

تجربیات نگهداری و تعمیرات و پایش وضعیت ذغال‌ها و اسلیپ رینگ‌ها در توربو ژنراتورهای نیروگاهی

پیام همتی مرزی^۱

نیروگاه حرارتی شازند- اراک

HOMAYON_143@yahoo.com

چکیده

نقش و اهمیت ذغال‌های کربنی در انتقال جریان تحریک توربوژنراتورهای نیروگاهی از یک طرف و توانایی انتقال این جریان‌ها که گاهی به بیش از $5000A$ خواهد رسید در سرعت‌های تماسی متناسب با فرکانس تحویلی 60^{Hz} و 50 به 3000^{rpm} ، 3600^{rpm} می‌رسد بسیار مهم و کلیدی می‌باشد. با توجه به اینکه عمدتاً نیروگاه‌های سطح کشور مجاز به استفاده از تعداد محدودی ذغال‌های تأیید شده توسط دفتر فنی توانیر می‌باشد لذا در این مقاله به تشریح شرایط بهره‌برداری، نگهداری و تعمیر یک نوع از این ذغال‌های تأیید شده پرداخته ایم که ذغال مدل 634 ساخت شرکت مورگان می‌باشد. [۱]

واژه‌های کلیدی: لایه فیلم، ذغال کربنی، اسلیپ رینگ، Case Hardening، Helical Grooving.

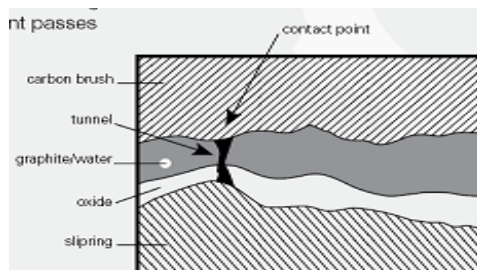
مقدمه

جریان تحریک اغلب ژنراتورها از طریق مجموعه‌ای از اسلیپ رینگ‌ها و ذغال‌های کربنی به سیم پیچی رتور منتقل می‌گردد. که ارتباط مستقیم با ابعاد و اندازه توربوژنراتور دارد. به طوری که این مجموعه می‌بایست توانایی عبور جریانهای بیش از $5000A$ در سرعت‌های تماسی 80 تا $90m/s$ را داشته باشد. به گونه‌ای که بتواند اتصالی پایدار و بدون صدمه زدن به رینگ را در کنار عمر منطقی ذغال فراهم سازد. گرید 634 ناسیونال به صورت نرمال استفاده وسیعی را در توربوژنراتورها دارد. و دارای استانداردهای جهانی ذغال‌های کربنی می‌باشد.

^۱ - کارشناس تعمیرات الکتریک نیروگاه شازند

۱- لایه نازک فیلم سطحی

در طول عملکرد یک ذغال همانطور که در شکل ۱ مشاهده میشود بر روی اسلیپ رینگ به صورت اتوماتیک یک لایه بسیار نازک به ضخامت ۲۰ آنگستروم ($1\text{Å} = 2 \times 10^{-7} \text{cm}$) تشکیل می شود که نقش بسیار مهمی را در هدایت جریان ذغال و کاهش نرخ خوردگی و سایش ذغال خواهد داشت.



شکل ۱- لایه نازک فیلم سطحی اسلیپ رینگ

این لایه از ۳ قسمت ذیل تشکیل شده است

- ۱- لایه اکسید مواد فلزی
- ۲- رطوبت
- ۳- گرافیت (ذرات پودر ذغال)

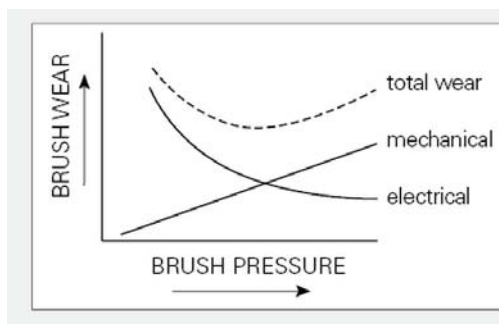
۱-۲- لایه اکسید

این لایه اکسید مواد فلزی اسلیپ رینگ فولادی می باشد. که ۳ عامل در شکل گیری آن موثر می باشند.

