

فهرست:

۱

کلیات

۱	
۳	۱-۱- مقدمه
۸	۲-۱- فرآیندهای ساخت سرامیک
۹	۱-۲-۱- واکنش‌های فاز گازی
۹	۱-۲-۱-۱- رسوب شیمیایی از فاز بخار
۱۵	۲-۱-۲-۱- اکسیداسیون مستقیم فلز
۱۸	۲-۱-۳-۱- اتصال واکنشی
۱۸	نیتريد سيليسيم
۱۹	اکسیدها
۲۱	کاربید سيليسيم
۲۴	۲-۲-۱- روش‌هایی بر پایه پیش ماده مایع
۲۴	۱-۲-۲-۱- فراوری سل-ژل
۲۹	۲-۲-۲-۱- پیرولیز پلیمرها
۳۱	کاربید سيليسيم
۳۴	نیتريد سيليسيم
۳۶	نیتريد بور و کاربرد بور
۳۷	۲-۲-۳-۱- تولید از پودرها

۳۷	ریخته‌گری مذاب
۴۰	۱-۲-۲-۴- پخت پودرهای متراکم شده
۴۱	۱-۳-۳- نگرشی اجمالی به ساخت سرامیک‌های پلی کریستال از پودر
۴۱	۱-۳-۱- سنتز پودر و تعیین خصوصیات پودر
۴۴	۱-۳-۲- متراکم کردن پودر (Powder Consolidation)
۴۵	۱-۳-۳- فرآیند زینتر
۴۹	۱-۳-۴- ریزساختار سرامیک‌ها
۵۵	۱-۴- مطالعه موردی در فراوری: ساخت TiO_2 از پودرها
۵۸	۱-۵- نتایج برجسته
۵۹	مسائل
۶۲	مراجع و منابع

۲

۶۷	سنتز پودرها
۶۹	۲-۱- مقدمه
۶۹	۲-۲- ویژگی‌های مطلوب پودر
۷۳	۲-۳- روش‌های سنتز پودر
۷۵	۲-۴- آماده‌سازی پودر توسط روش‌های مکانیکی
۷۵	۲-۴-۱- خردایش
۷۷	۲-۴-۱-۱- آسیاب غلتکی پر فشار
۷۷	۲-۴-۱-۲- آسیاب هوای فشرده (جت میل)
۷۸	۲-۴-۱-۳- آسیاب گلوله‌ای (بالمیل)

۸۵	۲-۴-۲- سنتز مکانو شیمیایی
۸۸	۲-۵- سنتز پودر به‌وسیله روش‌های شیمیایی
۸۹	۲-۵-۱- واکنش‌های حالت جامد
۸۹	۲-۵-۱-۱- تجزیه
۹۹	۲-۵-۱-۲- واکنش شیمیایی بین جامدات
۱۰۵	۲-۵-۱-۳- احیاء
۱۰۵	۲-۵-۲- محلول‌های مایع
۱۰۶	۲-۵-۲-۱- رسوب از محلول
۱۰۶	اصول
۱۰۶	جوانه‌زنی
۱۱۰	رشد ذرات توسط رسوب از محلول
۱۱۳	توزیع کنترل شده اندازه ذرات
۱۱۵	رشد دانه توسط آگریگیت شدن
۱۱۶	رشد ذره توسط رشد کامل (رسش) استوالد (Ostwald Ripening)
۱۱۷	روش کار رسوب از محلول
۱۱۷	آبکافت یا هیدرولیز محلول‌های آلکوکسیدهای فلزی
۱۲۰	آبکافت یا هیدرولیز محلول‌های حاوی نمک فلزات
۱۲۴	رسوب اکسیدهای پیچیده
۱۲۶	رسوب تحت شرایط هیدروترمال
۱۲۹	ذرات پوشش داده شده با ذرات پوششی
۱۳۴	تولید صنعتی پودرها توسط رسوب از محلول
۱۳۴	۲-۲-۵-۲- تبخیر مایع
۱۳۵	خشک کردن افشانه‌ای

