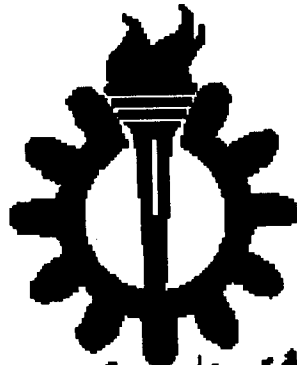


۲۹۸۹۸

به نام خدا

از اساتید بزرگوار
مهندسی شیمی

016579



دانشگاه علم و صنعت ایران

۱۳۸۰ / ۱۲ / ۱۹

دانشکده مهندسی شیمی

رئولوژی و تصحیح فرمولاسیون دوغابهای سرامیکی

مهندس رحمت اله محبی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی شیمی

۳۹۸۹۸

استاد راهنما: دکتر سید حمید جزایری

آذر ماه ۱۳۸۰

تقدیم :

منت خدای را عز و جل که زیر سایه محبت پدر و مادری مهربان و زحمتکش ،

بالندگی و رشد علمی را به من ارزانی داشت .

پدرم و مادرم ،

لحظه لحظه تحصیل و تفکرم

و ورق ورق نوشته هایم را زیر پایتان می گسترانم

و بر این آرزویم که بتوانم قطره ای از زحمات بی پایان شما را سپاس گویم ،

و دگر پاس میدارم لطف و محبت دو عزیزى را که در همه حال دوستدار و

خیر خواه من بوده اند و مرا مشفقانه یاری نمودنده اند ،

خواهر و همسر مهربانم محبتتان را پاس میدارم

و نوشته هایم را تقدیمتان میدارم .

چکیده:

تهیه یک دوغاب مناسب جهت ریخته گری و یا اسپری درایر اولین گام تولید به روش تر در صنعت سرامیک می باشد و از اهمیت مخصوصی برخوردار است زیرا یک دوغاب مناسب و با کیفیت خوب سبب تولید بهتر خواهد بود از اینرو برای تولید یک دوغاب مناسب علاوه بر نوع ترکیبات تشکیل دهنده آن باید به خواص رئولوژیکی و ظاهری دوغاب نیز توجه نمود یکی از شاخه های دانش علم مکانیک سیالات شاخه رئولوژی می باشد که رفتار سیالات غیرنیوتنی را مورد بحث قرار میدهد. برای بررسی رفتار و دوغاب اعم از جریان ویسکوزیته و شدت تیکسوتروپی و ... از این علم سود خواهیم برد. خواص رئولوژیکی دوغابها نقش اساسی را در طراحی دستگاههای فرایند تولید مانند آسیابها و هم زنها و اسپری درایرها و میزان بازدهی آنها دارد. با افزایش دانسیته دوغاب با توجه به محدوده قابل قبول ویسکوزیته آن، راندمان دستگاههای مذکور افزایش پیدا کرده و باعث افزایش مقدار تولید خواهد شد. برای ایجاد چنین حالتی روانسازی دوغاب الزامی می باشد برای روانسازی از ترکیبات مختلفی از روانسازها استفاده می گردد که در این پایان نامه بصورت کامل بررسی و تاثیر تک تک و مجموع آنها بر روی خاکها و بر روی فرمولاسیون خط تولید، بررسی شده است. مجموعه حاضر شامل بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی و میزالی خاکها و بررسی خواص رئولوژیکی آنها می باشد که یک مجموعه کاملی از خواص مربوط به خاکهای مصرفی شرکت چینی ایرانا می باشد. بعد از کار مطالعاتی سنگین و بررسی های انجام شده برای اقتصادی و کم هزینه کردن روانسازی فرمولاسیون، سرانجام فرمولاسیون بهینه شده ای نیز پیشنهاد گردیده است. البته با روانسازی انجام شده دوغاب اولیه از دانسیته 1.42 به دانسیته 1.65 صعود کرده و ویسکوزیته نیز به بهترین حالت خود رسید ولی با تغییر فرمولاسیون و با مصرف 30٪ مقدار روانساز قبلی همین دانسیته بدست

آمد و ویسکوزیته ظاهری نیز شرایط بهتری داشت فرمول اصلاح شده علاوه بر خصوصیات رئولوژیکی از خصوصیات فیزیکی بهتری نیز برخوردار بود که در مجموع خیلی بهتر از فرمولاسیون خط تولید می باشد و با انجام این مراحل راندمان اسپری درایر ۶۰ تا ۷۰٪ درصد افزایش خواهد یافت که مطلوب تر از فرمول قبلی و روانسازی آن خواهد بود لذا امید است با تحقیقات جامع ایجاد شده توسط این مجموعه اطلاعات علمی و عملی استفاده از علم رئولوژی و روانسازی در صنعت سرامیک برآورده شود. و بتواند مشکلی از مشکلات صنعت سرامیک را حل کرده باشد و با استقبال صنایع سرامیک روبرو گردد. والسلام