۱-۱-۲- دما

با افزایش دمای اسلیپ رینگ تمایل مواد موجود به ترکیب با اکسیژن و تولید اکسید فلزی مواد بیشتر می شود. یکنواختی دمای رینگ در همه سطوح آن پارامتر بسیار مهمی درسایش و خوردگی ذغال ها می باشد به طوریکه عدم یکنواختی دما روی سطح رینگ منجر به توزیع غیر یکنواخت جریان در بین ذغالها خواهد شد. بنابراین وجود یک سیستم هوای خنک که باعث شارش و جاری شدن یکنواخت هوا بر روی رینگ شود بسیار اثر بخش می باشد.

گاهی اوقات به دلیل وجود موانع مختلف در این مسیر در اطراف رینگ آشفستگی و غیر یکنواختی جریان هوا بوجود آمده که این مسأله باعث می شود قسمتهای از رینگ خنک تر از بقیه نقاط شود. و باعث پدیده سایش اسلیپ رینگ و سوختگی کابل های ارتباطی می گردد. ۹۰٪ دمای اسلیپ رینگ ناشی از اصطکاک بوده و ۱۰٪ ناشی از تلفات الکتریکی می باشد.



شکل ۲- خوردگی و سایش ذغال به صورت الکتریکی و مکانیکی

۲-۱-۲- جریان

با افزایش جریان عبوری شکل و ساختمان لایه اکسید بهبود می یابد به گونه ای که گازهای فلزات یونیزه شده در نقاط تماس باعث هدایت جریان خواهد شد و مقادیر کمی از آن به اکسید تبدیل می شود.

۲-۱-۳- آلودگی های محیطی

وجود روغن، گرد و غبار، دوده ذغال و سیلیکونها به صورت آزاد یا به صورت گازهای اکسید شده در افزایش و کاهش شکل گیری لایه اکسید سطح اسلیپ رینگ تاثیر دارد.

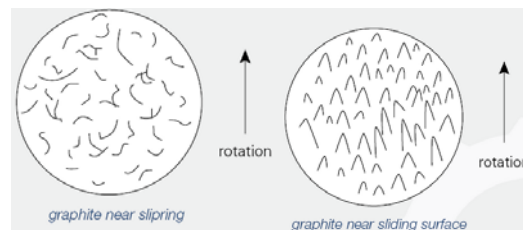
۲-۲- رطوبت

این عامل باعث کاهش اصطکاک و خوردگی ذغال خواهد شد. این رطوبت به صورت طبیعی مقدار مورد نیاز جهت کاهش اصطکاک در حد قابل قبول را فراهم می کند. در شرایط دمای بسیار پائین رطوبت مطلق هوا بسیار کم خواهد بود که این باعث فرسودگی و خوردگی ذغال و افزایش دمای رینگ می گردد. اگر این میزان به 4.5 g/m^3 برسد اصطکاک با سطح اسلیپ رینگ افزایش یافته و باعث افزایش خوردگی ذغال می شود و در صورتیکه این مقدار از 25 g/m^3 تجاوز کند پدیده "Over filming" رخ خواهد داد.

۲-۳- گرافیت

ذرات و قطعات گرافیت خلل و فرج های بین سطح اسلیپ رینگ را پر کرده و نقش مهمی را در کاهش اصطکاک و فرسایش ذغال خواهد داشت.

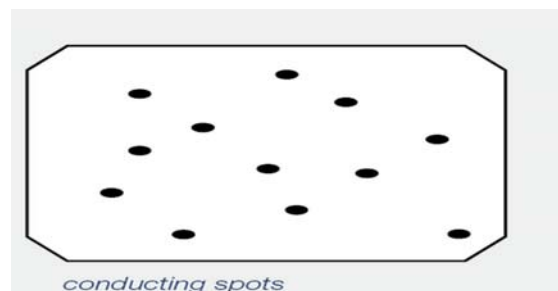
این مواد همچنانکه در شکل ۳ نشان داده شده حاوی یک ساختار مخروطی جهت دار تصادفی در کنار فلزات می باشند این لایه های گرافیت روی سطح اسلیپ رینگ توسط نیروهای چسبندگی به هم متصل شد و رطوبت مورد نیاز سطح رینگ را حفظ می کنند.



شکل ۳ - ساختار ملکولی گرافیت ذغال کربنی

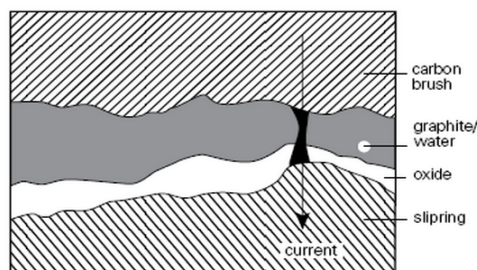
۳- شارش جریان

گذر جریان از ذغال کربنی به درون اسلیپ رینگ از طریق لایه نازک فیلم از طریق تعداد کمی نقاط تماس که حامل کل جریان هستند و از تعادل بین تمایل ذغال و سطح رینگ به ترکیب با اکسیژن و سایش دائمی سطح ذغال حاصل می شود شکل می گیرد.



