بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی
بخش مهندسی مواد و متالورژی
پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد و متالورژی
گرایش شناسایی و انتخاب مواد

شبیه سازی سلول کک سازی و مقایسه آن با اطلاعات میدانی جهت اعتبار سنجی شبیه سازی

استاد راهنما :
دکتر محمد رضا ایزدپناه

استاد مشاور :
مهندس فاطمه بقایی

مؤلف :
مجید باقری مسعودزاده
تیر ۱۳۹۰

تعهد نامه اصالت اثر

تاریخ: ۹۰/۰٤/۰۸

اینجانب مجید باقری مسعودزاده متعهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه/رساله تحت عنوان " شبیه سازی سلول کک سازی و مقایسه آن با اطلاعات میدانی جهت اعتبار سنجی شبیه سازی " حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست مراجع ذکر گردیده است. این پایان نامه/رساله قبلا " برای احراز هیچگونه مدرک دیگری ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شهید باهنر کرمان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو : مجید باقری مسعود زاده

امضاء

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی مواد و متالورژی

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو :

استاد راهنما :

استاد مشاور :

داور ۱ :

داور۲ :

نماینده‌ی تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع:

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده :

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به :

خانواده عزیزم که در تمامی آوان زندگی همراه و پشتیبان من بوده اند
که هرگز نخواهم توانست محبت های بی دریغشان را جبران نمایم

هر آنکه کلامی هر چند اندک به من آموخت

تشکر و قدردانی :

اکنون که با لطف و عنایت ایزد منان موفق به اتمام این پایان نامه شدم بر خود ملزم می دانم که از زحمات و راهنمایی های استاد عزیزم جناب آقای **دکتر محمد رضا ایزدپناه** که همواره راهنما و مشوق من بودند کمال تشکر را داشته باشم.

از صمیم قلب سپاسگذار تک تک اعضای خوانواده ام هستم ، به خصوص **پدر و مادرم** که همواره مشوق و حامی من بودند و دعای خیرشان همراه و پشتیبان من بود.

اینجانب خود را مدیون تمامی **اساتید محترم بخش مواد و متالورژی** دانشگاه شهید باهنر کرمان میدانم که افتخار شاگردیشان را داشته ام.

در نهایت سپاسگذار دوستان بی نظیری هستم که افتخار مصاحبت با ایشان را داشتم و برادرانه در تمامی سختی ها و مشکلات همراه و پشتیبان من بودند.

مجید باقری مسعودزاده

تیر ۹۰

چکیده:

تبدیل زغالسنگ به کک به علت اهمیتش در تولید چدن و دیگر پروسه های متالورژیکی، موضوع خیلی از تحقیقات تا کنون بوده است. در این تحقیق معادلات بقاء و ترم های موجود در معادلات بقاء از مقالات ارائه شده در این زمینه استخراج شدند. از روش CFD و نرم افزار فلوئنت جهت شبیه سازی سلول کک سازی استفاده شد. در این تحقیق تغییرات پروفیل دمای شارژ و فشار کف سلول در زمان های مختلف کک سازی مورد بررسی قرار گرفت و همچنین تاثیر عوامل موثر در طراحی سلول کک سازی بررسی شد. نتایج حاصل از شبیه سازی با نتایج تجربی گرفته شده از کارخانه کک سازی زرند مطابقت دارند.

کلمات کلیدی: سلول کک سازی، شارژ، فلوئنت، CFD .

فهرست مطالب

فصل اول) مقدمه

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- تعریف مسئله ۳
۱-۳- اهداف ۳

فصل دوم) مروری بر منابع

۲-۱- مروری بر فرآیند کک سازی ۶
۲-۱-۱- اهمیت تبدیل زغالسنگ به کک ۶
۲-۱-۲- ماده اولیه مورد استفاده در کارخانه های کک سازی ۶
۲-۱-۳- انواع کوره های کک سازی ۷
۲-۱-۳-۱- کوره های با بازیافت حرارتی ۷
۲-۱-۳-۲- کوره های با تولیدات جانبی ۸
۲-۱-۴- چگونگی تبدیل زغالسنگ به کک ۱۰
۲-۲- مروری بر تحقیقات گذشته ۱۲

