

طرح فراخوان مقالات واحد تحقیق و توسعه (R&D)

واحد کک سازی زرند

عنوان مقاله:

بررسی راهکارهای افزایش کیفیت محصولات (کک)

نویسنده: جلال میرشکاری

زبان: فارسی

چکیده:

این مقاله به بررسی فعالیتهای لازم جهت بهبود کیفیت کک تولیدی در واحد کک سازی در دو فاز قبل از بهره برداری و پس از بهره برداری پرداخته است. در فاز اول به انتخاب اندازه های سلولهای تبدیل زغال به کک و تاثیر آن در ظرفیت تولیدی باطریها و کیفیت کک پرداخته و در فاز دوم به خواص کک متالوژ و با کیفیت و راهکارهای مناسب جهت تولید کک با کیفیت پرداخته و اقدامات لازم را مورد بررسی قرار داده است.

کلید واژه: کربونیزاسیون- کیفیت کک- محفظه احتراق- گرادیان - استحکام کک - متالوژیکی - هیدروکربورها - آگلومره - فرآیند- پلیمریزه

مقدمه:

هر واحد تولیدی یکی از اهداف مهم و تعریف شده خود را بهبود مستمر کیفیت تولیدات خود می داند به صورتی که شاخص ارتقاع کیفیت و بهبود محصولات همان شاخص و نمودار ارتقاع سطح کیفی و کمی تجهیزات و سطح آموزش نیروی کار می باشد چنانچه از آغاز بهره برداری از یک واحد تولیدی و در طول بهره برداری می بایستی روند رو به رشتی در ارتباط با محصول تولیدی به وجود آید.

همان طوری که می دانید اصلی ترین ماده تولیدی واحد کک سازی .کک می باشد که دارای پارامترهای مشخصه ای در ارتباط با کیفیت است و نیاز به توضیح نیست که کیفیت ماده اولیه که در این واحد زغالسنگ است بسیار تعیین کننده و حائز اهمیت می باشد که در این مقاله مواردی در این ارتباط ارائه می گردد از آنجا که زغالسنگ ماده ای است که با مشخصات و کیفیت های بسیار متفاوت در طبیعت یافت می شود انتخاب بهترین نوع از این ماده جهت تولید کک بسیار مهم است لازم به ذکر است که وجود معادن زغالسنگ در نزدیکی این واحد تولیدی یکی از اهداف ایجاد این واحد در این منطقه بوده است بنابر این الزاما مصرف عمده این واحد از منابع زغالسنگ این معادن می باشد و می دانیم که زغالسنگ موجود از کیفیت چندان بالایی برخوردار نیست بنا براین بایستی با هماهنگی کردن شاخصها و پارامترهای فنی و تکنولوژیکی واحد با زغالسنگ مذکور در حد امکان کک مطلوبی تولید نمود.

از نقطه نظر ساختمانی و همچنین از نقطه نظر بهره برداری واحدهای جنبی سلولهای کک از اهمیت زیادی برخوردارند. ولی با وجود این نباید فراموش کرد که محصول عمده ی بخشهای تولیدات کک و مواد شیمیایی .چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی کک می باشد . از این رو در طراحی سیستمهای جدید باطری های کک سازی می بایست در درجه ی اول بهبود

کیفیت کک تولیدی در نظر گرفته شود. راه تکامل فنی صنایع کک سازی از میان مکانیزمهای خردکننده ی زغال (آسیاب ها) و مکانیزمهای مخلوط کننده ی زغال سازه های جدید باطری های تولید کک. واحد های بازیابی قطران. آمونیاک. بنزول و گوگرد می گذرد.

لازم به ذکر است پرسنل کک سازی. مقدار شارژ و کک. رژیمهای حرارتی و هیدرولیکی. مقدار کمانش ستونهای نگهدارنده (آنکراژ) وضعیت آجرچینی سلولها را کنترل می کنند. ولی کنترل کیفیت زغال شارژ. کک و گاز به عهده ی آزمایشگاه کارخانه می باشد.

انتخاب اندازه های سلولهای تبدیل زغال به کک و تاثیر آن در ظرفیت تولیدی باطریها و کیفیت کک:

انتخاب اندازه ابعاد سلولهای باطری جدید الاحداث کک سازی با در نظر گرفتن پارامترهای زیر صورت می گیرد

(۱) کیفیت بار زغال

(۲) یک نواخت گرم شدن سلول در طول و در ارتفاع

(۳) ابعاد محوطه ای که قرار است در آن باطری یا باطریهای جدید کک سازی احداث شوند

(۴) درخواست کارفرما در خصوص کیفیت (مشخصات) کک تولیدی

(۵) مقدار کک مورد نیاز کار فرما

برای اجرای کلیه شرایط فوق الذکر. اندازه ها و تعداد باطریهای انتخاب شده باید دارای توجیه اقتصادی و فنی بوده و یا به عبارت دیگر طراحی آن باید به گونه ای انجام پذیرد ضمن رعایت نرمهای استاندارد هزینه های ناشی از احداث و بهره برداری از باطری یا باطریها در ازاء هر تن بار زغال تبدیلی به حد اقل مقدار خود برسد.

شایان ذکر است که ظرفیت تولیدی باطری کک را میتوان در نتیجه کوتاه کردن مدت تبدیل زغال سنگ به کک (فرایند کربونیزاسیون) بالا برد ولی در رابطه با کوتاه کردن طول مدت نیز محدودیتهای معینی وجود دارد. مثلا در مورد باطریهایی که عرض سلولهای آن 407mm بوده و آجر چینی سلولها با آجر دیناسی صورت گرفته. حداکثر مقدار مجاز دمای گرمایش برای آجرهای دیناسی سلول 1400C تا 1500C میباشد درین گونه سلولها زمان کک شدن زغال را میتوان تا حد 12 تا $12/5\text{hr}$ تقلیل داد ولی در چنین رژیم گرمایی حتی پس از کک شدن زغالی با قابلیت کک شوندگی خوب و شاخصهای پلاستو متریکی و $X=17/21$ و $Y=17/23$. درشتی کک به میزان قابل ملاحظه ای کمتر و قابلیت خورد شوندگی آن به مراتب بیشتر از حالتی خواهد شد که زمان تبدیل زغال به کک معادل $14-15\text{hr}$ و دمای محفظه احتراق دود و گاز سمت کک برابر 1330C تا 1370 است از این رو ضریب اطوینان قابل ملاحظه ای که سیستم گرمایشی در محدوده دمایی 1500C تا

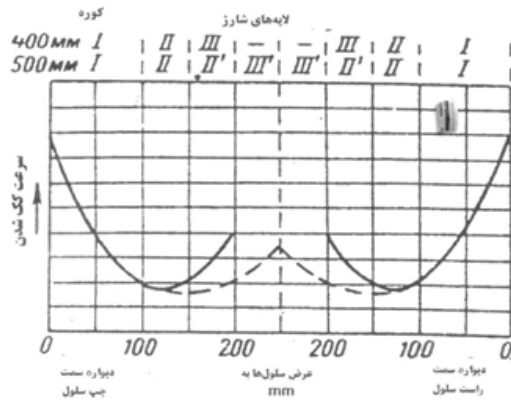
۱۳۷۰ دارد نمیتوان تامین کرد با توجه به این که در آخرین لحظات فرآیند تبدیل به خاطر افزایش زغالهای گاز دار در بار قابلیت خرد شوندگی کک در سرعتهای بالای تبدیل زغال به کک بالا می رود. لذا طول مدت تبدیل زغال به کک را در باطریهایی با سلولهایی به طول ۴۰۰mm تا ۴۱۰ نمی توان کمتر از ۱۴ ساعت و در باطریهایی به سلولهایی به عرض ۴۵۰mm کمتر از ۱۷ ساعت در نظر گرفت.

