶. الکترودهای بستر سیال در استخراج نیکل
۶۱۷	۳-۵-۲-۶. فرایند الکتروود جذبی کبالت، نقره و روی
۶۱۷	۱-۳-۵-۲-۶. کبالت

۶۱۸	نقره. ۲-۳-۵-۲-۶
۶۱۹	روی. ۳-۳-۵-۲-۶
۶۲۱	الکترودهای بستر سیال در تصفیهٔ پساب. ۴-۵-۲-۶
۶۲۲	کاربردهای متفرقه. ۵-۵-۲-۶
۶۲۴	فراوری زیستی بستر سیال. ۳-۶
۶۲۴	مقدمه. ۱-۳-۶
۶۲۴	ایندوای زیست پایه‌ای. ۴-۳-۶
۶۲۴	۱. پروارگانیم‌ها. ۳-۶
۶۲۵	۲-۴-۶ استخراج فلز و مواد معدنی.
۶۲۹	۳-۳-۶ راکتورهای سیال.
۶۲۹	۱-۳-۳-۶ نیازمندی‌ها.
۶۳۰	۲-۳-۳-۶ انواع.
۶۳۴	۳-۳-۳-۶ راکتورهای زیستی بستر سیال.
۶۴۱	مراجع.