شکل ۴ - نقاط هادی درون یک قطعه گرافیت

در اثر نیروهای برشی و اکسیداسیون سطحی لایه نازک فیلم از نازکترین محل شکافته و مسیر جریانی شبیه به تونل که از بهم چسبندگی مواد فلزی سطح رینگ و سایش ذغال حاصل می شود جریان به صورت لحظه ای از این تونل به درون اسلیپ رینگ جاری می شود.



شکل ۵- عبور جریان از تونل ایجاد شده در لایه فیلم

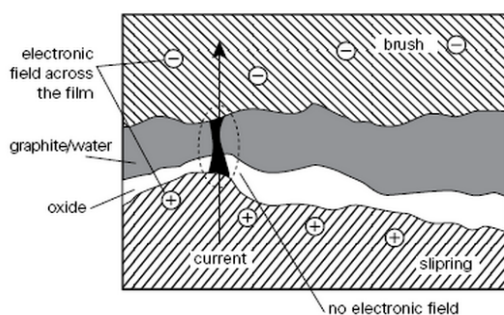
۴- اثر پلار تیه اسلیپ رینگ بر روی لایه نازک فیلم

قبل از تشریح این بخش یادآوری ذیل جهت شناسایی ذغال قطب مثبت و منفی ضروری می باشد. با توجه به اینکه جهت واقعی جریان در یک مدار DC و حرکت الکترونها از قطب منفی باطری به طرف قطب مثبت است لذا ذغال منفی (ذغالی که به باس مثبت جریان تحریک متصل است) ذغالی است که جریان از درون سطح رینگ به داخل ذغال وارد می شود. ذغال مثبت (ذغالی که به باس منفی جریان تحریک متصل است) ذغالی است که جریان از درون آن وارد سطح اسلیپ رینگ می شود.

بنابراین سطح اسلیپ رینگ ذغال مثبت براق تر بوده و به دلایلی که در ادامه توضیح داده می شود دمای سطح رینگ مثبت هم بیشتر و خوردگی ذغال هم از ذغال منفی بیشتر است به گونه ای که این نسبت خوردگی به صورت ۱: ۵ می باشد به این مفهوم که ذغال مثبت عملاً ۵ برابر بیشتر خوردگی دارد نسبت به ذغال منفی

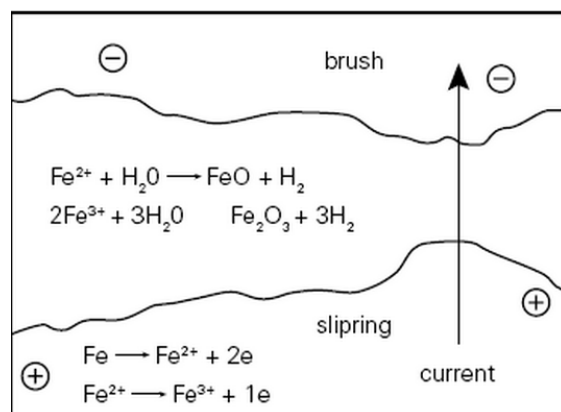
۵- جهت جریان و شکل گیری اکسید

زمانیکه جریان بین ذغال و اسلیپ رینگ جاری می شد در دو طرف فیلم میدان الکتریکی بوجود می آید.



شکل ۶- تشکیل میدان در دو طرف ذغال و عبور جریان

برای رینگ ذغال مثبت یونها و الکترونها آزاد سطح رینگ تحت تاثیر میدان الکتریکی قرار گرفته و باعث حرکت یونها بار مثبت از سطح کلکتور به داخل فیلم شده و به صورت ترکیبات Fe_2O_3, FeO بر روی سطح لایه فیلم تشکیل لایه اکسید را خواهند داد.



شکل ۷- ایجاد میدان و ایجاد لایه اکسید فلزی روی رینگ مثبت

برای اسلیپ رینگ قطب منفی هم میدان الکتریکی حاصله در جهت عکس خواهد بود. یعنی ذغال قطب مثبت و اسلیپ رینگ قطب منفی خواهد بود. در این حالت از طرف ذغال هیچ گونه یون منفی به طرف فیلم هدایت نشده. بنابراین هیچ گونه ترکیبات اکسیدی بر روی اسلیپ رینگ قطب منفی نخواهیم داشت.