وزن مخصوص ظاهری شارژ با افزایش ارتفاع سلول کمی افزایش میابد و علت آن متراکم تر شدن شارژ پس از بارگیری در سلول است. افزایش وزن مخصوص ظاهری عمدتاً در قسمت تحتانی سلول رخ میدهد. هر قدر ارتفاع سلول بیشتر باشد به همان نسبت نیز اختلاف دما در ارتفاع محفظه احتراق گاز و دود برای تولید کک یکنواخت در ارتفاع سلول بیشتر خواهد شد. چنانچه برای باطریهای استاندارد با سلولهایی به ارتفاع ۴/۳m از شارژی که ۹۰ درصد آن را دانه بندی ریز ۳mm تشکیل می دهد استفاده کنند. وزن مخصوص ظاهری شارژ نسبت به بار خشک برابر ۱ در نظر گرفته می شود. ولی برای سلولهای به ارتفاع ۵ متر این کمیت تقریباً بالغ بر ۱/۰۶ تا ۱/۰۴ و برای سلولی به ارتفاع ۵/۵ متر این کمیت برابر ۱/۰۹ تا ۱/۰۷ در نظر گرفته می شود.

عرض سلولها

عرض سلولها بر خلاف طول و ارتفاع آنها نه فقط بر مقدار ظرفیت تولیدی باطری تاثیر میگذارد بلکه یکی از مهمترین عوامل تکنولوژیکی نیز به حساب می آید. انتخاب این کمیت در درجه اول با توجه به مشخصات شارژ کک شو و مشخصات مورد نیاز کک تولیدی صورت می گیرد در شکل شماره (۱) نمودار تغییر سرعت فرایند تبدیل زغال به کک در سلولهایی به عرض ۴۰۰mm تا ۵۰۰ و در وضعیتی که دمای محفظه احتراق یکسان و ضخامت سلولها برابر است نشان داده شده است تغییر

شیب سرعت روند تبدیل زغال به کک در عرض سلول به طریق زیر صورت می پذیرد.



۱) در محدوده I که عرض آن ۱۰۰mm بوده و در نزدیکی دیواره سلول قرار دارد شیب (گرادیان) سرعت تبدیل زغال به کک در سلولهایی با هر دو عرض فوق الذکر یکسان می باشد.

در این قسمت به هر اندازه که زغال دورتر از دیواره سلول قرار میگیرد به همان نسبت نیز سرعت تبدیلهش به کک شدیداً کاهش می یابد.

۲) در محدوده II که عرض آن ۵۰mm بوده و در سلولی به عرض ۴۰۰mm قرقر دارد و در آخرین محدوده III تا رسیدن به محور سلول شیب (گرادیان) سرعت تبدیل زغال به کک افزایش می یابد.

۳) در محدوده II سلولی به عرض ۵۰۰mm شیب سرعت تبدیل زغال به کک به صورت یکنواخت کاهش میابد ولی در محدوده III پایین و II پایین این سرعت تا محور سلول افزایش میابد ولی شدت افزایش آن کمتر از شیب سرعت تبدیل زغال به کک در سلولهای باریک می باشد.

تحقیقات نشان داده اند که در نتیجه افزایش عرض سلول در مقایسه با سلولهای کم عرض سرعت تبدیل زغال به کک در محدوده میانی سلول کاهش میابد و این امر منجر به افزایش اندازه دانه های کک میشود. این در حالی است که رژیم گرمایی در هر دو نوع سلول یکسان در نظر گرفته شده است. از سوی دیگر زمان تبدیل زغال به کک در سلولهای عریض به هر اندازه

که تعداد سلولها بیشتر می شود به میزان قابل ملاحظه ای طولانی تر می گردد از این رو در طول و ارتفاع یکسان ظرفیت تولیدی باطریهای سلولهای عریضتر کمتر از ظرفیت تولیدی باطریهایی با سلولهای باریکتر است.

برای مشخص کردن تاثیر عرض سلول بر کیفیت کک تحقیقات مفصلی انجام گرفته است که در زیر به پاره‌های از آنها اشاره خواهیم کرد.

بررسی فرآیند تبدیل زغال به کک در باطریهایی که عرض سلولهای آن ۴۰۷mm - ۴۵۰ و ۵۱۰ می باشد نشان داده است که از تبدیل شارژهای استاندارد به کک از سلولهایی به عرض ۴۵۰mm کک درشتی به دست می آید ولی از نظر شاخصهای مکانیکی استحکام کمی بهتر از ککی است که در سلولهایی به عرض ۴۰۷mm تولید میشود. در سلولهایی به عرض ۵۱۰mm دانه بندی (درشتی) کک مقدار کمی افزایش میابد ولی استحکام مکانیکی آن در مقایسه با استحکام ککی که از سلولهایی به عرض ۴۰۷mm و ۴۵۰ بدست می آید کمتر است.

به دلایل زیر کیفیت کک تولیدی در باطریهایی با سلولهایی به عرض ۴۵۰mm همیشه بالاتر بوده است :

الف) در کک متالورژیکی تجارتهای با درشتی $> 25\text{mm}$ مقدار کک با دانه بندی $+60\text{mm}$ به میزان ۱۰ تا ۱۴ درصد بیشتر. ولی مقدار ککی با دانه بندی 25mm تا ۴۰ به میزان ۳-۲٪ پایین تر از کک تولیدی باطریهایی با سلولهایی به عرض ۴۰۷mm می باشد.

ب) زیر سرندهای (دانه بندی $< 25\text{mm}$) کک تولیدی سلولهای عریض پس از سرند کردن مجدد و قبل از انتقال به کوره بلند دو برابر کمتر از زیر سرندهای کک تولیدی سلولهای باریک کک سازی است (یعنی از ۴٪ در برابر ۷/۸٪). این حاکی از استحکام بیشتر کک تولیدی سلولهای عریض است.

کک - خواص و کاربرد آن

کک ماده ی متخلخل سختی است که از تبدیل زغالسنگهای کک شو در دمای ۹۵۰ تا ۱۱۰۰C در غیاب هوا به دست می آید. کک-ماده ای سوختنی ست. در اثر سوختن به حالت خمیر در نمی آید. جمع نمی شود. شعله و دود ندارد. کاملاً افروخته شده و تماماً می سوزد.

مقدار مواد فراری که به هنگام حرارت دادن مجدد کک از آن خارج می شود به اندازه ی محدود بوده و هیدرو کربورهای فرار کاملاً وجود ندارند.

کک از نظر کاربردی به کک کوره بلند ، کک ریخته گری ، کک مولد گاز ، کک تولید انرژی ، کک مورد استفاده در صنایع تولید فلزات رنگین و سایر مصرف کنندگان تقسیم می شود.

کک در فرایند کوره بلند ، منبع تولید گرما ، احیا کننده ی سنگ آهن و پوک کننده ی مواد شارژ شده در کوره بلند می باشد. در کوره بلند های جدیدی که دارای قطر و حجم بالای هستند و با اگلومره خود گذار کار می کنند و در آنها دمای هوای دمش تا 1000°C یا بیشتر بوده و به هوای دم ، اکسیژن و گاز طبیعی اضافه می شود . کک به عنوان تنها ماده ی جامد نقش بسیار مهمی را به عهده دارد زیرا توده ی کک برای محصولات مایع ذوب ، یعنی چدن و سرباره نقش فیلتر را بازی می کند ضمناً باید خاطر نشان کرد که اضافه کردن اکسیژن و گازهای طبیعی به هوای دم باعث می شود که میزان مصرف کک تا 700 و حتی 500 کیلو گرم به ازاء هر تن تولیدی تقلیل یابد.

