



دانشگاه شاهرود

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش قدرت

عنوان:

گاز (sf6) و کاربرد آن در تجهیزات فشار قوی

استاد راهنما:

دکتر کاوه نظامی زاده

نگارش:

مهرداد رفیعی

بهار ۹۳

ب

تشکر و قدردانی :

بر خود واجب میدانم از استاد گرانقدر خود

دکتر نظامی زاده

که به حق در جهت دهی های علمی مرا یاری

نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

فهرست مطالب

چکیده

مقدمه

فصل ۱- معرفی گاز SF₆ ۳

۱-۱- مقدمه: ۴

علت آزمایش گاز SF₆ ۱۰

۱-۲- مزایا کاربرد SF₆ در صنعت برق: ۱۰

۱-۳- کاربرد تجزیه گاز SF₆: ۱۱

فصل ۲- عایق های گازی تجهیزات فشار قوی و نقش گاز SF₆ در آنها ۱۴

۱-۲- بررسی عایق های گازی بکار رفته در تجهیزات فشار قوی ۱۵

۱-۱-۲- عایق های گازی: ۱۵

۲-۲- انواع یونیزاسیون: ۱۷

۱-۲-۲- یونیزاسیون ضربه ای به وسیله الکترونها ۱۷

۲-۲-۲- یونیزاسیون نوری: ۱۹

۲-۲-۲- یونیزاسیون در سطح الکترودها: ۲۲

۳-۲- تخلیه الکتریکی در گازها: ۲۳

۴-۲- عوامل عملی موثر بر ولتاژ فروپاشی: ۲۶

فصل ۳- بریکرها و نقش گاز SF₆ ۲۷

۱-۳- مقدمه: ۲۸

۲-۳- مقایسه بریکرها و سکسیونرهای قابل قطع زیر بار ۲۸

۳-۳- سکسیونرهای ارت ۲۸

۴-۳- بریکرها (کلیدهای قدرت) ۲۹

۱-۴-۳- بریکرهای هوا فشرده ۲۹

۲-۴-۳- بریکرهای خلاء: ۳۰

۴-۴-۳- بریکرهای هگزا فلئورید گوگرد (SF₆) ۳۱

۵-۳- مکانیزم عمل کلیدهای فشار قوی: ۳۲

فصل ۴- کلیدهای فشار قوی و گاز SF₆ ۳۳

۴-۱- مقدمه: ۳۴

۴-۲-۴ حالت های مختلف کلیدهای فشار قوی ۳۴

۴-۲-۱- حالت بسته: ۳۵

۴-۲-۲- در حالت باز (قطع مدار): ۳۵

۴-۲-۳- حالت قطع و وصل: ۳۵

۴-۲-۴- توانایی قطع: ۳۶

۴-۲-۵- توانائی وصل: ۳۶

۴-۳- کلیدهای فشار قوی و جدا کننده ها: ۳۷

۴-۴- نقش کلیدهای فشار قوی در شبکه: ۳۹

۴-۵- اهمیت سرعت عمل در کار کلیدهای فشار قوی: ۴۰

۴-۶- قطع به موقع کلیدها: ۴۲

۴-۷- مدت کار کلیدها: ۴۳

۴-۸- عدم قطع بجای کلیدها Breaker Failure: ۴۴

۴-۹- کلید SF₆: ۴۷

۴-۱۰- استفاده از گاز SF₆ در کلیدهای فشار قوی: ۴۸

۴-۱۱- مشخصات الکتریکی گاز SF₆: ۴۸

۴-۱۲- اصول ساختمان کلیدهای گازی یا کلیدهای SF₆: ۵۱

فصل ۵- نوآوری های گاز SF₆: ۷۷

فصل ۶- نتیجه گیری و جمع بندی ۸۳

منابع و مآخذ: ۸۷

چکیده:

این پروژه تحت عنوان گاز SF₆ و کاربرد آن در تجهیزات فشار قوی در صنعت برق می باشد امروزه گاز SF₆ به عنوان یک عایق ایزولاسیون در تجهیزات فشار قوی به کار رفته و هنوز جایگزینی برای این ماده پیدا نشده است.