در این حالت ذغال قطب منفی بر روی سطح اسلیپ رینگ سایش داشته و به دلیل ماهیت عبور جریان باعث ته نشین شدن گرد و خاک ذغال روی سطح اسلیپ رینگ می شود. که این مساله باعث افزایش دمای نقطه تماس و ایجاد حوضچه های بسیار کوچک فولاد سطح اسلیپ شده که سبب ایجاد ناهمواری روی سطح رینگ و فرسودگی و اصطکاک بیشتر ذغال خواهد شد به مرور زمان با افزایش میزان ته نشینی گرافیت روی سطح اسلیپ رینگ و افزایش دمای سطح رینگ کربن موجود به درون فولاد نفوذ کرده و باعث افزایش درصد کربن سطح رینگ می شود. در اسلیپ رینگ های فولادی با مقادیر درصد کربن کم به طور متوسط شامل 0.15 تا 0.2 درصد کربن می باشند و در صورت افزایش درصد کربن از 0.2 تا 4.3 درصد دمای ذوب فولاد به 400C کاهش می یابد و تشکیل این حوضچه های مذاب در دمای پائین تر شکل می گیرد. از طرفی کربن نفوذ کرده به داخل سطح اسلیپ رینگ به دلیل واکنش شیمیایی بین آهن و عناصر منگنز تبدیل به کاربید شده و سطح رینگ سختتر و ناهموارتر می شود به این پدیده "Case Hardening" می گویند. پس به طور خلاصه موارد ذیل با توجه به نوع پلاریته ذغال اتفاق می افتد.

ذغال منفی:

- ۱- تشکیل ترکیبات اکسید بر سطح رینگ
- ۲- لایه فیلم اکسید باعث فرسایش و خوردگی سطح ذغال می شود.
- ۳- به دلیل وجود بیشتر ترکیبات اکسیدی در لایه فیلم این ذغال افت ولتاژ کنتاکت بیشتر است.

ذغال قطب مثبت:

- ۱- به دلیل پدیده "Case Hardening" نقاط ناهموار در سطح رینگ ایجاد شد که باعث خوردگی و سایش بیشتر می شود.
- ۲- به دلیل وجود ترکیبات گرافیت بیشتر نسبت به اکسید افت ولتاژ کنتاکت کمتر است.
- ۳- سطح رینگ ذغال مثبت به دلیل ترکیبات گرافیت برآقتر و درخشان تر از رینگ ذغال منفی می باشد.

۶- راه حل پدیده "Case Hardening"

با توجه به اینکه پس از شکل گیری لایه گرافیت بر روی سطح اسلیپ رینگ همواره حفظ می شود و اثرات تخریبی خود را دارد لذا یک دستورالعمل قابل قبول تعویض متناوب پلاریته قطب های مثبت و منفی اسلیپ رینگ های می باشد به این صورت که

پس از راه اندازی یک توربو ژنراتور با یک اسلیپ رینگ نو در زمانهای ذیل می بایست پلاریته و قطب های تعویض شود که اثر چشمگیری در کاهش فرسودگی وسایش ذغال و سطح رینگ خواهد داشت.
اولین جابجایی قطب ها ۲ هفته پس از راه اندازی سپس ۴ هفته، ۸ هفته، ۱۶ هفته، ۳۲ هفته و پس از پایان ۳۲ هفته می بایست یکسال یکبار به طور متوالی پلاریته و قطب ها تعویض شود.

۷- مواد به کار رفته در ساخت اسلیپ رینگها

برنز = Zn2% + Sn10% + Cu 88%

فسفر-برنز = Cu90% + Sn 10% + 0.4%

نیکل-مس = Ni4% + Cu 96%

در محل های که آلودگی هوا زیاد بوده و خوردگی آن بسیار است از نوع اخیر استفاده می شود.
لازم به ذکر است که موادی همچون مس، روی، برنج و آلومینیوم در ساخت اسلیپ رینگ ها کاربردی ندارد.
آلیاژهای به کار رفته در ساخت اسلیپ رینگ ها به صورت ذیل می باشد.

| | |
|-------------|----|
| 0.15 ~ 0.2% | C |
| 0.1~0.4% | Si |
| 0.5~ 0.8% | Mn |
| 1.2~1.6% | Cr |
| 1.2~1.6% | Ni |
| 0.1~0.3% | Mo |
| ناچیز | P |
| ناچیز | S |