از این رو علاوه بر این خواسته که مقدار ترکیبات مضر ماده ی آلی کک باید حداقل باشد ، روز به روز انتظارات تولید کنندگان چدن در رابطه با کیفیت کک ، بویژه استحکام ، دانه بندی و یکنواختی کک از نظر اندازه قطعات آن بالاتر می رود . در کارخانه ذوب آهن در حدود 78% درصد کل کک دانه درشت تولیدی را در فرایند کوره بلند مصرف کنند . در صنایع ریخته گری ، عمدتاً کک به عنوان منبع ایجاد گرما برای ذوب مجدد چدن و آهن قراضه مورد استفاده قرار میگیرد . مقدار ویژه مصرف کک در این فرایند از 8 تا 14 درصد است . برای آنکه برای ذوب مجدد چدن دمای بالای تامین گردد و نتیجتاً چدن مذاب به خوبی قالبهای ریخته گری را پر کند ، در محدوده ی دمنده ی کوره های کوپل به دمای بالای نیاز است . برای کوره هایی با قطر بیش از $1/2\text{m}$ ککی لازم است که اندازه ی دانه های آن حداکثر 80 تا 100mm باشد . کک ریخته گری تا حد امکان باید عاری از ترکیبات گوگردی باشد . زیرا این ترکیبات در فرآیند ذوب مجدد چدن در حد قابل ملاحظه ای جذب چدن مذاب میشوند .

احیاء سنگ معدن سرب قلع و مس با کک دانه درشت و در کوره های عمودی انجام می گیرد . این کوره ها از نظر ارتفاع با کوره های بلند برابری نمی کنند . در چنین فرآیندی میزان مصرف کک 8 تا 12% درصد وزن سنگ معدن مربوطه میباشد . در تولید روی ، کک به شکل خرده کک مصرف می شود . در این فرآیند میزان مصرف آن در حدود 6% درصد کنسانتره سنگ

معدن روی می باشد. کک دانه درشت در کوره‌های عمودی برای پخت سنگ آهک و سیمان به کار می‌رود. در چنین شرایطی مصرف کک در حدود ۲۰ درصد سنگ آهک تبدیل شونده می باشد کیفیت این نوع کک را می توان پایین تر از کیفیت کک کوره بلند در نظر گرفت.

تبدیل کک به گاز در مولدهای (ژنراتورهای) گاز انجام می‌گیرد و در این رابطه بسته به شرایط تبدیل کک به گاز - گاز: هوا: گاز مولد: اب: بخار و اکسیژن: یا بخار و هوا به دست می آید.

در کلیه این فرآیندها از ککی با دانه بندی ۱۰ تا ۲۵mm یا ۲۵ تا ۴۰mm استفاده می کنند. ککی با دانه بندی ۴۰ تا ۲۵mm به صورت گسترده ای در تولید فروآلیاژها (فروسیلیس، فروکرم، فرو منگنز و نظایر آن) به کار می‌روند. کک در کوره‌های الکتریکی تولید فرو آلیاژ به (کاربید) به ۱ ton آهک زنده و ۷۰۰kg کک که قبلاً خشک شده نیاز است. مقدار مجاز رطوبت کک ۳ تا ۵ درصد. حداقل مقدار فسفر ۰/۰۴ درصد است. فزون بر این کک باید دارای مقاومت الکتریکی بالایی باشد.

خرده ککی که اندازه ی قطعات آن کمتر از ۲mm است در تهیه آگلومره (کلوخه) از سنگ آهن. کاربرد بسیار گسترده ای دارد. مقدار مصرف کک در این فرآیند تقریباً ۸ درصد مقدار سنگ آهنی ست که برای کلوخه شدن در نظر گرفته می شود. به همین دلیل برای تولید آگلومره به آگلومراسیون خرده کک ارسال می کنند. بلاخره هم کک دانه درشت و هم خرده کک برای تولید انرژی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تعدادی از کشورها برای اهداف رفاهی از ککی با دانه بندی ۴۰ تا ۲۵mm به عنوان سوخت بدون دود هم استفاده می کنند .

نوع مخصوصی از کک که حاوی مقدار کمی خاکستر و گوگرد است. برای ساخت الکترودهای مصرفی کوره‌های تولید فروآلیاژ و همچنین در صنایع آلومینیم سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطابق با شرایط کاربردی هر نوع کک عمدتاً کربن و مقدار کمی هیدروژن، اکسیژن، ازت و گوگرد می باشد. مقدار هر کدام از این اجزا تشکیل دهنده ی کک که از طریق آنالیز جز به جز آن مشخص می شود به میزان آماده بودن کک بستگی دارد. تفاوت ترکیب زغال اولیه در ترکیب جزء به جزء ککی که در دمای زیر ۷۰۰C به دست می آید انعکاس پیدا میکند: در دمای بالاتر به ویژه دمای ۱۰۰۰C این اجزاء عملاً دیده نمی‌شود. فقط ازتی در ترکیب کک دیده می شود که مقدارش در آن بالغ بر ۷۵ تا ۸۰ درصد مقدار آن در زغال کک شو است.

مقدار هیدروژن کک پس از دمای ۸۰۰C نسبت عکس با افزایش دمای پایان فرآیند تبدیل زغال به کک دارد. به طور میانگین

در کک خشک فاقد خاکستر کارخانه های کشورهای مستقل مشترک المنافع ۰/۵ تا ۰/۷ درصد هیدروژن و ۰/۷ تا ۰/۹ درصد اکسیژن وجود دارد.

مواد فرار کک

هیدروژن و اکسیژن با قسمتی از کربن بقیه مواد فرار کننده را تشکیل میدهند که مقدار خروجی آن برای ککی با شرایط طبیعی آماده شدن کک ۰/۹ تا ۱/۱ درصد است. مواد فراری که در زمان حرارت دهی مجدد کک از آن خارج می شوند عمدتاً هیدروژن و اکسید کربن می باشد که مقدار ۳۰ تا ۴۰ درصد H_2 ، ۹ تا ۱۲ درصد CO_2 و ۴۷ تا ۵۳ درصد CO است.

ساختار ملکولی ترکیبات آلی کک

قسمت عمده ی ترکیبات آلی کک که در مقابل حرارت مقاوم می باشند . کربن پلیمریزه شده ای ست که اجزاء ساختاری آن را واحد حلقوی منظم تشکیل می دهد. آن گونه که تحقیقات رادیو گرافیکی سالهای گذشته نشان می دهد . این واحدها . شبکه های مسطحی مشابه گرافیت چند لایه هستند . طبق نظریه تعدادی از محققان این شبکه ها به شکل بلوکهایی (بسته هایی) بهم وصل شده اند و شبکه های داخل آنها نسبت به یکدیگر حالت موازی استقرار یافته اند . ولی مانند گرافیت جهت دار نیستند بلکه از نظر محوری عمود بر سطح آنها میباشد . فاصله شبکه ها از هم $3/5A$ یا به عبارت دیگر بیشتر از فاصله شبکه های گرافیت است که در آن بالغ بر $3/36A$ می باشد شاید محققان وجود بلوکها را رد می کنند . فقط میزان نظم استقرار اجزا شبکه های کک را تایید می کنند . اندازه ی واحدهای منظم ساختار کک صنعتی به شرایط دمایی تولید آن بستگی دارد . اصولاً در شرایط تولید یکسان . از نظر شاخص های رادیو گرافی . کک تولیدی در سلولهای دیناسی عملاً یک شکل می باشند . فقط بخشی از کربن ماده ی آلی کک جزء اجزاء واحده های منظم ساختار کک صنعتی است . در کک حاصله از سلولهای دیناسی . درصد اتمهای کربن که به صورت حلقوی پلیمریزه شده اند . معادل ۷۰ تا ۸۳ درصد . ولی در ککهای تولیدی در سلولهای شاموتی . درصد چنین اتمهایی فقط در حدود ۶۰ درصد است . قسمت های باقی مانده در اتمهای کربن جز ترکیب گروه هایست که به اتمهای انتهای شبکه وصل شده اند . افزایش دمای پایان فرآیند تبدیل زغال به کک و حرارت دهی ثانویه کک که بالاترین حد دما باعث می شود که قسمت نامنظمی از اتمهای کربن وارد قسمت اتمهای پلیمریزه شده حلقوی شود . بدین ترتیب در دمای $1300^{\circ}C$ مقدار نسبی

اتماها به ۹۰ تا ۹۵ درصد و در دمای C ۱۵۰۰ به ۱۰۰ درصد می رسد. فزون بر این حرارت دهی ثانویه شبکه های به وجود آمده پیوسته به هم نزدیک شده و در دمال نزدیک به C ۱۷۰۰ فاصله بین آن بالغ ۳/۴۵A آغاز می شود جهت گیری متقابل شبکه های مسطح. یا به سخن دیگر تشکیل ساختار منظم سه بعدی. که مشخصه ی ساختار گرافیت در دمای C ۱۷۰۰ آغاز میشود.