این پروژه که با فصول مختلف خود در جهت تکمیل فهم گاز SF₆ و کاربرد آن در تجهیزات فشار قوی می باشد در شش فصل سعی کرده ام بیشتر با مباحث این گاز آشنا شویم.

در فصل اول تحت عنوان معرفی گاز SF₆ شما را با گاز SF₆ و نقش آن در صنعت برق و تجهیزات فشار قوی و آزمایشات مربوط به این گاز آشنا ساخته ام.

در فصل دوم که تحت عنوان عایق های گازی فشار قوی و نقش گاز SF₆ می باشد به معرفی عایقهای گازی فشار قوی که نقش ایزولاسیون را در پست های فشار قوی به خصوص عایق فشار قوی گاز SF₆ خواهیم پرداخت .

در فصل سوم که تحت عنوان بریکرها و نقش گاز SF₆ می باشد شما را با این مسئله معرفی انواع بریکرها و نقش گاز SF₆ در بریکرها آشنا می سازیم.

در فصل چهارم که تحت عنوان کلیدهای فشار قوی و نقش گاز SF₆ در آنها می باشد با معرفی کلیدهای فشار قوی و نقش آنها در تجهیزات فشار قوی سپس به معرفی و نقش گاز SF₆ در کلیدهای فشار قوی خواهیم پرداخت.

در فصل پنجم به نوآوری های گاز SF₆ در صنعت برق خواهیم پرداخت و سعی می شود شما را با یک شرکت تجهیزات پست فشار قوی آشنا سازم و در انتها و در فصل ششم به نتیجه گیری مباحث پرداخته می شود.

مقدمه:

گاز هگزا فلئورید گوگرد (SF_6) یک دی الکتریک عالی با خواص بی نظیر در قطع کنندگی (خاموش کردن) قوس می باشد و این ویژگی منجر به کاربرد وسیع و موفقیت آمیز در کلیدهای قدرت پستهای گازی شده است . معرفی و شناخت آن در سال ۱۹۶۰ بوده و تجهیزات گازی SF_6 تا سال ۱۹۸۰ ساخته شده اند . امروزه ، کاربرد این گاز به حد مطلوبی رسیده و تعداد تجهیزات تعویضی (تجهیزات روغنی جایگزین شده با گازی) ، افزایش یافته است . عموماً کلیدهای روغنی با تجهیزات گازی SF_6 جایگزین می شوند .

در حال حاضر گاز SF_6 کاربرد زیادی در رده فشار قوی داشته و شواهد ، تمایل کاربرد این گاز را برای رده های پائین تر سطوح ولتاژ نشان می دهد .

با توجه به نتایج عالی استفاده از این گاز در کلیدهای فشار قوی، به تدریج با توسعه شبکه های انتقال انرژی و افزایش حدود ولتاژها تا ۱۲۰۰-۷۰۰ کیلوولت استفاده از آن در این حدود ولتاژ به سرعت گسترش یافت، به طوریکه مطالعات و بررسی های لازم به منظور احداث ایستگاه های انتقال انرژی نوع metal clad با ایزولاسیون گاز SF_6 در

دهه ۱۹۷۰ آغاز گردید. هم اکنون ساختمان ایستگاه ها metal – clad با ولتاژ ۸۰۰ کیلوولت و فضای بسیار محدود رواج کامل یافته است.

در حال حاضر گاز فوق یکی از مهمترین و با ارزش ترین مواد ایزوله در حدود ولتاژهای انتقال را تشکیل داده می توان گفت استفاده از کلیدهای فشار قوی گازی تقریباً

جایگزین کلیدهای فشار قوی هوای فشرده گردیده است.

فصل ۱- معرفی گاز SF6



آزمایشگاه پژوهش

۱-۱- مقدمه:

گاز SF₆ در صنعت برق، به عنوان یک ماده عایقی در تجهیزات فشار قوی و در سطوح ولتاژ بالا بسیار کاربرد دارد.