۸- پدیده "Helical Grooving"

این بحث در سال ۱۹۲۴ در انگلستان به عنوان یک روش اصلاحی پیشنهاد و به عنوان یک اختراع ثبت گردید. این متد به منظور توزیع یکنواخت جریان در ذغال های کربنی توربو ژنراتورهای پیشنهاد شد به گونه ای که زمانیکه تعداد زیادی ذغال کربنی به صورت موازی بر روی اسلیپ رینگ قرار گرفته اند می توان با شیاردار کردن مارپیچی اسلیپ رینگ به یکنواختی توزیع جریان در ذغال ها کمک نمود و همچنین لایه بالشتکی هوا در زیر هر ذغال از بین خواهد رفت و ذغال در فاصله کمتری از اسلیپ قرار خواهد گرفت و به این ترتیب افت ولتاژ کنتاکت کمتر خواهد شد.
در این روش عموماً پهنای رینگ شیارها بین ۲ تا ۴/۳ میلی متر و عمق تقریبی برابر با پهنای شیار دارد.

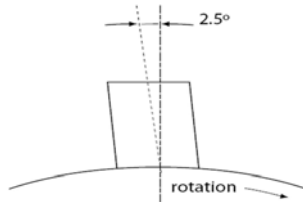
۹- پارامترهای مهم تاثیرگذار در تماس الکتریکی ذغال

۹-۱- اسلیپ رینگ

اگر اسلیپ رینگ "Run out" داشته باشد و یا هرگونه اعوجاج و غیریکنواختی سبب ایجاد عدم تماس الکتریکی مناسب ذغال با سطح رینگ شده و باعث ایجاد جرقه و خوردگی ناشی از آن بر روی سطح رینگ خواهد شد.
Run out تعریف شده برای اسلیپ رینگ های توربو ژنراتورها $< 0.05 \text{ mm}$ تعریف شده است.

۹-۲- جا ذغالی

نگهدارنده ذغال یا جا ذغالی می بایست چهارگوش کامل بوده و ذغال به راحتی درون آن حرکت کند. وهیچ گونه گیرمکانیکی نداشته باشد وجود گرد و غبار و آلودگی های محیطی به همراه چربی ناشی از نشست روغن از مسیرهای روغن باعث گیرکردن ذغال درجا ذغالی خواهد شد. مطابق شکل ۸ فاصله مجاز جا ذغالی از سطح اسلیپ رینگ بین ۳ تا ۲ میلی متر با یک زاویه ۲/۵ از راستای عمودی می باشد. [۲]



شکل ۸- زاویه قرارگیری جا ذغالی از راستای عمودی

۹-۳- فشار ذغال

این پارامتر نقش مهمی را در عملکرد ذغال در توربو ژنراتورهای ایفا می کند به گونه ای که کاهش فشار روی ذغال سبب ایجاد جرقه و خوردگی وسایح الکتریکی شده واز طرف دیگر افزایش فشار روی ذغال باعث افزایش اصطکاک و خوردگی وسایح مکانیکی خواهد شد.

عموماً فشار فنرتوصیه شده برای ذغال مدل ناسیونال 634 ۱۶۰ تا ۱۸۰ g/cm² می باشد [۱]. و مدل LFC554 این مقدار ۱۵۰ تا ۱۷۰ g/cm² می باشد. [۴]

۹-۴- سختی سطح اسلیپ رینگ (Roughness)

اغلب این تفکر اشتباه در مورد سطح اسلیپ رینگ ها و کموتاتورها وجود دارد و آن اینکه هر چقدر سطح رینگ صافتر و براقتر باشد مناسبتر است در صورتیکه در عمل اینگونه نیست چرا که برای برقراری ارتباط پایدار الکتریکی داشتن حد مشخصی از زبری (اصطکاک) مورد نیاز میباشد که این مقدار سختی مجاز برای اسلیپ رینگ های استیل برنز $0.75 < R < 1.25 \mu m$ میباشد [۳]

۱۰- انواع اتصالات ذغالهای کربنی

اتصالات الکتریکی بین باس اصلی وبدنه ذغال می بایست دارای حداقل مقاومت الکتریکی بوده واز پایداری خوبی درشرایط بهره برداری برخوردار باشد به صورت کلی دو نوع اتصال الکتریکی ذغال وجود دارد.