ترکیبات غیر آلی کک

ترکیبات غیر آلی کک - رطوبت و ترکیبات معدنی هستند با توجه به این که تعیین مستقیم ترکیبات معدنی کک. کار مشکل و طولانی ای است مطلوبتر آن است که مقدار کل آن را از روی باقی مانده ای که در نتیجه احتراق کامل نمونه ی کک به وجود می آید مشخص می سازند.

رطوبت کک

مقدار رطوبت نمونه ی کک از روی تفاوت وزنی آن در قبل و بعد از خشک کردن آن در دمای ۱۱۰ تا C ۲۰۰ مشخص می شود. مقدار رطوبت کک تجاری به رژیم روش مرطوب خاموش کردن کک گداخته. کیفیت آبی که برای خاموش کردن استفاده می شود. طول مدت دفع بخار کک در روی سکوی شیدار. درجه آماده بودن کک و درشتی آن. و همچنین روش تخلیه کک در واگن های خاموش کن. طرح و وضعیت مکانیزمهای آپاش برج خاموش کن. روش انباشته کک در روی سکوی شیدار بستگی دارد. قابلیت جذب رطوبت کک کم است و از این رو رطوبت کمی در خلل و فرج خود نگه می دارد. با قرار گرفتن در فضای باز به سرعت رطوبت خود را از دست میدهد و میزان آن به ۰/۱ میرسد. کک خشک با قرار گرفتن در هوای پر رطوبت. در خلال چند روز فقط کسری دهمی از درصد رطوبت هوا را جذب می کند قطعات درشت کک تجاری در مقایسه با قطعات ریز کک. به صورت میانگین حاوی مقدار کمی رطوبت هستند. رطوبت کک روی فرآیند تولید چدن کوره بلند تاثیر نمی گذارد. زیرا در دهانه کوره بلند تبخیر شده و باعث پایین آمدن دمای این قسمت می شود که در واقع خواسته ی بهره بردار هم هست. با وجود این تغییر مقدار رطوبت کک. روی مقدار کربن واحد وزن ککی که برای کوره بلند ارسال می شود تاثیر میگذارد. از این رو چنانچه واحد مقدار ککی که در کوره بلند شارژ می شود. وزنی باشد. در آن صورت نوسان مقدار کربن در هر محموله ی ارسالی به کوره بلند. ممکن است روی رژیم

حرارتی کوره. بلند تاثیر بگذارد. به این دلیل است که تولید کنندگان چدن پیرامون مقادیر مجاز رطوبت کک کوره بلند مقررات بسیار سختی دارند. در این مورد تفاوت رطوبت محموله های ککی که به دنبال هم جهت استفاده در کوره بلندارسال می شوند نباید از ۱ درصد و در موارد محموله های مختلفی که در خلال یک ماه یا یک سال ارسال می شوند. از ۳ درصد تجاوز کند. حداکثر مقدار رطوبت ککی که در کارخانه ها به روش مکانیزه خاموش می شود ۵ درصد و در کارخانه های که روش خاموش کردن دستی است. معادل ۸ درصد است. برای سایر مصرف کنندگان کک. مقدار رطوبت دارای اهمیت فرآیندی نمی باشد و فقط یک شاخص محاسباتی است.

تاثیر مقدار رطوبت کک بر استحکام آن

بدیهی است که با افزایش میزان رطوبت کک. مقدار خرده ککی که پس از آزمایش مکانیکی آن به دست می آید. کمتر می شود. زیرا قسمتی از خرده کک ها به قطعات درشت کک می چسبند. کاهش مقدار خرده کک و افزایش وزن قطعات درشت کک منجر به افزایش هر دو شاخص استحکام می شود.

مطالعه و بررسی ویژه ای پیرامون وابستگی شاخص های استحکام به میزان رطوبت کک انجام گرفته است. با کمک این بررسی ها مشخص شد که با افزایش ۱/۰ رطوبت در حد ۵ تا ۱۵ درصد مقدار خرده کک تقلیل میابد و متناسب با این تغییر باقی مانده ی کک در استوانه بزرگ آزمایش یا شاخص M40 افزایش می یابد. طبق استانداردهای کشورهای غربی باید مقدار رطوبت هر کدام از نمونه ها را که در معرض آزمایش استحکام قرار گرفته اند تعیین کرد در کشوره های مستقل مشترک المنافع نظر به این که مقادیر نوسانات مجاز رطوبت کک تجاری به میزان قابل ملاحظه ای محدود می باشد فقط تعیین رطوبت نمونه های از کک تجاری را ضروری و کافی می دانند و نیاز به تعیین رطوبت نمونه هایی که در معرض آزمایش مکانیکی قرار می گیرند. نمی بینند.

خاکستر کک

خاکستر کک را از روی باقیمانده ی ناشی از احتراق کامل کک مشخص می کنند. ولی به هر صورت مقدار آن همیشه باید مقداری بیشتر از مقدار ترکیبات معدنی کک باشد. علت تفاوت این دو ترکیب. ترکیبات آهن است که به هنگام سوختن کک از آهن عنصر به آهن سه ظرفیتی تبدیل میشود. مقدار آهن سه ظرفیتی به صورت میانگین ۱/۳ برابر آهن اولیه افزایش می یابد یا به عبارت دیگر در ازای هر ۱ درصد آهن در خاکستر حاوی ترکیب های معدنی آهن کک فقط $0.8\% = 1/3$ / ۱ آهن سه ظرفیتی وجود دارد.

برای فرآیند تولید چدن در کوره بلند به ککی نیاز است که تا حد ممکن مقدار آمیزه های معدنی اش کمتر باشد. علت این امر نسبت زیاد کل اکسید های اسیدی ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) به مجموعه ی اکسید های بازی ()
 $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \dots$ در خاکستر کک و ضرورت وارد کردن مقدار اضافی سنگ آهک و فرآیند ایجاد سرباره به مصرف بیشتر گرما و یا به عبارت دیگر به کک دیگر نیاز است که نهایتاً باعث پایین آمدن ظرفیت تولیدی کوره بلند و غیراقتصادی شدنی میشد که در آن تولید میگرد
در سال های گذشته یعنی هنگامی که وزن عمده ی سنگ آهک مورئ نیاز سرباره سازی سنگ آهن و خاکستر کک جدا از سنگ آهن خام به کوره داده میشد هر درصد خاکستر کک به ۲ تا ۲/۵ درصد مصرف اضافی کک نیاز داشت و حدوداً به همین اندازه هم ظرفیت تولیدی کوره بلند پایین می آمد.
طبق استاندارد های کشورهای مستقل مشترک المنافع مقدار استاندارد کک کوره بلند ۹/۶ تا ۱۱ درصد و برای کک ریخته گری ۱۰ تا ۱۲/۷ درصد نظر گرفته شده است.
ترکیب شیمیایی خاکستر کک دمای ذوب کک را معین میکند. دمای ذوب کک برای تجهیزاتی که با احتساب روش خشک جدا سازی خاکستر طراحی شده اند دارای اهمیت تکنولوژیکی است.