فصل سوم) شبیه سازی فرایند

۳-۱- معادلات حاکم ۳۳
۳-۱-۱- معادله بقاء جرم، مومنتوم و انرژی برای فاز گاز کک ۳۳
۳-۱-۲- معادله انتقال حرارت در فاز جامد ۳۴
۳-۱-۳- بررسی ترم های موجود در معادلات بقاء فاز گاز کک و فاز جامد ۳۴
۳-۱-۳-۱- نیروی درگ ۳۴
۳-۱-۳-۲- نرخ تولید اجزاءمختلف فاز گاز کک ۳۵
۳-۱-۳-۳- خواص فاز گاز کک ۳۶
۳-۱-۳-۴- تخلخل فاز جامد ۳۶
۳-۱-۳-۵- حرارت ویژه فاز جامد ۳۸
۳-۱-۳-۶- آنتالپی فاز جامد ۴۰
۳-۱-۳-۷- هدایت حرارتی موثر فاز جامد ۴۰
۳-۱-۳-۷-۱- هدایت حرارتی موثر قبل از دمای پلاستیکی شدن ۴۰

۳-۱-۳-۷-۲- هدایت حرارتی موثر بعد از دمای پلاستیکی شدن..... ۴۲
۳-۲- هدف از شبیه سازی و انتخاب نرم افزار فلوئنت..... ۴۳
۳-۳- هندسه مش بندی و شرایط مرزی مدل در نرم افزار گمبیت..... ۴۵
۳-۴- حل مدل در نرم افزار فلوئنت..... ۴۷
۳-۴-۱- حل مدل دو فازی در نرم افزار فلوئنت..... ۴۷
۳-۴-۱-۱- کسر حجمی در مدل Eulerian..... ۴۸
۳-۴-۱-۲- معادله بقاءجرم در مدل Eulerian..... ۴۸
۳-۴-۱-۳- معادله بقاءمومنتوم در مدل Eulerian..... ۴۹
۳-۴-۱-۴- معادله بقاء انرژی در مدل Eulerian..... ۴۹
۳-۴-۲- تعیین فاز ها و نرخ واکنش ها در مدل Eulerian..... ۵۰
۳-۴-۳- شرایط مرزی استفاده شده در حل مدل..... ۵۱

فصل چهارم) مواد و روش تحقیق

۴-۱- اندازه گیری دمای شارژ..... ۵۴
۴-۲- اندازه گیری فشار کف سلول کک سازی..... ۵۵
۴-۳- اندازه گیری دمای محفظه ی احتراق..... ۵۷
۴-۴- مشخصات زغالسنگ و کوره کک سازی..... ۵۷

فصل پنجم) نتایج و بحث

۵-۱- نحوه ی انتقال حرارت در سلول کک سازی..... ۶۰
۵-۱-۱- نحوه ی انتقال حرارت در سلول کک سازی و مقایسه آن با داده های تجربی..... ۶۰
۵-۱-۲- اثر تغییر دمای محفظه ی احتراق و تأثیر آن بر زمان کک سازی و تولید کک..... ۶۵
۵-۱-۳- اثر تغییر ضریب هدایت حرارتی دیوار سلول و تأثیر آن بر زمان کک سازی و تولید کک..... ۶۷
۵-۱-۴- اثر تغییر عرض سلول کک سازی و تأثیر آن بر زمان کک سازی و تولید کک..... ۶۹
۵-۱-۵- اثر تغییر ضخامت دیوار سلول کک سازی و تأثیر آن بر زمان کک سازی و تولید کک..... ۷۱
۵-۱-۶- اثر تغییر مواد فرار و تأثیر آن بر زمان کک سازی و تولید کک..... ۷۴
۵-۲- نحوه ی توزیع فشار در سلول کک سازی..... ۷۶
۵-۲-۱- بررسی نحوه ی توزیع فشار در سلول و کف سلول کک سازی..... ۷۶
۵-۲-۲- اثر فشار لوله اصلی جمع کننده گاز بر روی فشار کف سلول کک سازی..... ۷۷
۵-۲-۳- اثر مقدار مواد فرار زغال سنگ بر فشار کف سلول کک سازی..... ۷۹