۱-۱- Riveted :

در این حالت مطابق شکل اتصال کابل اصلی به بدنه ذغال از طریق پین های فلزی درون ذغال صورت می گیرد.



شکل ۹- اتصال ذغال Riveted

۱۰-۲-Tamped:

در این نوع اتصال توسط مواد پرکننده کابل مربوطه به درون ذغال جا داده شده و توسط مواد پرکننده مخصوصی این اتصال محکم می شود.



شکل ۱۰- اتصال ذغال Tamped

در اتصالات ذغالهای جدید تولید شده از این نوع اتصال استفاده می شود چرا که از لحاظ پایداری و ثبات دمای بسیار پایدارتر هستند.

۱۱- پدیده "Ghosting"

این پدیده که به صورت دائمی در روی سطح اسلیپ رینگ ها اتفاق می افتد عبارتست از جای رد و اثر عبور ذغال بر روی سطح رینگ و منقوش کردن آن به دلایل ذیل که می تواند منجر به ایجاد سطوح ناصاف بر روی رینگ گردد علل ذیل در ایجاد این پدیده موثر می باشند.

در طول عملکرد یک توربو ژنراتور عبور جریانهای لحظه ای بسیار بزرگ به صورت di/dt از درون ذغال و عدم پاسخگویی نقاط هادی سطح ذغال به عبور این جریان بسیار بزرگ سبب ایجاد یک شارش شدید جریان به همراه یونیزاسیون سطح رینگ و ایجاد جرقه خواهد شد.

دلایل ایجاد این جریان لحظه ای و عبور آن از ذغال به صورت ذیل می باشد.

۱- زمانیکه یک اتصال کوتاه شدید در سیستم تحریک ژنراتور اتفاق افتد.

۲- زمانیکه یک موتور آسنکرون فوق العاده بزرگ راه اندازی شود.

۳- زمانیکه ژنراتور با شرایط نامناسب سنکرونایزینگ سنکرون شود.

۱۲- عوامل خوردگی در ذغال های کربنی توربو ژنراتورها

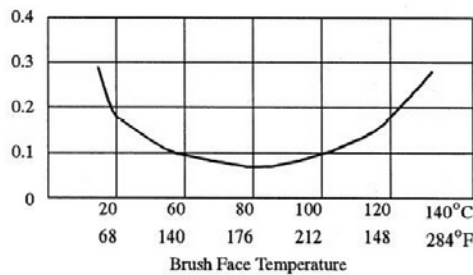
۱- جریان بار

۲- سرعت سطحی اسلیپ رینگ (معمولاً در توربوژنراتورها ۸۰ تا ۹۰ m/s می باشد).

۳- فشار روی ذغال

۴- دما سطح اسلیپ رینگ

همانگونه که در شکل ۱۱ منحنی مشاهده می شود از دمای حدود ۸۰ درجه به بعد اصطکاک ذغال با دما مناسب است).



شکل ۱۱- منحنی ارتباط دما و ضریب اصطکاک سطح رینگ

- ۵- آلودگی های محیطی (که شامل گرد و خاک، روغن ها و... که باعث افزایش دمای ذغال و سطح اسلیپ رینگ می شود)
 ۶- شرایط اسلیپ رینگ (از لحاظ آلودگی ها میزان Run out، ناهمواری های سطحی و ...)
 جدول ذیل میزان مجاز خوردگی و سایش ذغال های مدل 634 را در توربوژنراتورها نشان می دهد. [۱]

جدول ۲- وضعیت خوردگی ذغال مدل ۶۳۴

| وضعیت | میزان خوردگی / ۱۰۰۰ ساعت | |
|------------------------------------|------------------------------|---|
| شرایط بسیار مطلوب | < 5 ^{mm} / 1000 | ۱ |
| شرایط خوب | 5 ~ 10 ^{mm} / 1000 | ۲ |
| قابل قبول | 11 ~ 20 ^{mm} / 1000 | ۳ |
| غیر قابل قبول و نیازمند بازنگری | > 20 ^{mm} / 1000 | ۴ |

شرایط ایده آل برای ذغال های مدل ۶۳۴ مورگان [۱]

جدول ۳- پارامترهای ایده ال برای ذغالهای مدل ۶۳۴

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| 5/5 ~ 8 A/cm ² | چگالی جریان مجاز |
| 45 ~ 80 m/s | سرعت تماسی |
| 8 ~ 13 g/m ³ | رطوبت محیطی |
| 60 ~ 90 C | دمای سطح اسلیپ رینگ |
| 160 ~ 200 g/cm ² | فشار ذغال |

۱۳- پایش و اندازه گیری و بازرسی های دوره ای [۳]

مجموعه ذغال ها و اسلیپ رینگ ها و متعلقات نیازمند بازدیدهای دوره ای می باشد بعضی از این علائم و نشانه ها در مراحل اولیه به راحتی قابل تشخیص و برطرف کردن می باشند در صورتیکه عدم توجه در این مرحله منجر به بروز مشکلات جدی و صدمات بیشتر و پرهزینه تری خواهد شد.