گوگرد

حدود ۴۵ تا ۷۵ درصد گوگرد زغال سنگ به کک انتقال مییابد در عین حال هر قدر مقدار گوگرد کمتر باشد به همان نسبت میزان دگرگونی (متافورمیزم) زغال سنگ اولیه کاهش می یابد و به همان نسبت نیز مقدار کمتری از آن مواد فرار خارج میشود.
با توجه به این که مقدار کک تولیدی با افزایش میزان دگرگونی (متافورمیزم) زغال سنگ اولیه کاهش می یابد. پس عملاً چنین نتیجه گرفته میشود که گوگرد باقی مانده در کک حاصله از زغالسنگهای مختلف بالغ بر ۸۰ تا ۸۵ درصد گوگرد زغال سنگ اولیه می شود. گوگرد در کک به شکل سولفاتهای ترکیبات آلی و در محلول های جامد همراه با ترکیب آلی کک وجود دارد.
وجود گوگرد در آهن و فولاد باعث سرخ شکنندگی آن ها میگردد از این رو به هنگام نورد فلز دچار پارگی میشود وجود گوگرد در چدن ریخته گری باعث بالا رفتن گرانبوی آن میشود در نتیجه مذاب چدن بسیار بد قالب را پر میکند و قطعه ای که از این نوع چدن ریخته گری میشود دارای مک می باشد.
در کوره ی کوپل و کوره بلند قسمتی از گوگرد همراه با گاز متصاعد می شود. قسمت دیگر آن به وسیله ی مواد شارژ شده در سلول. از گاز گرفته شده و جذب خود مواد می شود و سپس در بین چدن و سرباره توزیع میگردد.

محاسبات انجام شد که با احتساب کیفیت مواد شارژ انجام گرفت. نشان دادند که با افزایش ۱/۰ درصدی گوگرد کک برای حالتی که مقدار گوگرد موجود در آن بیش از ۱/۶ درصد است، مصرف کک باید ۱/۵ تا ۲/۵ درصد افزایش داده شود از این رو حدوداً به همین نسبت نیز ظرفیت تولیدی کوره بلند کاهش

میابد

حال که با خواص کک آشنا شدیم باید به این مهم توجه داشت که دسترسی به این چنین ککی در صورتی امکان پذیر است که در انتخاب مواد اولیه و روند تبدیل آن به کک دقت کرد.

انتخاب زغال سنگ مناسب (کک شو) می تواند مهمترین عامل در تولید کک با کیفیت باشد البته انتخاب زغال سنگ به تنهایی موثر نبوده و اقدامات صورت گرفته بر روی آن و شرایط تبدیل زغال سنگ به کک نیز دارای اهمیت زیادی است. همان گونه که همه ما میدانیم زغال سنگ در طبیعت دارای انواع مختلفی از قبیل زغال سنگهای شعله بلند، زغال سنگهای گاز دار، زغال سنگهای چرب، زغال سنگهای کک شو، زغال سنگهایی با قابلیت کک شوندگی ضعیف، زغال سنگهای قهوه ای و... میباشد که طبق تحقیقات به عمل آمده تقریباً ۳۰ درصد از کل زغال سنگهای دنیا کک شو هستند که این مقدار، کار تهیه زغال سنگ مناسب جهت تولید به کک را تا حدی مشکل می کند.

با توجه به موارد فوق الذکر بر آن شدیم تا راهکارهای مناسب جهت افزایش کیفیت کک و مراحل موثر بر تولید آن را مورد بررسی قرار دهیم که در زیر به پاره ای از این راهکارها می پردازیم.

ویژگیهای فرایند تبدیل زغال سنگها به کک در دمای بالا

در یک شکل کلی وقتی از فریند کربونیزاسیون صحبت میشود منظور فرایند پیچیده تبدیل سوخت در اثر گرمایش آن در دمای بالا می باشد که در غیاب هوا صورت می پذیرد.

خصوصیات این تبدیلهها به دمای نهایی گرمایش سوخت بستگی دارد معمولاً فرآیند کربونیزاسیون در دمای متوسط (در دمای نهایی ۷۵۰C) نیز وجود دارد.

دمای نهایی گرمایش تاثیر اساسی بر روی مقدار خروجی کک و کیفیت محصولات شیمیایی و همچنین روی کیفیت باقی مانده جامد می گذارد. نیم ککی که در دمای پایین و متوسط به وجود می آید در مقایسه با ککی که در دمای بالا به دست می آید از استحکام کمتری برخوردار است. ویژگی کک حاصل از فرآیند کربونیزاسیون در دمای متوسط – قابلیت واکنش پذیری Coke Reactivity Index بالای آن می باشد.

بخش کمی از ککی که بدست می آید مربوط به مرحله کربونیزاسیون در دمای پایین و متوسط میشود . از ویژگیهای فرآیند کربونیزاسیون که در سلولهای کک سازی امروزی در دمای بالا انجام می گیرد . ناهمزمان بودن پدیده هایی است که در لایه های مختلف بار زغال در عرض سلول کک سازی به وقوع می پیوندد . در شکل (۲) ایزوگورهای (خطی که در نمودار نسبت بین فشار ودرجه حرارت یک مایع یا گاز را در حجم ثابت نشان میدهد) دمای عرض سلول کک سازی نشان داده شده اند . در پایان فرآیند کربونیزاسیون خطوط کم شیب می شوند ولی با وجود این در خلال کل زمان انجام فرآیند کربونیزاسیون . ایزوگورها به شکل دایره ای در می آیند که علت آن پایین بودن قابلیت انتقال حرارت بار زغال میباشد به همین خاطر در توده ی بار زغالی که در حال تبدیل به کک میباشد به مدت طولانی ودر عین حال به صورت همزمان . لایه ای از کک . لایه ای از نیمه کک . لایه ی قابل انعطافی از کک و همچنین لایه هایی از زغال خشک و خام وجود دارد .

هر چند که فرآیند کربونیزاسیون در سلول به صورت لایه به لایه رخ میدهد . ولی در همین حال نیز کک به شکل قطعات یکپارچه و محکمی شکل میگیرد که دارای ترکهای زیاد یا کم میباشد .

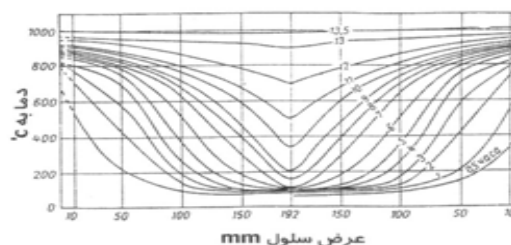
برای مطالعه و بررسی فرآیند هایی که در هر لایه در خلال تمام مدت تبدیل زغالسنگ به کک (کربونیزاسیون) رخ میدهند .

میتوان فرآیند تبدیل را برای سادگی به مراحل زیر تقسیم کرد

۱) مرحله ای که از لحظه شارژ بار زغال در سلول شروع تا تشکیل جرم خمیر ادامه میابد

۲) مرحله تشکیل جرم خمیر

۳) مرحله شروع تشکیل نیمه کک تا انتهای فرآیند کربونیزاسیون (تشکیل کک آماده)



در مرحله اول گازها و رطوبت جذب شده متصاعد می شوند و تجزیه زغال آن آغاز می گردد.

به هنگام گذر زغال از فاز جامد به فاز خمیری. در هم جوشی زغال. یا به عبارت دیگر پدیده ای رخ می دهد که در فرآیند تبدیل زغال به کک از اهمیت بسیار برخوردار است.