۱۳۷	پیرولیز افشانه‌ای
۱۴۱	خشک کردن افشانه‌ای دوغاب‌ها
۱۴۲	خشک کردن انجمادی
۱۴۴	۲-۵-۳- روش‌های بر پایه ژل
۱۴۴	فرآوری سل - ژل
۱۴۵	روش پچینی
۱۴۶	روش ژل سیترات
۱۴۶	فرآیند گلاسیسین نیترات
۱۴۷	۲-۵-۴- واکنش مایع غیر آبی
۱۴۹	۲-۵-۳- واکنش‌های فاز بخار
۱۵۰	۲-۵-۳-۱- واکنش گاز- جامد
۱۵۲	۲-۵-۳-۲- واکنش بین یک مایع و یک گاز
۱۵۲	۲-۵-۳-۳- واکنش بین گازها
۱۵۸	۲-۶- نتایج برجسته
۱۵۹	مسائل
۱۶۳	مراجع و منابع

۳

۱۶۹	تعیین مشخصات پودر
۱۷۱	۳-۱- مقدمه
۱۷۲	۳-۲- تعیین مشخصات فیزیکی
۱۷۲	۳-۲-۱- انواع ذرات

- ۱۷۲ ۳-۲-۱-۱- ذرات اولیه
- ۱۷۳ ۳-۲-۱-۲- آگلومرها
- ۱۷۴ ۳-۲-۱-۳- ذرات
- ۱۷۴ ۳-۲-۱-۴- گرانول
- ۱۷۵ ۳-۲-۱-۵- فلاک یا خوشه‌ها
- ۱۷۵ ۳-۲-۱-۶- کلویدها
- ۱۷۵ ۳-۲-۱-۷- اگریگیت‌ها یا انبوهه
- ۱۷۶ ۳-۲-۲- اندازه و توزیع اندازه ذره
- ۱۷۶ ۳-۲-۱- تعریف اندازه ذره
- ۱۷۸ ۳-۲-۲- میانگین اندازه ذره
- ۱۸۰ ۳-۲-۲- نمایش اطلاعات اندازه ذرات
- ۱۸۵ ۳-۲-۳- شکل ذره
- ۱۸۷ ۳-۲-۴- اندازه‌گیری اندازه ذره و توزیع اندازه
- ۱۸۷ ۳-۲-۱- میکروسکوپی
- ۱۸۹ ۳-۲-۲- غربال (الک کردن)
- ۱۹۲ ۳-۲-۳- ته‌نشینی یا رسوب
- ۱۹۴ ۳-۲-۴- روش‌های ناحیه احساس (دریافت) الکتریکی (شمارنده کولتر)
- ۱۹۶ ۳-۲-۵- پخش نور
- ۱۹۹ ۳-۲-۶- پهن شدن پیک اشعه X
- ۲۰۰ ۳-۲-۵- مساحت سطح
- ۲۰۵ ۳-۲-۶- تخلخل ذرات
- ۲۰۶ ۳-۲-۱- جذب سطحی گاز
- ۲۰۹ ۳-۲-۶- تخلخل سنجی حیوهای

۲۱۳	۳-۲-۳-۳- چگالی سنجی (پیکنومتری)
۲۱۴	۳-۳- ترکیب شیمیایی
۲۱۶	۳-۳-۱- طیف‌نمایی اتمی نوری: جذب اتمی و نشر اتمی
۲۱۸	۳-۳-۲- طیف‌نمایی فلورسانس اشعه X
۲۲۱	۳-۴- ساختار بلوری و ترکیب فازی
۲۲۴	۳-۵- تعیین مشخصات سطح
۲۲۷	۳-۵-۱- ساختار سطح
۲۳۰	۳-۵-۲- شیمی سطح
۲۳۱	۳-۵-۲-۱- طیف‌نمایی الکترون اوزنه (AES)
۲۳۳	۳-۵-۲-۲- طیف‌نمایی فوتوالکترون اشعه (XPS)
۲۳۷	۳-۵-۲-۳- طیف‌سنجی جرم یونی ثانویه (SIMS)
۲۴۰	۳-۶- نتایج برجسته
۲۴۱	مسائل
۲۴۳	مراجع و منابع