موضوعات چک لیست بازرسی

۱۳-۱- ذغال ها

۱۳-۱-۱- طول ذغال

طول ذغال با توجه به شاخص روی آن به صورت دوره ای می بایست چک شود و در صورت کوتاه شدن بیش از مقدار تعیین شده تعویض گردد

۱۳-۱-۲- کابل

کابل های ارتباطی ذغال وباس اصلی از لحاظ تغییررنگ وسوختگی که نشانه های از پدیده "Selective Action" هستند می بایست بررسی شود.

(این پدیده از عدم یکنواختی دمای رینگ و تقسیم غیر یکنواخت جریان در بین مجموعه ذغالها بوجود آمده و باعث تغییر رنگ روکش کابل ارتباطی ذغال و باس خواهد شد که از عبور جریان زیاد از حد از ذغال ناشی می شود روکش کابل ها را از لحاظ وایبره شدید و سایش و قطع شدن رشته های کابل بازرسی کنید. همچنین اتصالات کابل به باس اصلی را از لحاظ محکم بودن و عدم شل شدگی بررسی کنید.

۱۳-۱-۳- سطح تماس ذغال

لب پر شدن ذغال

سطح تماس ذغال را از نظر لب پر شدن چک کرده لازم به یادآوری است یکی از دلایل لب پر شدن ذغال عدم رعایت فاصله مناسب (زیاد بودن) و وارد شدن نیروی های برشی زیاد به ذغال در حالتی که رینگ با سرعت زیاد در حال گردش میباشد.

سطوح ناصاف ذغال

در این حالت به دلیل بروز جرقه در سطح تماس ذغال و رینگ بر روی سطح ذغال نقاط ناصاف ایجاد میگردد که این جرقه می تواند در اثر فشار کم فتر ذغال و برقراری تماس نامناسب با رینگ ایجاد شود. که این مساله باعث خورگی شدید ذغال و کاهش عمر ذغال خواهد شد.

چک بدنه ذغال

در صورتیکه بدنه ذغال که با جاذغالی درتماس است براق شده بود این علامتی از تکانها و لرزش های شدید ذغال درون جا ذغالی که از هم مرکز نبودن رینگ و یا اصطکاک زیاد بوجود می آید

۱۳-۲- جا ذغالی

به صورت دوره ای می بایست از سلامت جا ذغالی و حرکت روان ذغال داخل آن مطمئن شد یکی از مهمترین موارد که عمدتا اتفاق می افتد گیر کردن ذغال درون جا ذغالی به دلیل وجود گردو غبار و آلودگی های محیط میباشد. که این باعث قطع جریان آن ذغال و افزایش ظرفیت عبور جریان بقیه ذغالها می شود .

۱۳-۳- فتر ذغال

به دلیل تغییرثابت فتر به مرور زمان و در اثر جذب آلودگی ها محیطی می بایست نیروی فترذغالها توسط نیروسنج های دیجیتالی اندازه گیری شده در صورتیکه از ۱۰ درصد مقادیر مجاز کمتر شده بود تعویض شود.

لازم به یادآوری است برای ذغال های مدل 634 محدود مجاز نیروی فتر $F < 200g/cm^2$ می باشد. [۱]

۱۳-۴- چک فاصله بین جاذغالی و سطح رینگ

مقدار مجاز فاصله بین جاذغالی و سطح رینگ بین ۲ تا ۳ میلی متر می بایست باشد انحراف بیش از این مقدار باعث ناپایداری ذغال درون جا ذغالی و انحراف کمتر از آن باعث برخوردهای احتمالی جاذغال و رینگ خواهد شد

۱۳-۵- سطح اسلیپ رینگ ها

سطح اسلیپ رینگ را به صورت دوره ای تمیز کرده و با حلال های مجاز شسته از عدم وجود رسوبات روغن بر سطح رینگ ها اطمینان حاصل کنید چرا که وجود روغن روی سطح رینگ باعث افزایش اصطکاک و خوردگی وسایش بیشتر ذغال خواهد شد. (رگه های خاکستری روی سطح رینگ نشانه نفوذ روغن می باشد). مقدار Runout اسلیپ رینگ را به صورت دوره ای چک کنید (مقدار مجاز $< 0.05mm$) می باشد.