در مرحله سوم نیمه ککی که در اثر انجماد جرم خمیری به وجود آمده مستحکم می شود.

چگونگی تشکیل لایه خمیری زغال و اثرات آن بر روی کیفیت کک

جرم خمیر چسبنده در مقابل خروج محصولات ناشی از تجزیه ی کم و بیش مقاومت نشان میدهد. این محصولات سعی می کنند حجم زغال شارژ شده در سلول را زیاد کنند و یا به عبارت دیگر آن را متورم سازند. در عین حال در این وضعیت امکان دارد فشار تورم (فشار انبساط) تا حد معینی افزایش یابد که مقدارش به میزان نفوذ پذیری لایه های نیمه کک و کک در مقابل گاز و تراکم شبکه ی ترکهایی که در آن به وجود آمده بستگی دارد .

فشار ناشی از انبساط بار آنقدر زیاد میا شد . که قادر است آجر چینی سلولهای باطری را تخریب کند . به ویژه هنگامی که در آنها فرآیند تبدیل زغالهای کم انبساطی با قابلیت کک شوندگی بالا . خوب کک شو و کم انبساط جریان دارد .

ویژگی جرم خمیری . ایجاد مقاومت در مقابل خروج گازها . نفوذ پذیری یا نفوذناپذیری آن در مقابل گازها می باشد . زغالها از نظر همین ویژگی است که ممکن است تفاوت زیادی با هم داشته باشند .

از آنجا که در شرایط معمولی انجام فرآیند تبدیل زغال به کک (کربونیزاسیون) حجم زغال شارژ شده در سلول محدود می باشد و جرم کم نفوذ (در رابطه با گاز) در مقابل فشار ناشی از انبساط از خود مقاومت نشان میدهد . چنین می توان نتیجه گرفت که محدودیت در افزایش حجم زغال شارژ شده در سلول باعث می شود از شارژی که ترکیب آن درست انتخاب شده است . کک مستحکمی بدست آید . چنانچه شرایط به وجود آید که زغال شارژ شده در سلول آزادانه متورم شود . در آن صورت به جای کک طبیعی کک اسفنجی به وجود میآید . یا به عبارت دیگر در چنین وضعیتی جرمی به وجود میآید که حالت متورم . پوک و سستی دارد در صورت بالا بودن نفوذ پذیری جرم خمیری در مقابل گاز و بسیار کم بودن فشار انبساط . استحکام کک حاصله ممکن است پایین بیاید .

نفوذ پذیری و تورم جرم خمیری شکل به گرانیروی آن در حالت خمیری بستگی دارد .

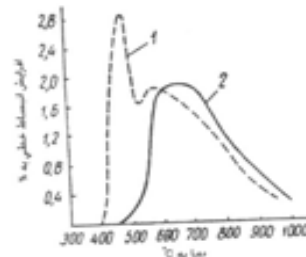
در صورت انتخاب درست ترکیب مواد شارژ برای تبدیل به کک و شرایط آماده سازی آن گرانیروی مورد نیاز جرم خمیری تامین می شود.

قابل ذکر است که استحکام و تخلخل بدنه کک نه فقط به زغال سنگ طبیعی . ترکیب و مشخصات ترکیب کک شو . بلکه به شرایط اساسی فرآیند تبدیل زغال به کک . منجمله به این بستگی دارد که لایه خمیری نمی تواند آزادانه منبسط شود .

عوامل تعیین کننده ی دانه بندی و میزان قابلیت ترک برداشتن کک

دانه بندی (درشتی و ریزی) و میزان قابلیت ترک برداری کک درست مانند ساختار بدنه کک نه فقط به مشخصات زغال سنگ های اولیه یا ترکیب شارژها. بلکه به ویژگی اساسی فرآیند تبدیل زغال به کک و لایه پذیری آن بستگی دارد. پس از انجماد جرم خمیری. یا به عبارت دیگر پس از تبدیل زغال به نیمه کک فرآیند شدید تجزیه و تبدیل مولکولی ماده ادامه میابد و مستحکم شدن ماده کک نشست آن محسوب می گردد.

منحنی دینامیک فرآیند نشست (انقباض) هر نوع زغال مشخصی و هر نوع شارژی دارای شکل ویژه ای است. در شکل (۳) وابستگی سرعت نشست به دما برای زغال گاز دار و زغال کک شو نشان داده شده است. نشست لایه کک شو ظاهرا از آن لحظه آغاز می شود که فشار انبساطی قطع می شود. متناسب با تغییرات سرعت خارج شدن مواد فرار سرعت نشست شارژ ابتدا بالا می رود ولی سپس کاهش میابد (از این رو قالبها در منحنی نشست دو حداکثر وجود دارد)



در اثر افزایش سرعت فرآیند کربو نیزاسیون. شیب حرارتی و به دنبال آن شیب سرعت نشست نیز افزایش میابد. همین امر باعث افزایش تنشهای داخلی و بالا رفتن قابلیت ترک برداشتن کک می شود.

قابلیت کک شوندگی زغالها نیز دارای اهمیت زیادی در ایجاد ترک هستند. از زغالها یا از ترکیب زغالهایی با قابلیت کک شوندگی بالا. سرعت گرمایش و نشست برابر و نیز با دانه بندی و تراکم همسان. ککی با ترک زیاد بدست میاید. در این مورد پیوند بین لایه های مجاور که در حال انجماد و نشست هستند مستحکمتر میشود. این افزایش استحکام موجب بالا رفتن مقدار تنشهای داخلی میشود که به خاطر تفاوت سرعت نشست این لایه ها به وجود می آیند. از طریق انتخاب ترکیب صحیح مواد شارژ و انتخاب رژیم گرمایشی مناسب می توان شرایطی به وجود آورد که با برقراری آن نه فقط به کک مستحکم بلکه به کک درشتی نیز دست یافت.

وابستگی مشخصات کک به شرایط آماده سازی و سیستم گرمایش بار زغال سنگ (شارژ)

کیفیت کک تولیدی به عوامل تکنولوژیکی بسیاری. از جمله به اندازه ی دانه های زغال یا به عبارتی به دانه بندی زغال . به درجه تراکم (وزن ظاهری) شارژ و به میزان رطوبت آن . رژیم گرمایش و سایر عوامل بستگی دارد .

قابلیت کک شوندگی شارژ (استحکام بندی کک) و همچنین قابلیت ترک برداشتن کک تا حد معین به دانه بندی زغال بستگی دارد . از این رو تعیین مقدار بهینه اندازه دانه های زغال و سیستم خرد کردن آن از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است در عین حال می بایست این مطلب را نیز در نظر گرفت که برای دسترسی به شارژ همگنتر و نتیجتاً به ککی با ساختار همگن به زغالی با درجه خردی کمتر نیاز است . فقط در این صورت است که می توان به ترکیب شارژی متشکل از موادی با مشخصات مختلف ولی کاملاً مخلوط شده دست یافت . ولی در اثر بیش از حد خرد کردن زغال نیز وزن ظاهری شارژ پایین می آید شرایط بار گیری زغال در سلول سخت می شود و مهمتر از آن قالباً گرانروی زغال در زمان تغییر حالت آن از جامد به خمیری افزایش میابد . یا به عبارت دیگر قابلیت کک شوندگی آن کاهش میابد در این حالت اندازه قطعات کک تولیدی بیش از حد پایین می آید که دلیل آن بیش از حد خرد بودن زغال سنگ و نتیجتاً آسان شدن شرایط خروج مواد فرار از آن می باشد . ضمناً در چنین شرایطی فشار انبساطی کاهش میابد و نتیجتاً به هنگام پیرولیز واکنشهای پلی کندانسانسیون (تراکم مکرر) تشدید می شود و همین تشدید باعث کاهش سیالیت جرم زغال سنگ می گردد .