۴

۲۴۵	علم فرآوری کلوییدی
۲۴۷	۴-۱- مقدمه
۲۴۹	۴-۲- انواع کلوییدها
۲۵۰	۴-۳- نیروهای جاذبه سطحی
۲۵۰	۴-۳-۱- نیروهای واندروالس بین اتم‌ها و مولکول‌ها
۲۵۳	۴-۳-۲- نیروهای واندروالس بین بدنه‌های ماکروسکوپی

- ۲۵۵ ۴-۳-۳- تعیین ثابت هاماکر
- ۲۵۹ ۴-۳-۴- اثر مداخله محیط
- ۲۵۹ ۴-۴- پایداری دوغاب‌های کلوییدی
- ۲۶۱ ۵-۴- پایداری الکترواستاتیک
- ۲۶۲ ۴-۵-۱- گسترش بارها بر روی ذرات اکسیدی در آب
- ۲۶۲ ۴-۵-۱-۱- جانشینی ایزومورفی
- ۲۶۴ ۴-۵-۱-۲- جذب سطحی یون‌ها از محلول
- ۲۶۸ ۴-۵-۲- منشا تشکیل لایه مضاعف الکتریکی
- ۲۷۰ ۴-۵-۳- لایه مضاعف ایزوله شده
- ۲۷۴ ۴-۵-۴- بار سطحی
- ۲۷۵ ۴-۵-۵- نیروی دافعه بین دو لایه مضاعف
- ۲۷۸ ۴-۵-۶- پایداری دوغاب‌های تثبیت شده به صورت الکترواستاتیکی
- ۲۸۱ ۴-۵-۷- سینتیک فلوکوله شدن
- ۲۸۲ ۴-۵-۸- پدیده‌های الکتروسینتیک
- ۲۸۳ ۴-۵-۸-۱- تکنیک میکروالکتروفورتیک
- ۲۸۵ ۴-۵-۸-۲- مفهوم پتانسیل زتا (ζ)
- ۲۸۶ ۴-۶- پایداری استریک
- ۲۸۷ ۴-۶-۱- جذب پلیمرها از محلول
- ۲۹۱ ۴-۶-۲- منبع پیدایش پایداری استریک
- ۲۹۴ ۴-۶-۳- تاثیر کیفیت حلال و دما
- ۲۹۶ ۴-۶-۴- پایداری دوغاب‌های پایدار شده به روش استریک
- ۲۹۸ ۴-۶-۵- پایداری با بسپارها در محلول آزاد
- ۳۰۰ ۴-۷- پایداری الکترواستریک

۳۰۰	۴-۷-۱- تجزیه پلی‌الکترولیت‌ها در محلول
۳۰۲	۴-۷-۲- جذب پلی‌الکترولیت‌ها از محلول
۳۰۴	۴-۷-۳- پایداری دوغاب‌های پایدار شده بروش الکترواستاتیک
۳۰۶	۴-۸- ساختار کلوییدهای متراکم شده
۳۰۹	۴-۹-۹- رئولوژی دوغاب‌های کلوییدی
۳۱۰	۴-۹-۱- خواص رئولوژیکی
۳۱۳	۴-۹-۲- عوامل موثر در رئولوژی دوغاب‌های کلوییدی
۳۱۴	۴-۹-۲-۱- تاثیر نیروهای درون ذره‌ای
۳۱۴	سیستم‌های کره سخت
۳۱۷	سیستم‌های کره نرم
۳۱۸	سیستم‌های فلوکوله
۳۱۹	تاثیر برهم‌کنش‌های درونی ذرات بر گرانروی
۳۲۲	۴-۹-۲-۲- تاثیر ویژگی‌های ذرات
۳۲۵	۴-۱۰- نتایج برجسته
۳۲۶	مسائل
۳۲۹	مراجع و منابع