تهران - آذر ۱۳۸۰

رحمت اله محبی

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات اساتید گرامی آقایان :

دکتر سید حمید جزایری (عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران)

مهندس امین سالم (عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز)

که با راهنمایی های علمی و عملی موجبات این تحقیق را به عمل

آوردند ، و همچنین از تمامی مسئولان زیربط شرکت چینی ایرانا ،

تشکر و قدردانی می نمائم .

فهرست عناوین

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۱ | مقدمه |
| ۲ | فصل اول: مروری بر منابع |
| ۲ | ۱-۱-۱ مواد اولیه بدنه های سرامیکی |
| ۲ | ۱-۱-۱-۱ مواد پلاستیک |
| ۱۱ | ۱-۱-۱-۱-۱ گروه کائولینیت ها |
| ۱۳ | ۱-۱-۱-۱-۲ ساختار مونت مورینیت ها |
| ۱۹ | ۱-۱-۱-۱-۳ میکاها |
| ۲۰ | ۱-۱-۱-۱-۴ ایلیت ها |
| ۲۱ | ۱-۱-۲-۱ پرکننده ها |
| ۲۵ | ۱-۱-۳-۱ کمک ذوبها یا گداز آورها |
| ۲۶ | ۱-۱-۲-۱-۱ فلد سپارها |
| ۲۸ | ۱-۱-۲-۲-۱ کلسیت |
| ۲۹ | ۱-۱-۲-۳-۱ دولومیت |
| ۲۹ | ۱-۲-۱ بررسی دیگر مواد و کانیهای موجود در خاکهای مصرفی |
| ۲۹ | ۱-۲-۱-۱ کلریدها |
| ۳۱ | ۱-۲-۳-۱ گچ یاژیسم |

- ۳۲..... ۱-۲-۱- آنولیت ها
- ۳۳..... ۱-۲-۵- روتیل ها
- ۳۳..... ۱-۲-۶- دیازپار
- ۳۳..... ۱-۲-۷- سریسیت
- ۳۴..... ۱-۲-۸- هماتیت
- ۳۴..... ۱-۳- انواع خاکها و خواص آنها
- ۳۴..... ۱-۳-۱- کائولین
- ۳۵..... ۱-۳-۲- بالکلی
- ۳۸..... ۱-۳-۳- بنتونیت ها
- ۴۰..... ۱-۳-۴- خاکهای غیر پلاستیک
- ۴۰..... ۱-۴- آب
- ۴۱..... ۱-۴-۱- تاثیر یونها بر آب
- ۵۰..... ۱-۵- عوامل موثر بر رئولوژی سوسپانسیونها
- ۵۰..... ۱-۵-۱- غلظت حجمی
- ۵۳..... ۱-۵-۲- اندازه ذرات
- ۵۴..... ۱-۵-۳- توزیع اندازه ذرات
- ۵۵..... ۱-۵-۴- شکل ذرات
- ۵۶..... ۱-۵-۵- نیروهای براونی

- ۵۸..... ۱-۵-۶ - نیروهای کلوئیدی: جاذبه و دافعه
- ۵۹..... ۱-۵-۷ - نیروهای الکتروویسکوز.....
- ۶۸..... ۱-۶ - جانشینی ایزومرفی در کانیهای رسی
- ۷۰..... ۱-۶-۱ - تعویض کاتیونی در کانی ها رسی
- ۷۹..... ۱-۷ - وضعیت کلی ها در آب
- ۷۹..... ۱-۷-۱ - علت تر شدن کلی ها
- ۸۰..... ۱-۷-۲ - اثر کاتیونها بر رفتار کلی ها در آب
- ۸۰..... ۱-۷-۳ - پتانسیل Zeta در ذرات گل
- ۸۴..... ۱-۷-۴ - اثر الکترولیت ها بر پتانسیل زتا.....
- ۸۹..... ۱-۷-۵ - انواع تجمع ذرات در سوسپانسیون.....

فصل دوم

- ۹۳..... ۲ - روانسازی
- ۹۴..... ۲-۱ - انواع روانسازها
- ۱۰۲..... ۲-۲ - نحوه روانسازی و پارامترهای موثر در آن
- ۱۰۲..... ۲-۲-۱ - انواع و ترکیبات و روانسازها.....
- ۱۰۴..... ۲-۲-۲ - ظرفیت تبادل یونی و پتانسیل زتای ذرات.....
- ۱۰۶..... ۲-۲-۳ - pH سوسپانسیون و تاثیر آن.....
- ۱۰۸..... ۲-۲-۴ - تاثیر آب و یونهاى موجود در آن.....