۵-۲-۴- اثر دمای محفظه ی احتراق بر فشار کف سلول کک سازی..... ۸۰
فصل ششم) نتیجه گیری و پیشنهادات
۶-۱- نتیجه گیری..... ۸۲
۶-۲- پیشنهادات..... ۸۴
فهرست منابع..... ۸۵

فهرست جداول

جدول۲-۱: مشخصات کوره و زغالسنگ استفاده شده در حل مدل Merrickوهمکارانش..... ۲۱
جدول ۲-۲: مشخصات زغالسنگ و ابعاد سلول کک سازی استفاده شده در حل مدل..... ۲۴
جدول ۲-۳: مشخصات زغالسنگ و ابعاد سلول کک سازی استفاده شده در حل مدل..... ۳۰
جدول ۳- ۱: جدول ترم های استفاده شده در معادله (۳-۱)..... ۳۳
جدول ۳-۲: انرژی اکتیواسیون اجزاءمختلف فاز گاز کک جهت استفاده در معادله (۳-۴)..... ۳۶
جدول ۳-۳: ضریب عناصر موجود در زغالسنگ جهت استفاده در معادله (۳-۹)..... ۳۸
جدول ۳-۴:شرایط مرزی دیواره ها،مرکز تقارن و جریان خروجی برای مدل Eulerian..... ۵۳
جدول۴-۱: مشخصات زغالسنگ و کوره کک سازی استفاده شده در حل مدل..... ۵۹
جدول۴-۲: آنالیز زغالسنگ های استفاده شده در حل مدل..... ۵۹
جدول۵-۱:تغییرات دما در محفظه ی احتراق در زمان های مختلف کک سازی..... ۶۴

فهرست شکل ها

شکل ۲-۱: دیاگرام کوره های با بازیافت حرارتی..... ۸
شکل ۲-۲: نمای جانبی سلول کک سازی..... ۹
شکل ۲-۳: نمای روبه روی سلول کک سازی به همراه محفظه ی احتراق..... ۹
شکل ۲-۴: دیاگرام کوره های با تولیدات جانبی..... ۱۰
شکل ۲-۵: شماتیک تشکیل لایه های مختلف در حین پروسه کک سازی..... ۱۰
شکل ۲-۶:تشکیل و حرکت پوشش پلاستیکی..... ۱۱
شکل ۲-۷: نمودار کاهش وزن شارژ بر حسب دما..... ۱۳
شکل ۲-۸: نمودار نرخ تولید مواد فرا بر حسب دما برای زغال سنگ های با موا فرارمتفاوت..... ۱۴
شکل ۲-۹: نمودار نرخ تولید مواد فرار بر حسب دما در نرخ های مختلف حرارتی..... ۱۴
شکل ۲-۱۰: نمودار حرارت ویژه بر حسب دما برای زغال سنگ های با مواد فرار متفاوت..... ۱۶
شکل ۲-۱۱: نمودار حرارت ویژه بر حسب دما برای زغالسنگ با ۲۵ درصد مواد فرار..... ۱۶
شکل ۲-۱۲: نمودار نرخ آزاد شدن حرارت بر حسب دما..... ۱۷
شکل ۲-۱۳: تغییرات دانسیته واقعی بر حسب دما..... ۱۸
شکل ۲-۱۴: تخلخل در طول شارژ از دیواره ی سلول تا مرکز شارژ..... ۱۹
شکل ۲-۱۵:تغییرات انواع مختلف تخلخل شارژ بر حسب دما..... ۱۹