۵

فرآوری سل-ژل

۳۳۳	
۳۳۵	۵-۱- مقدمه
۳۳۸	۵-۲- انواع ژل‌ها
۳۳۸	۵-۲-۱- ژل‌های ذره‌ای

- ۳۴۰- ۲-۲-۵- ژل‌های بسپاری (پلیمری)
- ۳۴۳- ۳-۵- فرآوری سل- ژل سیلیکات‌های آبدار
- ۳۴۵- ۱-۳-۵- تاثیر pH
- ۳۴۷- ۱-۱-۳-۵- بسپارش در pH محدوده ۲ تا ۷
- ۳۴۸- ۲-۱-۳-۵- بسپارش بالاتر از pH ۷
- ۳۴۹- ۳-۱-۳-۵- بسپارش زیر pH ۲
- ۳۵۰- ۴-۵- آلکوکسیدهای فلزی
- ۳۵۱- ۱-۴-۵- آماده‌سازی آلکوکسیدهای فلزی
- ۳۵۱- ۱-۱-۴-۵- واکنش‌های بین فلزات و الکل‌ها
- ۳۵۲- ۲-۱-۴-۵- واکنش‌های حاوی کلریدهای فلزی
- ۳۵۳- ۳-۱-۴-۵- روش‌های متفرقه
- ۳۵۵- ۲-۴-۵- خواص اصلی (پایه)
- ۳۵۵- ۱-۲-۴-۵- خواص فیزیکی
- ۳۵۸- ۲-۲-۴-۵- خواص شیمیایی
- ۳۶۰- ۵-۵- فرآوری سل- ژل آلکوکسیدهای سیلیسیوم
- ۳۶۰- ۱-۵-۵- پیش‌ماده‌ها
- ۳۶۱- ۲-۵-۵- آبکافت و تراکم
- ۳۶۴- ۱-۲-۵-۵- شرایط کاتالیز اسیدی
- ۳۶۵- ۲-۲-۵-۵- شرایط کاتالیز شده قلیایی
- ۳۶۵- ۳-۵-۵- رشد بسپار
- ۳۶۷- ۱-۳-۵-۵- مدل‌های رشد بسپار
- ۳۶۷- مدل‌های رشد کلاسیک
- ۳۶۸- مدل‌های رشد سینتیکی

- ۳۷۱ ۵-۳-۲- تکامل ساختاری سیلیکات‌ها سل- ژل
- ۳۷۱ $\text{pH} < \sim 2$
- ۳۷۲ $\text{pH} > \sim 7$
- ۳۷۲ $\text{pH} 2-7$
- ۳۷۳ ۵-۳-۳- اندازه‌گیری‌های رئولوژیکی
- ۳۷۷ ۵-۴-۵- ژل شدن
- ۳۷۸ ۵-۵-۵- کهنگی ژل‌ها
- ۳۸۰ ۵-۶-۵- خشک کردن ژل‌ها
- ۳۸۱ ۵-۶-۱- خشک کردن متداول
- ۳۸۱ مراحل خشک کردن
- ۳۸۴ نیروی محرکه انقباض: کاهش انرژی سطحی
- ۳۸۸ انتقال مایع
- ۳۹۰ فرآیند فیزیکی خشک کردن
- ۳۹۵ تنش‌های ناشی از خشک شدن
- ۳۹۶ ترک خوردن حین خشک شدن
- ۳۹۸ ممانعت از ترک خوردگی
- ۴۰۰ ۵-۶-۲- خشک کردن فوق بحرانی
- ۴۰۳ ۵-۶-۳- تغییرات ساختاری خشک شدن
- ۴۰۴ ۵-۷-۲- تراکم ژل حین زینتر
- ۴۱۲ ۵-۶-۶- روش‌های آماده‌سازی سل- ژل
- ۴۱۲ ۵-۶-۱- آماده‌سازی ژل‌های ذره‌ای
- ۴۱۲ ۵-۶-۱-۱- ژل‌های تک جزیبی
- ۴۱۶ ۵-۶-۱-۲- ژل‌های چند جزیبی