همچنین به صورت دوره ای ویک سال یکبار برای جلوگیری از پدیده رسوب گرافیت و "Case Hardening" روی سطح اسلیپ رینگ ها و ایجاد اعوجاج و ناهمواری های سطحی پلارینه ها تعویض شود.

سمباد زنی سطح اسلیپ رینگ ها کار بسیار حرفه ای می باشد که تنها می بایست توسط پرسنل آموزش دیده و با استفاده از سمبادهای مخصوص و با شرایط خاص انجام شود.

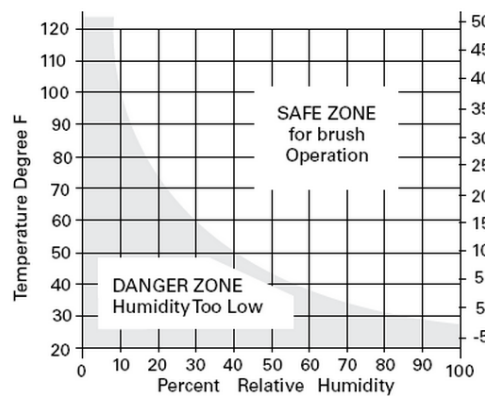
۱۳-۶- چک دمای ذغال ها

دمای کلیه ذغالها می بایست توسط ترمومتر لیزری نقطه ای چک شود اختلاف دما بین ذغالهای بسیار مهم و کلیدی می باشد که می تواند نشانه ای از بروز پدیده "Selective Action" باشد. که در نهایت باعث خوردگی غیر یکنواخت ذغالها خواهد شد و در حالت بدتر سوختگی اتصالات و روکش کابل خواهد شد دمای مناسب توصیه شده جهت ذغالها بین ۵۵ تا ۸۰ درجه سانتیگراد میباشد. استفاده از دوربین های ترموگرافی برای داشتن یک تصویر کامل از مجموعه ذغالها و تشخیص بهتر ذغالهای با دمای بالاتر مناسبتر میباشد.

۱۳-۷- چک رطوبت و دمای اتاقک اکسایتر

همانگونه که گفته شد رطوبت در کاهش عمر ذغال و وضعیت لایه فیلم نقش تعیین کننده ای دارد به گونه ای که در محل های با ارتفاع زیاد از سطح دریا و یا مکانهای که زمستانهای سردی دارند

HUMIDITY and Brush Life



شکل ۱۲- ارتباط ذغال و رطوبت محیط

می بایست مقدار رطوبت اتاقک اکسایتر و دمای ذغال ها جهت جلوگیری از پدیده "Selective action" چک شود. که مورد اخیر توسط دوربین های مادون قرمز قابل اندازه گیری می باشد. در صورتیکه رطوبت اتاقک اکسایتر نیز از $4.5g/m^3$ کمتر شود می توان از سیستم تقویت یا شش مقداری بخار آب به درون سیستم خنک کاری هوای ورودی اتاقک استفاده کرد.

۱۴- نتیجه گیری

با توجه به اهمیت ذغال های کربنی در صنایع مختلف به خصوص صنایع نیروگاهی و توربو ژنراتورهای که جریان تحریک در مقادیر بزرگ از طریق مجموعه ذغال ها و اسلیپ رینگ ها جابجا می شود لزوم برنامه پیش بینانه به صورت دوره ای جهت پایش و اندازه گیری پارامترهای ذکر شده در این مقاله را بیش از پیش نمایان می سازد. و در حال حاضر که کشورمان نیارمند توجه و برنامه ریزی های بلند مدت جهت تامین قطعات یدکی و لوازم مورد نیاز می باشند داشتن یک برنامه از پیش تعیین شده و فراگیر نگهداری و تعمیر می تواند از وابستگی کشورمان در این برهه زمانی به کشورهای سلطه گر جلوگیری کند.

- [1] Morgan Industrial Carbon co, Slipring and Carbon brush on Turbo –Alternators
- [2] Jeff D.Koenitzer,DC motors Brush Holders and the performance of Carbon Brush
- [3] Group Carbone Lorraine co Technical Note, the Functions of a Good Brush.
- [4] Maintenance and function advice of carbon brush of CARBONELORRAINE CO
Technical guide