شکل ۲-۱۶: پروفیل تغییرات دما برحسب فاصله از دیواره کوره در زمان های مختلف ۲۲
شکل ۲-۱۷: مقدار تولید کک بر حسب عرض سلول کک سازی..... ۲۳
شکل ۲-۱۸: مقدار تولید کک بر حسب دانسیته حجمی برای زغال سنگ های خشک و مرطوب. ۲۳
شکل۲-۱۹: مدت زمان کک سازی(a) انرژی حرارتی لازم برای کک سازی(b) به عنوان
تابعی از عرض سلول..... ۲۴
شکل۲-۲۰: مدت زمان کک سازی(a) انرژی حرارتی لازم برای کک سازی(b) به عنوان
تابعی از ضخامت آجر دیوار..... ۲۴
شکل۲-۲۱: مدت زمان کک سازی(a) انرژی حرارتی لازم برای کک سازی(b) به عنوان
تابعی از ضریب هدایت حرارتی اجر دیوار..... ۲۵
شکل۲-۲۲: مدت زمان کک سازی(a) انرژی حرارتی لازم برای کک سازی(b) به عنوان
تابعی از دمای دیوار سلول(w) و دمای محفظه ی احتراق(f)..... ۲۵
شکل۲-۲۳: مدت زمان کک سازی(a) انرژی حرارتی لازم برای کک سازی(b) به عنوان
تابعی از میزان مواد فرار زغالسنگ..... ۲۶
شکل ۲-۲۴: پروفیل تغییرات دما بر حسب فاصله از ابتدای آجرنسوزدر زمان های مختلف ۲۷
شکل ۲-۲۵: نمودار دمای مرکز شارژ بر حسب زمان کک سازی..... ۲۷
شکل ۲-۲۶: پروفیل تغییرات دمای شارژ بر حسب فاصله ازمرکز سلول در زمان سازی مختلف ۲۸
شکل ۲-۲۷: شکل مش بندی شده مقطع عرضی سلول کک سازی..... ۲۹
شکل ۲-۲۸: پروفیل دما بر حسب فاصله از دیواره سلول کک سازی در زمان های مختلف ۳۰
شکل ۲-۲۹: افت فشار کف سلول در مراحل مختلف پروسه کک سازی ۳۱
شکل ۳-۱: نحوه ی انتقال حرارت در فاز جامد در دماهای کمتر از دمای پلاستیکی شدن..... ۴۱
شکل ۳-۲: نحوه ی انتقال حرارت در فاز جامد در دماهای بیشتر از دمای پلاستیکی شدن..... ۴۲
شکل ۳-۳: هندسه مدل به همراه مش بندی..... ۴۷
شکل۴-۱: شماتیک نحوه ی قرار گرفتن لوله های فولادی در شارژ از نمای روبه رو..... ۵۶
شکل۴-۲: شماتیک نحوه ی قرار گرفتن لوله های فولادی در شارژ از نمای جانب..... ۵۶
شکل۴-۳:شماتیک نحوه ی اندازه گیری فشار کف سلول کک سازی..... ۵۷
شکل۴-۴: شماتیک نحوه ی اندازه گیری دمای محفظه ی احتراق..... ۵۸
شکل۵-۱ : پروفیل دمای شارژ در زمان های مختلف کک سازی بر حسب درجه کلوین..... ۶۲
شکل۵-۲: تغییرات دمای شارژ برحسب فاصله از مرکز سلول در زمان های مختلف کک سازی..... ۶۳

شکل۵-۳: تغییرات دمای شارژ برحسب زمان کک سازی در نقطه ی A..... ۶۴
شکل۵-۴: تغییرات دمای شارژ برحسب زمان کک سازی در نقطه ی B..... ۶۵
شکل۵-۵: تغییرات دانسیته ظاهری برحسب فاصله از مرکز سلول در زمان های مختلف کک سازی..... ۶۶
شکل۵-۶: نحوه ی تغییرات دمای شارژ بر حسب فاصله از دیوار سلول در زمان های مختلف ۶۶
ـــــــ دمای محفظه ی احتراق ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد
----- دمای محفظه ی احتراق ۱۳۰۰ درجه سانتی گراد
شکل۵-۷: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب فاصله از دیوار سلول در زمان های مختلف..... ۶۷
ـــــــــ دمای محفظه ی احتراق ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد
------- دمای محفظه ی احتراق ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد
شکل۵-۸: نحوه ی تغییر زمان کک سازی برحسب دمای محفظه ی احتراق..... ۶۸
شکل۵-۹: میزان تولید کک برحسب دمای محفظه ی احتراق..... ۶۸
شکل۵-۱۰: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب فاصله از دیوار سلول..... ۶۹
ـــــــ ضریب هدایت حرارتی($w/m.^{o}k$) ۲/۳
----- ضریب هدایت حرارتی ($w/m.^{o}k$) ۲/۸
شکل۵-۱۱: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب فاصله از دیوار سلول..... ۶۹
ـــــــــ ضریب هدایت حرارتی دیوار سلول ($w/m.^{o}k$) ۲/۳
------- ضریب هدایت حرارتی دیوار سلول ($w/m.^{o}k$) ۲/۷
شکل۵-۱۲: نحوه ی تغییر زمان کک سازی بر حسب ضریب هدایت حرارتی دیوار سلول..... ۷۰
شکل۵-۱۳: میزان تولید کک برحسب ضریب هدایت حرارتی دیوار سلول..... ۷۰
شکل۵-۱۴: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب فاصله از دیوار سلول..... ۷۱
ـــــ عرض سلول کک سازی ۰/۴۲۶ متر
---- عرض سلول کک سازی ۰/۴ متر
شکل۵-۱۵: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب فاصله از دیوار سلول..... ۷۱
ـــــ عرض سلول کک سازی ۰/۴۲۶ متر
----- عرض سلول کک سازی ۰/۵۶ متر
شکل۵-۱۶: نحوه ی تغییرات زمان کک سازی برحسب عرض سلول کک سازی..... ۷۲
شکل۵-۱۷: میزان تولید کک در یک سلول در هر شبانه روز برحسب عرض سلول کک سازی..... ۷۲
شکل۵-۱۸: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب ضخامت دیوار سلول کک سازی..... ۷۳