۲-۲- نحوه اضافه کردن الکترولیتها به سوسپانسیون ها ۱۱۳.....

فصل سوم

۳-۱- بررسی خواص رئولوژیکی و دیگر مشخصات تئوریکی و آزمایشی تک تک خاکها..... ۱۱۷

۳-۱-۱- خاک بوئین زهرا..... ۱۱۷

۳-۲- خاک لواسانات..... ۱۲۴

۳-۳- خاک قوشه..... ۱۲۶

۳-۴- خاک زنوز..... ۱۳۲

۳-۵- خاک دولومیت..... ۱۳۷

۳-۶- خاک شیرین قیو..... ۱۴۲

۳-۷- خاک آباده..... ۱۴۴

۳-۸- خاک فیروزکوه (رس)..... ۱۴۶

۳-۹- ضایعات خط تولید..... ۱۴۸

۳-۱۰- خاک قره آغاج..... ۱۵۰

۳-۱۱- بررسی خواص شکل پذیری مواد اولیه..... ۱۵۸

۳-۱۲- مشخصات بعد از پخت..... ۱۶۰

۳-۱۳- بررسی خواص بدنه سفید خط تولید..... ۱۶۳

نتیجه گیری..... ۱۶۸

پیشنهادات..... ۱۶۹

- ۱۷۰..... مراجع
- ۲۸..... شکل ۱-۱۷ - دیاگرام فازی قلد سپارهای قلبیایی
- ۳۰..... شکل ۱-۱۸ - شکل مینرالی کلریدها
- ۳۲..... شکل ۱-۱۹ - شکل میزالی گچ
- ۳۷..... شکل ۱-۲۰ - توزیع اندازه ذرات برای دو نمونه بالکلی و کائولن
- ۴۱..... شکل ۱-۲۱ - شکل وضعیت یونها و مولکولهای آب
- ۴۲..... شکل ۱-۲۲ - نواحی مختلف اطراف یک یون داخل آب
- ۴۴..... شکل ۱-۲۳ - مولکولهای آب با یون کلسیم بدون یون در اطراف کریستال کائولیت
- ۴۸..... شکل ۱-۲۴ - منحنی سیلان همراه با شکل تاثیر یون پتاسیم بر آب
- ۵۱..... شکل ۱-۲۵ - تغییرات ویسکوزیته نسبی با غلظت حجمی
- ۵۳..... شکل ۱-۲۶ - شکل سیستم های مختلف دوغاب
- ۵۴..... شکل ۱-۲۷ - تاثیر قطر ذرات کروی بر روی ویسکوزیته دوغاب
- ۵۶..... شکل ۱-۲۸ - وضعیت دوران ذرات کروی و میله ای شکل
- ۶۰..... شکل ۱-۲۹ - وضعیت ذرات باردار در ذرات
- ۶۲..... شکل ۱-۳۰ - وضعیت ذرات باردار و پتانسیل زتای آنها در سطح ذره
- ۶۴..... شکل ۱-۳۱ - محافظت کلوئیدی ذرات
- ۶۵..... شکل ۱-۳۲ - حالات مختلف تابع پتانسیل ذرات
- ۶۷..... شکل ۱-۳۳ - پتانسیل سطح ذره هنگام وجود یون در سطح

- شکل ۱-۳۴ پتانسیل سطح ذره هنگام نقص شبکه ای در سطح..... ۶۷
- شکل ۱-۳۵ - پیوندهای شکسته شده در یک ذره کائولنیت ۷۴
- شکل ۱-۳۶ نسبت تغییرات C.E.C به اندازه ذرات ۷۵
- شکل ۱-۳۷ - نمودار تغییرات پتانسیل زتا با افزایش سود و نمک..... ۷۸
- شکل ۱-۳۸ - گرمای هیدراتاسیون کلی ها ۷۹
- شکل ۱-۳۹ - لایه مضاعف در سطح بلور رس ۸۱
- شکل ۱-۴۰ - وضعیت مولکولهای آب نسبت به رس ۸۲
- شکل ۱-۴۱ تغییرات پتانسیل زتا نسبت به فاصله از سطح رس ۸۲
- شکل ۱-۴۲ - تغییرات پتانسیل زتا با افزایش سود در نمک ۸۵
- شکل ۱-۴۳ - تاثیر افزایش سود بر روی یک سوسپانسیون ۸۶
- شکل ۱-۴۴ - تغییرات پتانسیل زتا در نتیجه افزایش NaCl به دوغاب..... ۸۷
- شکل ۱-۴۵ - وضعیت بار الکتریکی بر روی سطح و لبه یک مینرال رسی ۸۹
- شکل ۱-۴۶ - انواع اتصالات لبه و سطح ذرات در یک دوغاب..... ۹۰
- شکل ۲-۱ - عملکرد حفاظت کلوئیدی ۱۰۰
- شکل ۲-۳ - تغییرات سیالیت با تغییرات NaOH ۱۰۴
- شکل ۲-۴ - تغییرات pH و هدایت ویسکوزیته با افزایش الکترولیت ۱۰۷
- شکل ۲-۵ - تغییرات pH با ویسکوزیته برای دو خاک ۱۰۷
- شکل ۲-۶ - تغییرات تیکسوتروپی با pH ۱۰۸