- ۴۱۷ ۵-۶-۲- ژل‌های بسپاری
- ۴۱۸ ۵-۶-۲-۱- استفاده از آلکوکسیدهای دوتایی
- ۴۱۹ ۵-۶-۲-۲- هیدرولیز جزئی کندترین آلکوکسید واکنشگر
- ۴۲۲ ۵-۶-۲-۳- استفاده از مخلوط آلکوکسیدها و نمک‌های فلزی
- ۴۲۲ ۵-۶-۲-۴- افزودن آرام مقادیر کم آب
- ۴۲۴ ۵-۶-۲-۵- سرعت‌های هیدرولیز هماهنگ
- ۴۲۵ مقایسه روش‌های آماده‌سازی
- ۴۲۵ ۵-۷-۷- کاربردهای فرآوری سل - ژل
- ۴۲۷ ۵-۷-۱- لایه‌ها و پوشش‌ها
- ۴۲۸ ۵-۷-۱-۱- پوشش‌دهی غوطه‌وری
- ۴۳۰ ۵-۷-۱-۲- پوشش‌دهی چرخشی
- ۴۳۲ ۵-۷-۱-۳- تحول ساختاری در لایه‌ها
- ۴۳۳ ۵-۷-۲- الیاف
- ۴۳۵ ۵-۷-۳- یکپارچه‌ها
- ۴۳۶ ۵-۷-۴- مواد متخلخل
- ۴۳۶ ۵-۸- نتایج برجسته
- ۴۳۸ مسائل
- ۴۴۰ منابع و مراجع

۶

۴۴۵

تراکم پودر و شکل دادن سرامیک‌ها

۴۴۷

۶-۱- مقدمه

- ۴۵۰-۲-۶- متراکم کردن ذرات
- ۴۵۰-۱-۲-۶- متراکم‌سازی منظم کره‌های تک سایز
- ۴۵۳-۲-۲-۶- تراکم اتفاقی ذرات
- ۴۵۳-۱-۲-۲-۶- ذرات تک سایز
- ۴۵۵-۲-۲-۲-۶- مخلوط‌های دوتایی از ذرات کروی
- ۴۶۰-۳-۲-۲-۶- مخلوط‌های دوتایی از ذرات غیرکروی
- ۴۶۳-۴-۲-۲-۶- مخلوط‌های سه‌تایی و چندتایی
- ۴۶۴-۵-۲-۲-۶- توزیع پیوسته اندازه ذرات
- ۴۶۸-۳-۶- افزودنی‌ها در شکل‌دهی سرامیک‌ها
- ۴۷۰-۱-۳-۶- حلال‌ها
- ۴۷۳-۲-۳-۶- پراکنده‌سازها
- ۴۷۴-۱-۲-۳-۶- یون‌ها و ملکول‌های غیرآلی ساده
- ۴۷۵-۲-۲-۳-۶- بسپارهای زنجیر کوتاه با یک سرگروه عاملی (فعال کننده سطحی یا سورفکتانت Surfactants)
- ۴۷۹-۳-۲-۳-۶- بسپارهای با وزن ملکولی کم تا متوسط
- ۴۸۱-۳-۳-۶- چسب‌ها
- ۴۸۸-۴-۳-۶- پلاستی‌سایزرها (نرم‌کننده‌ها)
- ۴۸۹-۵-۳-۶- سایر افزودنی‌های
- ۴۹۰-۴-۶- شکل‌دهی سرامیک‌ها
- ۴۹۰-۱-۴-۶- پرس خشک و نیمه خشک
- ۴۹۱-۱-۱-۴-۶- تراکم یا فشردن سازی در قالب
- ۴۹۱- خوراک مواد: پودرها یا گرانول‌ها
- ۴۹۳- پر کردن قالب