ـــــــ ضخامت دیوار کک سازی ۹/۵ سانتی متر
----- ضخامت دیوار کک سازی ۷ سانتی متر
شکل۵-۱۹: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب ضخامت دیوار سلول کک سازی..... ۷۴
ـــــــ ضخامت دیوار سلول کک سازی ۹/۵ سانتی متر
----- ضخامت دیوار سلول کک سازی ۱۳ سانتی متر
شکل۵-۲۰: نحوه ی تغییرات زمان کک سازی برحسب ضخامت دیوار سلول کک سازی..... ۷۴
شکل۵-۲۱: میزان تولید کک برحسب ضخامت دیوار سلول کک سازی..... ۷۴
شکل۵-۲۲: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب فاصله از دیوار سلول..... ۷۶
ـــــــ مقدار مواد فرار زغالسنگ ۲۴ درصد
----- مقدار مواد فرار زغالسنگ ۱۶/۳ درصد
شکل۵-۲۳: نحوه ی تغییرات دمای شارژ برحسب فاصله از دیوار سلول..... ۷۶
ـــــــ مقدار مواد فرار زغالسنگ ۲۴ درصد
----- مقدار مواد فرار زغالسنگ ۳۵ درصد
شکل۵-۲۴: میزان تولید کک برحسب درصد مواد فرار زغالسنگ..... ۷۶
شکل۵-۲۵: پروفیل توزیع فشار در سلول کک سازی در زمان های مختلف کک سازی..... ۷۷
شکل۵-۲۶: تغییرات فشار در کف سلول کک سازی بر اساس داده های جدول (۴-۱)..... ۷۸
شکل۵-۲۷: نحوه ی تغییرات دمای شارژ بر حسب فاصله از دیوار سلول..... ۷۸
شکل۵-۲۸: نحوه ی تغییرات فشار کف سلول برحسب زمان کک سازی در فشارهای
مختلف لوله اصلی جمع کننده گاز..... ۷۹
شکل۵-۲۹: نحوه ی تغییرات فشار کف سلول برحسب زمان کک سازی برای..... ۷۹
زغالسنگ های با درصد مواد فرار متفاوت
شکل۵-۳۰: نحوه ی تغییرات فشار کف سلول در دماهای مختلف محفظه یاحتراق..... ۸۰

فصل اول

مقدمه

۱- ۱- مقدمه

ساختار اصلی کوره های ککک سازی [1] از آجرنسوز سیلیسی می باشد. لذا تنظیم مناسب دما و فشار در هر سلول از کوره ککک سازی جهت افزایش کیفیت محصول تولیدی و عمر کوره ککک سازی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است [۱].

دما در سرتاسر کوره ککک سازی به صورت عرضی و طولی باید تاحد ممکن همگن باشد. در صورتی که اختلاف دما درکوره ککک سازی زیاد باشد، مشکلات زیادی به وجود می آید که مهمترین آن ها عبارتند از:

۱- مقدار انبساط حرارتی در آجرهای مختلف متفاوت می شود و در نتیجه باعث ایجاد ترک در آجر نسوز و یا جدا شدن محل اتصال آجرهای نسوز می شود.