در صورت بیش از حد درشت بودن زغالهای شارژ کیفیت کک نامطلوب می شود چنانچه بخش عمده شارژ به اندازه کافی خرد شده باشد و قطر دانه های معدنی یا قطعه های زغال درشت (۵ تا ۶ میلیمتر و بالاتر باشد) استحکام کک حاصله به خاطر افزایش ترکهای موضعی ناشی از چنین ترکیباتی کاهش میابد.

از این رو می بایست سعی کرد برای آماده سازی ترکیب شارژ به دانه بندی ای دست یافت که در آن مقدار قطعات بسیار خرد بیش از حد نباشد و بر عکس قطعات درشت تر آن بیشتر باشد در این رابطه می بایست دانه های زغالهای مات به اندازه ی کافی خرد شوند. بویژه که سهم این نوع زغالهای مات در فرآیند تبدیل زغالهای رگه دار نا همگن به کک که دارای مقدار زیادی فلوزینیت هستند . می تواند در حد قابل ملاحظه ای باشد . اصولاً می بایست به مسئله ی خرد کردن انواع مختلف زغال بر خورد متفاوتی داشت. در عین حال در

انجام این کار لازم است که قابلیت کک شوندگی هر نوع مشخصی از زغال و نیز مشخصات کک شوندگی سایر ترکیبات و مقدار هر کدام از ترکیبات شارژ نیز در نظر گرفته شود .

در صورت کافی نبودن مقدار دانه های ریز زغالهایی با قابلیت کک شوندگی ضعیف . زمان تماس دانه های (قطعات) این زغالها کاهش می یابد و همین امر تاثیر منفی بر روی استحکام کک می گذارد. از ویژگی های این نوع زغالها آن است که به علت بالا بودن دمای نرم شوندگی . در مرحله خمیری شدن زمان کمی برای تماس با جرم اطراف خود و فاصله

زمانی اندکی برای به حالت خمیری در آمدن دارند. ولی با وجود این بیش از حد خرد شدن زغال (بیش از حد بالا رفتن سطح خارجی) نیز می تواند قابلیت سائیده شدن کک را افزایش دهد. که علت آن خود انقباضی (لاغر شدن) شارژ می باشد. استحکام. اندازه های کک و قابلیت ترک برداشتن آن به میزان قابل ملاحظه ای به وزن ظاهری شارژ بستگی دارد. در صورت متراکم شدن شارژ سطح تماس بین دانه های زغال افزایش میابد و این افزایش سطح تماس منجر به مستحکمتر شدن ارتباط بین ذرات نرم شونده می شود. این پدیده در نتیجه تاثیر متقابل سطوح تماس بر یکدیگر رخ می دهد. در این مورد کک تولیدی مستحکمتری به دست خواهد آمد.

چند روش برای بالا بردن وزن ظاهری شارژ وجود دارد یکی از روشهای متداول. روش اضافه کردن مقداری هیدرو کربورهای مایع به شارژ می باشد. در صورتی افزایش وزن ظاهری شارژ به حداکثر خواهد رسید که مقدار افزودنیها به شارژ در حد بهینه انتخاب شود

(جدول شماره (۴))

مقدار درصدی که نفت اضافه می شود	وزن ظاهری شارژ g/DM^3	درصد افزایش وزن ظاهره
0/0	665	-
0/05	762	14/5
0/10	722	8/5
0/20	720	8/2
0/30	718	7/8
0/50	710	6/7
1/00	708	6/4

روش دوم کوبیدن شارژ است کوبیدن شارژ این امکان را به وجود می آورد که به کیک ککی با چگالی ۰/۹ تا ۱۰ تا تن بر متر مکعب دست یافته شود و به همین خاطر از زغالهایی با قابلیت کک شوندگی پائین می توان کک نسبتاً محکمی به دست آورد

جدول شماره (۵)

نمونه استوانه kg		درصد دانه بندی کک (mm)				زمان کک شدن	وزن حجمی	روش بارگیری ذغال
10-0 mm	باقیمانده	40 - 25	60-40	80-60	<80	شارژ، hr- min	Ton/m ³	
73.7	292	4.1	16.2	34.6	45.1	14-30	0.67	ریزشی
34.6	324	4.0	15.5	37.6	42.9	16-50	0.90	ریزشی همراه با کوبش
37.7	316	4.4	16.4	40.1	39.1	17-20	1.03	ریزشی همراه با کوبش

در سالهای اخیر تلاشهای پیرامون بیریکت سازی زغال هایی با قابلیت کک شوندگی پایین انجام میگیرند که هدف ان افزایش چگالی بار شارژ شده در سلول می باشد . در این زمینه پیرامون روش تبدیل زغال سنگ پیش گرم شده به کک و روش های خشک کردن آن نیز مطالعات و بررسی هایی انجام گرفته است که با کاربرد آنها می توان کیفیت و مقدار کک تولیدی را بالا برد .

با استفاده از ای روشها مقدار رطوبت شارژ تا حد ۲٪ کاهش مییابد همین امر باعث میشود که میزان قابل ملاحظه ی وزن ظاهری شارژ افزایش یابد جدول شماره (۶) و کیفیت کک مطلوب گردد .

وزن ظاهری به kg/M ³	درصد رطوبت	دمای پیش گرم کردن شارژ به C
728	10	بدون پیش گرم کردن
800	3/8	بدون پیش گرم کردن
850	-	120
862	-	210
851	-	260
834	-	300

تبدیل زغال پیش گرم شده به کک نه فقط به ظرفیت تولیدی سلول ها وزن ظاهری و استحکام کک بلکه روی قابلیت خرد شوندگی زغال و قابلیت ترک برداشتن کک نیز تاثیر میگذارد .

رژیم گرمایش زغال نیز تاثیر مهمی بر کیفیت کک تولیدی میگذارد تغییر سرعت گرمایش و دمای نهایی فرآیند تبدیل زغال به کک (کربونیزاسیون) به صورت مشترک هم روی استحکام بدنه کک و هم روی قابلیت ترک برداشتن کک اثر میگذارد.

وابستگی کیفیت کک به عرض سلول کک سازی در درجه اول از روی مشخصات شارژ تعین میگردد. چنانچه سلول دارای عرض های مختلف ولی دمای گرمایش آن ها یکسان باشد. در آن صورت در آن گروه از سلولهای که عریض تر می باشند کک درشت تری به دست می آید (علت آن پایین تر بودن سرعت نشست شارژ می باشد) چنانچه فرآیند تبدیل زغال به کک در سلولهایی به عرض ۴۵۰ میلیمتر انجام گیرد و شارژ از زغالهایی تشکیل شود که دارای قابلیت کک شوندگی مطلوبی هستند در آن صورت از این سلولها می توان ککی با بهترین کیفیت بدست آورد.

چنانچه تبدیل زغالی با قابلیت کک شوندگی مطلوب در سلولهای عریض انجام شود در آن صورت استحکام مکانیکی کک حاصل از این نوع زغالها در مقایسه با ککی که به عرض ۴۰۷ میلیمتر بدست آمده ممکن است کمی بیشتر شده و دانه بندی آن نیز مانند کک متالورژیکی و کک اسکپ شود.

اما چنانچه فرآیند تبدیل شارژهایی با قابلیت کک شوندگی نا کافی در سلولهای عریض انجام گیرد در آن صورت امکان دارد که استحکام مکانیکی کک کاهش یابد.

میزان تاثیر طول مدت فرآیند کربونیزاسیون بر کیفیت کک نیز از روی مشخصات شارژ تعیین میگردد. چرب بودن زغالهای شارژ. طولانی شدن زمان فرآیند کربونیزاسیون منجر به تولید ککی با کیفیت نسبتا مطلوب تر می شود که علت آن می توان کاهش سرعت فرآیند تبدیل زغال به کک و گرا دیان (شیب) نشست شارژ باشد.