- مرحله تراکم یا فشرده‌سازی ۴۹۴
- عواملی که بر فشردگی ذرات تاثیر می‌گذارند ۴۹۷
- عواملی که بر فشردگی گرانول‌ها تاثیر می‌گذارند ۵۰۱
- خارج کردن بدنه پودری متراکم شده ۵۰۴
- عیوب متراکم‌سازی ۵۰۵
- تراکم یا فشرده‌سازی ایزواستاتیک (پرس هم‌محور) ۴-۱-۲- تراکم یا فشرده‌سازی ایزواستاتیک (پرس هم‌محور) ۵۰۶
- روش‌های ریخته‌گری ۲-۴-۶- روش‌های ریخته‌گری ۵۰۷
- ریخته‌گری دوغابی ۱-۲-۴-۶- ریخته‌گری دوغابی ۵۰۹
- دستگاه‌های ریخته‌گری دوغابی ۵۱۰
- تاثیر نفوذپذیری بدنه (لایه) ریخته‌شده ۵۱۳
- تاثیر عوامل قالب ۵۱۳
- تأثیر عوامل دوغاب ۵۱۴
- عیوب ریزساختاری در بدنه‌های خام حاصل از ریخته‌گری دوغابی ۵۱۶
- ریخته‌گری فشاری (تحت فشار) ۲-۲-۴-۶- ریخته‌گری فشاری (تحت فشار) ۵۱۷
- ریخته‌گری نواری ۳-۲-۴-۶- ریخته‌گری نواری ۵۲۰
- آماده‌سازی دوغاب ۵۲۱
- فرآیند ریخته‌گری نواری ۵۲۳
- عیوب ریزساختاری در ورقه‌های ریخته‌گری نواری شده ۵۲۴
- ریخته‌گری ژلی ۴-۲-۴-۶- ریخته‌گری ژلی ۵۲۵
- مونومرها (تک پارها) و بسپارش ۵۲۷
- مواد قالب ۵۲۸
- رسوب الکتروفورتیک ۵-۲-۴-۶- رسوب الکتروفورتیک ۵۲۹
- سینتیک و مکانیزم رسوب‌گذاری ۵۳۰

- ۵۳۴ ۳-۴-۶- روش‌های شکل‌دهی پلاستیک
- ۵۳۵ ۱-۳-۴-۶- اکستروژن
- ۵۳۷ مکانیک اکستروژن
- ۵۳۸ عیوب اکستروژن
- ۵۳۹ Coextrusion - ۲-۳-۴-۶- کواکستروژن
- ۵۴۰ ۳-۳-۴-۶- قالب‌گیری تزریقی
- ۵۴۱ ویژگی‌های پودر
- ۵۴۱ سیستم چسب
- ۵۴۳ مخلوط پودر- چسب
- ۵۴۴ قالبگیری
- ۵۴۶ ۴-۴-۶- ساخت جامد شکل آزاد
- ۵۴۸ ۱-۴-۴-۶- استریولیتوگرافی
- ۵۵۰ ۲-۴-۴-۶- تولید قطعات لایه‌ای
- ۵۵۱ ۳-۴-۴-۶- مدل‌سازی رسوب‌گذاری ذوبی
- ۵۵۲ ۴-۴-۴-۶- زینتر انتخابی با استفاده از لیزر
- ۵۵۲ ۵-۴-۴-۶- تکنیک‌های چاپ و ریخته‌گری
- ۵۵۴ ۵-۶- خشک کردن سرامیک‌های گرانوله
- ۵۵۴ ۱-۵-۶- خشک کردن لایه‌های گرانوله
- ۵۵۶ ۲-۵-۶- خشک کردن جامدهای گرانوله
- ۵۵۶ ۱-۲-۵-۶- فرآیند فیزیکی خشک کردن
- ۵۵۸ ۲-۲-۵-۶- ترک و اعوجاج
- ۵۶۰ ۶-۶- حذف چسب (بایندر)
- ۵۶۱ ۱-۶-۶- خروج از طریق جریان مویینه

۵۶۱	۲-۶-۶- خارج کردن حلال
۵۶۲	۳-۶-۶- چسب‌زدایی حرارتی
۵۶۳	۱-۳-۶-۶- مراحل و مکانیزم‌ها
۵۶۵	۲-۳-۶-۶- مدل‌های چسب‌زدایی حرارتی
۵۶۹	۳-۳-۶-۶- چسب‌زدایی حرارتی در عمل (کاربردی)
۵۷۰	۷-۶- ریزساختارهای خام و ویژگی آن‌ها
۵۷۱	۸-۶- نتایج برجسته
۵۷۳	مسائل
۵۷۷	مراجع و منابع