۲- در پایان زمان ککک سازی مقداری از زغال سنگ کاملاً به ککک تبدیل نمی شود و در نتیجه کیفیت محصول تولیدی بشدت افت می کند و در موارد حادتر باعث مسدود شدن [2] سلول ککک سازی می شود، به صورتی که ککک تولیدی را نمی توان از سلول ککک سازی تخلیه کرد [۱].

پروسه ی تبدیل زغالسنگ به ککک در کوره های ککک سازی در خلاء صورت می گیرد، در حین تبدیل زغالسنگ به ککک در سلول های ککک سازی، گاز ککک [3] از زغالسنگ جدا می شود و با ایجاد فشار از ورود هوا به داخل سلول ککک سازی جلوگیری می کند. بنابراین فشار در سلول ککک سازی باید به گونه ای تنظیم شود که در طول زمان ککک سازی فشار کف سلول ککک سازی منفی نشود. هنگامی که فشار کف سلول ککک سازی منفی باشد، دو مشکل عمده به وجود می آید.

۱- فشار منفی در کف سلول ککک سازی باعث مکش هوا از روزنه های اطراف درب سلول به داخل سلول می شود و در نتیجه، هوای ورودی باعث سوختن ککک و بالا رفتن دمای موضعی و آسیب آجر سیلیسی داخل سلول ککک سازی می شود. اگر حجم هوای وارد شده به داخل سلول ککک سازی زیاد شود باعث بروز انفجار لحظه ای خواهد شد.

۲- فشار محفظه ی احتراق [4] بین صفر الی ۵ پاسکال تنظیم می شود و فشار منفی درسلول ککک سازی باعث می شود که هوای اضافی جهت احتراق سوخت از محفظه ی احتراق وارد سلول ککک سازی شود و باعث ایجاد دمای بالای موضعی و آسیب آجرهای نسوز شود [۱].

---

1 - Coke Oven

2 - Oven Block

3 - Coke Oven Gas (COG)

4 - Combustion Chamber

۱-۲- تعریف مسئله

فر آیند تبدیل زغالسنگ به کک فرآیند پیچیده ای است. در حین تبدیل زغالسنگ به کک، چهار لایه مختلف به وجود می آیند که عبارتند از [۲] :

۱- لایه زغالسنگ[۱]

۲- لایه پلاستیکی[۲]

۳- لایه نیمه کک[۳]

۴- لایه کک[۴]

مقدار تخلخل، دانسیته، حرارت ویژه، آنتالپی و ضریب هدایت حرارتی در لایه های مختلف، متفاوت می باشد. همچنین در حین پروسه ی تولید کک، گاز کک که شامل CO_2 ,H_2O ,CO ,H_2S ,C_2H_6 ,NH_3 ,CH_4 ,H_2 و قطران[۵] می باشد طی نه واکنش جداگانه از زغالسنگ جدا می شود و نرخ تولید اجزاء مختلف گاز کک در دماهای مختلف و جزء جرمی باقیمانده از مواد فرار[۶] زغالسنگ (S,O,N,H,C) متفاوت می باشد.

جهت مدل کردن تبدیل زغالسنگ به کک باید تمام متغیرهای ذکر شده، مدنظر قرار گیرند. بر طبق تحقیقات گذشته در این زمینه، با توجه به دو فازی بودن مسئله یک مدل یک بعدی برای انتقال حرارت در فاز جامد[۷] و یک مدل دو بعدی برای بقاء جرم، مومنتوم و انرژی برای فاز گاز کک در نظر گرفته شد[۵-۳]. ترم های موجود در معادلات بقاء مثل نرخ واکنش ها، تخلخل، دانسیته، حرارت ویژه، آنتالپی و ضریب هدایت حرارتی از مقاله های ارائه شده در این زمینه استخراج شدند [۸-۳].

جهت شبیه سازی مدل، شکل هندسی مدل که شامل سلول و لوله ایستاده[۸] تا قسمت پایینی لوله اصلی جمع کننده ی گاز[۹] می باشد، توسط نرم افزار گمبیت ترسیم شد. سپس مدل با استفاده از نرم افزار فلوئنت[۱۰] ورژن 2.6 حل شد.