- شکل ۲-۷ - تاثیر میزان یونهای سولفور بر مقدار روانساز ۱۱۱
- شکل ۲-۸ - تغییرات درصد آب و روانساز نسبت به تغییرات ویسکوزیته ۱۱۲
- شکل ۲-۹ - بررسی اقتصادی روانسازی ۱۱۳
- شکل ۲-۱۰ - پلی آنیونهای محافظتی در اطراف ذرات ۱۱۵
- شکل ۳-۱ - تغییرات ویسکوزیته با دانسیته دوغاب ۱۱۸

| <u>صفحه</u> | <u>فهرست جداول</u> |
|-------------|---|
| ۴۶..... | جدول ۱-۱ - یونها و تغییرات آنتروپی محلول آنها..... |
| ۴۷..... | جدول ۱-۲ - یونها و شعاع یونی و شعاع هیدراتاسیون و تغییرات آنتروپی |
| ۴۹..... | جدول ۱-۳ - داده های هیدراته شدن یونهای مختلف در آب |
| ۷۲..... | جدول ۱-۴ - c.e.c میزالهای مختلف |
| ۷۳..... | جدول ۱-۵ - c.e.c خاکهای مختلف |
| ۸۳..... | جدول ۱-۶ - پتانسیل زتا برای تعدادی از کلی ها |
| ۹۵..... | جدول ۲-۱ - تاثیر انواع مواد شیمیایی بر روی دوغاب ها |
| ۱۰۱..... | جدول ۲-۲ - روانسازهای آلی..... |
| ۱۲۵..... | جدول ۳-۳ - مشخصات موجود در خاک لواسان |
| ۱۲۷..... | جدول ۳-۴ - تغییرات ویسکوزیته باروانسا ز در خاک قوشه..... |
| ۱۳۰..... | نمودار ۳-۲ - نمودار روانسازی خاک قوشه |
| ۱۳۱..... | جدول ۳-۵ - مشخصات موجود در خاک قوشه |
| ۱۳۵..... | نمودار ۳-۳ - نمودار روانسازی خاک زنوز |
| ۱۳۶..... | جدول ۳-۶ - مشخصات خاک زنوز..... |
| ۱۳۸..... | جدول ۳-۷ - تغییرات ویسکوزیته با روانساز در خاک دولومیت |
| ۱۴۱..... | جدول ۳-۷ - مشخصات موجود در خاک دولومیت |
| ۱۴۳..... | جدول ۳-۸ - مشخصات موجود در خاک شیرین قیو..... |

- جدول ۳-۹ - مشخصات موجود در خاک با کلی آباده ۱۴۵
- جدول ۳-۱۰ - مشخصات موجود در خاک رس فیروزکوه ۱۴۷
- جدول ۳-۱۱ - تغییرات ویسکوزیته با روانساز ضایعات ۱۴۸
- جدول ۳-۱۲ - مشخصات ضایعات ۱۴۹
- جدول ۳-۱۳ - مشخصات موجود در خاک قره آغاج ۱۵۰
- جدول ۳-۱۴ - آنالیز شیمیایی مواد اولیه ۱۵۳
- جدول ۳-۱۵ - آنالیز میزالی مواد اولیه ۱۵۴
- جدول ۳-۱۶ - خلاصه ای از خواص رئولوژیکی دوغاب مواد اولیه ۱۵۷
- جدول ۳-۱۷ - بررسی خواص شکل پذیری مواد اولیه ۱۵۸
- جدول ۳-۱۸ - خواص تک خاکها بعد از خشک شدن در درایر ۱۵۹
- جدول ۳-۱۹ - مشخصات بعد از پخت تک خاکها ۱۶۱
- جدول ۳-۲۰ - مشخصات بدنه خط تولید ۱۶۳
- جدول ۳-۲۱ - فرمولاسیون اصلاح شده ۱۶۶