یکنواختی کیفیت کک از اهمیت زیادی برخوردار است. ناکافی بودن یکنواختی گرمایشی در طول و ارتفاع سلول و یکنواخت نبودن تراکم بار شارژ شده در سلول. ممکن است منجر به تولید ککی با کیفیت متفاوت گردد.

تاثیر دمای رژیم فرآیند تبدیل زغال به کک بر مقدار تولید و کیفیت مواد شیمیایی کک سازی مقدار تولید و کیفیت محصولات شیمیایی کک سازی به عوامل زیر بستگی دارد:

درجه تغییر ساختاری (متامورفیزم) - ترکیب مواد معدنی و شیمیایی زغالها - مقدار خروجی مواد فرار - رطوبت - دمای رژیم فرآیند کربونیزاسیون وغیره (جدول شماره (۷))

در دمای بالا	در دمای میانگین	در دمای پایین	نام محصولات شیمیایی
			قطران
۴/۰	۷/۰	۹/۰-۱۰/۰	تقدار خروجی بر حسب درصد زغ ترکیب قطران بر حسب درصد:
۱/۶۰	۷/۱۰	۷/۴۰	روغن سبک تا دمای ۱۸۰C
۰/۶۰	۰/۳۰	-	اسید فینیک (فنل)
۱/۱۰	۲/۳۰	۳/۸۰	کرزلهها
۶/۵۰	اثراتی از آن وجود دارد	-	نفتالین
--	۰/۳۰	۰/۸۰	پارافین
۳۳/۰	۶۰/۰	۷۶/۰	روغن های مختلف
۵۷/۰	۳۰/۰	۱۲/۰	پک (دمای نرم شونده گی ۷۰C)
۲۳۰			گاز
	۲۰۰	۱۲۰	تقدار خروجی بر حسب تن M3/زغ
۴/۰			ترکیب گاز بر حسب درصد
	۴/۰	۳/۰	CO2
۳/۰			CmHn
	۳/۵	۴/۰	O2
۰/۵			CO
	۰/۵	۰/۵	H2
۸/۰			CH 4
۵۲/۰	۵/۰	۴/۰	N2
	۴۵/۰	۳۱/۰	گرمای احتراق
۲۵/۰			روغن های سبک
	۳۸/۰	۵۵/۰	تقدار خروجی بر حسب درصد زغ
۷/۵			آمونیاک
--	۴/۰	۲/۵	تقدار خروجی بر حسب درصد زغ
--	--	--	
۱/۳	--	-	
	۱/۰	۱/۰	
۰/۳	اثراتی از آن وجود دارد	اثراتی از آن وجود دارد	

مقدار خروجی محصولات شیمیایی در طول مدت تبدیل زغال به کک (زمان کک شدن) اساساً تغییر میکند
(جدول شماره ۸)

دمای گرمایش به C		شاخصها
۱۳۵۸	۱۳۲۵	
۱۲۲۵	۹۸۰	دمای نهایی در محور کیک کک قبل از تخلیه C ترکیب بنزول خام به درصد:
۷۰/۵	۶۴/۰	بنزول
۱۴/۰	۱۷/۸	تولوئن
۳/۸	۴/۸	اسیدها
		وزن مخصوص قطران در دمای ۲۰C محتوای قطران بر حسب درصد:
۱۰/۸	۸/۹	نفتالین
۱/۱	۱/۸	فلها

فرآیندهایی که در سلولها جریان میابند و به مشخصه توزیع دما در شارژ بستگی دارند از اهمیت اساسی در به وجود آمدن محصولات شیمیایی برخوردار هستند. دمای فضای زیر سقف (فضای آزاد) سلول نیز در ایجاد محصولات شیمیایی اثر گذار می باشد.

تسطیح زغال شارژ شده در سلولها

هنگامی عملیات شارژ زغال در سلولها پایان یافته تلقی می شود که ماشین شارژ کاملاً خالی شده و زغالهای شارژ شده در سلولها تسطیح شده باشند و گاز آزادانه از سلول وارد لوله استند پایپ شوند.

طرح بازوی مکانیزم تسطیح کننده زغالهای شارژ شده در سلول. سرعت جا به جایی آن و روش تسطیح. روی طول مدت عملیات تسطیح. میزان تراکم زغال بالای سلول و تمامی زغال شارژ شده در سلول و مقدار زغالی که در زمان تسطیح از سلول بیرون می ریزد تاثیر می گذارد.

بارگیری سلولهای کک باید به دنبال تخلیه کک آنها و حداقل با تاخیری معادل زمان شارژ سلول دیگر انجام گیرد. آن هم در مواردی که دیواره ها و سقف سلول شدیداً گرفتگی داشته باشند.

بارگیری کامل سلول نه تنها استفاده از حجم سلول را بهتر می کند بلکه میزان قابل ملاحظه ای ترکیب و کیفیت مواد شیمیایی را مطلوب تر می سازد. ولی با وجود زغالهای زیر دریچه های بارگیری نباید بیش از حد متراکم و کیپ دریچه های مذکور باشند زیرا ممکن است در این نقاط فرآیند تبدیل زغال به کک کاملاً انجام نگیرد.

تخلیه کک از سلولها (تخلیه سری)

سازماندهی صحیح تخلیه کک از سلولها در افزایش طول عمر سلولها و بهبود کیفیت کک نقش بسیار مهمی دارد. تخلیه کک باید به ترتیب معینی که اصطلاحاً آن را ((تخلیه سری)) می نامند انجام می شود. سری تخلیه باید به گونه ای تنظیم می شود که بهترین رژیم حرارتی را برای سلول مطلوب ترین شرایط را برای استفاده از ماشینها فراهم ساخته و تاثیر فشار ناشی از تکیه دادن زغال را به آجر چینی سلولها کاهش دهد.

آنچه تاکنون در بالا به آن اشاره شده فقط تعدادی از راهکارهای موثر برای افزایش کیفیت کک تولیدی است و چنانچه بخواهیم تمام اقدامات لازم برای افزایش کیفیت کک را مورد بررسی قرار دهیم نیاز به زمان و هزینه زیاد و همچنین مکان مناسب جهت انجام آزمایشات گوناگون است. اما به طور کلی آنچه را که می توان به عنوان نتیجه گیری از این مطالب برداشت کرد و حتی آن را به مرحله اجرا در واحد کک سازی زرنند در آورد به صورت زیر می توان عنوان کرد:

۱) انتخاب زغال مناسب جهت تولید کک

۲) انتخاب محل مناسب جهت نگهداری زغال سنگ

۳) دانه بندی مناسب زغال جهت شارژ

۴) ترکیب مناسب انواع زغال با یکدیگر

۵) بارگیری مناسب و به اندازه ی زغال جهت شارژ

۶) هم سطح (لولینگ) کردن مناسب زغال سنگ شارژ شده

۷) توجه به سیستم گرمایی-رژیم هیدرولیکی و زغال تخلیه و شارژ

۸) تخلیه سری و به موقع کک

۹) انتخاب بهترین زمان برای برج خنک کننده و بهترین روش پاشش آب بر روی کک (جهت کاهش رطوبت) و...

امید است با همت همه ی مسئولان و پرسنل محترم واحد کک سازی زرنند شاهد پیشرفت هرچه بیشتر کارخانه و تولید محصولات با کیفیت باشیم تا زمینه را برای رقابت با سایر تولید کنندگان فراهم کنیم.

منابع:

کتاب فناوری تولید کک

آرشیو کارخانه کک سازی زرنند

سایتهای مربوط به تولید کک

تجربیات آقای حمید ضیائی تکنیسین گرمایی کک سازی اصفهان