۱-۳- اهداف

1 - Coal Layer
2 - Plastic Layer
3 - Semi Coke Layer
4 - Coke Layer
5 - Tar
6 - Volatile Matter
7 - Coal Charge
8 - Stand Pipe
9 - Gas Collecting Main
10 - Fluent

در گذشته تحقیقات زیادی در مورد نحوه ی تغییر پروفیل دمای شارژ در زمان های مختلف کک سازی ارائه شده است [۳و۹و۱۰و۱۱و۱۲]. در سال ۲۰۰۵ H.Tang و همکارانش [۵] با استفاده از مدل Merrick و همکارانش [۳و۴و۶و۷و۸]، پروسه ی کک سازی را شبیه سازی کردند. تحقیق حاضر در راستای شبیه سازی H.Tang و همکارانش [۵] انجام شده است با این تفاوت که نتایج حاصل از شبیه سازی با داده های تجربی مقایسه شده است و تاثیر عوامل مختلف در نحوه ی تغییر پروفیل دما بررسی شده است. همچنین تغییرات فشار در سلول کک سازی با در نظر گرفتن لوله ایستاده و لوله اصلی جمع کننده گاز بررسی شده است.

با استفاده از شبیه سازی ارائه شده در این تحقیق می توان عوامل مختلف همچون مقدار مواد فرار زغالسنگ، دمای محفظه ی احتراق و فشار لوله اصلی جمع کننده گاز را به گونه ای تغییر داد که حداقل شوک حرارتی به آجرهای سیلیسی وارد شود و فشار منفی نسبت به اتمسفر در سلول کک سازی به وجود نیاید. همچنین از این شبیه سازی می توان در طراحی کوره های کک سازی استفاده کرد. به عنوان مثال می توان دمای محفظه ی احتراق را براساس ابعاد سلول کک سازی، مواد فرار زغالسنگ و ..... حدس زد و یا می توان مقدار کک تولیدی با تغییر عوامل مختلف مانند مواد فرار زغالسنگ، ابعاد سلول کک سازی، دمای محفظه ی احتراق و .... را تخمین زد.

فصل دوم
مروری بر منابع

۲-۱- مروری بر فرآیند کک سازی

۲-۱-۱- اهمیت تبدیل زغالسنگ به کک

یکی از مهمترین مواد خام اولیه در کوره بلند [1] جهت تولید چدن، کک است. در واقع کک در کوره بلند بلند سه نقش عمد را دارا است.

۱ -احیای اکسیدآهن

۲ -تولید حرارت

۳ -تحمل بار کوره بلند تا قسمت پایینی کوره بلند

بنابراین کک با کیفیت بالا نه تنها باعث افزیش کیفیت فولاد تولید ی می شود، بلکه باعث افز ایش تولید، راندمان و عمر کوره بلند می گردد[۲] .

۲-۱-۲- ماده اولیه مورد استفاده در کارخانه های کک سازی

ماده اولیه مورد استفاده در کارخانه های کک سازی زغالسنگ است. زغالسنگ از اجزاء ذیل تشکیل شده است.

۱ -کربن (C)

کربن مهمترین جزء زغالسنگ می باشد. در واقع سه وظیفه ی عمده ای که کک در کوره بلند انجام می دهد، توسط کربن انجام می شوند.

۲ -هیدروژن (H)

با افزایش هیدروژن ارزش حرارتی گاز کک تولید شده در حین پروسه ی کک سازی زیاد می شود. باافزایش مقدار کربن زغالسنگ، مقدار هیدروژن آن کاهش می یابد.

۳ -اکسیژن (O)

برخلاف هیدروژن، اکسیژن هیچ تاثیری در ارزش حرارتی گاز کک تولید شده در حین پروسه ی کک سازی ندارد، ولی همانند هیدروژن بـا افزایش مقدار کربن زغالسنگ، مقدار اکسیژن آن نیز کاهش می یابد.

۴ -نیتروژن (N)

مقدار نیتروژن زغالسنگ بسیار کم بوده و به ندرت به حدود دو درصد می رسد و در حین پروسه ی کک سازی عمدتاً به NH_3 تبدیل می شود.

۵ -گوگرد (S)

[1]- Blast Furnace