با توجه به کاربرد وسیع این گاز در تجهیزات فشار قوی و با توجه به اینکه علل اصلی

پیدایش پستهای GIS وجود گاز sf6 است، می بایست این گاز از هر نظر مورد بررسی

قرار گیرد این گاز “الکترنگاتیو” است یعنی تمایل به جذب الکترونهاي آزاد در فضای پیرامون خود دارد. به عنوان بهترین عایق شناخته شده که می تواند جهت عایق بندی

تجهیزات در پست مورد استفاده قرار گیرد. خصوصیات و مزیتهاي موجود در این گاز

باعث شده که این تکنولوژی جدید از اهمیت برجسته ای برخوردار باشد و جای پای خود

را در صنعت برق بخصوص در پستها GIS باز کند در نتیجه با توجه به اینکه SF₆ دارای

استقامت الکتریکی بالایی می باشد لذا بهترین زمینه را جهت آرایش بهتر تجهیزات GIS

و همچنین نزدیک کردن تجهیزات پست به یکدیگر مهیا سازد تا یک پست گازی GIS

بوجود آید.

از زمانیکه sf6 به کار گرفته شده (تقریباً ۵۰ سال پیش) مقدار کمی از گاز در اثر

نشستی به اتمسفر راه یافته است. ثبات گاز بدین معنی است که برای مدت طولانی در

اتمسفر باقی خواهد ماند. بعضی از گازهایی که آزاد می شوند موجبات تحلیل لایه ازن

را فراهم ساخته و نازک شدن لایه مساوی است با اینکه اشعه ماورای بنفش بیشتری به

زمین رسیده و خطر ابتلا به سرطان پوست افزایش یابد. تمام گازهایی که بروی لایه اوزون

تأثیر دارند حاوی کلروین هستند در حالی که sf6 فاقد کلروین است و تأثیری نیز بر

لایه ازن ندارد.

خواص خاموش کنندگی:

SF6 ماده بسیار عالی برای قطع قوس الکتریکی می باشد. انرژی بالای تجزیه این گاز، قوس را به خوبی خنک می کند و خاصیت الکترونگاتیو بودن آن سریعاً الکترونهای آزاد را جذب کرده و باعث می شود تا تحمل ولتاژهای بالا ممکن گردد. تحت شرایط مشابه قدرت خاموش کنندگی در SF6 بیش از صد برابر هوا می باشد.

خواص استقامت الکتریکی

■ استقامت الکتریکی گاز SF6 تحت شرایط مشابه بیش از دو برابر استقامت عایقی هوا است. خاصیت الکترونگاتیو بودن گاز SF6 و نقش آن در جمع آوری

الکترونهای آزاد عامل اصلی این قابلیت است.

■ نکته مهم این است که اضافه شدن مقدار کمی گاز SF6 ، استقامت عایقی هوا را به شدت افزایش میدهد ولی برعکس اضافه شدن هوا به گاز SF6 تاثیر چندانی بر روی استقامت عایقی آن ندارد.

■ SF6 گازی بی بو، بی رنگ، غیرسمی و غیر قابل اشتعال است و وزن ملکولی آن برابر ۱۴۶.۰۶ می باشد که ۵ برابر سنگینتر از هوا می باشد.

عملکرد تحت شرایط تخلیه الکتریکی

■ تخلیه الکتریکی سبب تجزیه گاز SF6 می شود که تحت شرایط عادی قابل برگشت است. $S+6F \leftarrow \text{SF}_6$

■ پس از تجزیه گاز ، فعل و انفعال ثانویه با الکترودهای فلزی تصعید شده ترکیبات گاز یا جامد را بوجود می آورند. این ترکیبات خود نیز مواد عایقی خوبی هستند لذا رسوب آنها روی مقره از خاصیت عایقی نمی کاهد. اما در صورتی که رطوبت در محفظه از حد خاصی بالاتر باشد ترکیب هیدروژن فلوراید HF ایجاد می شود ، که این ماده شدیداً هر نوع ماده ای که شامل Sio2 باشد (همانند شیشه و چینی) را

مورد آسیب قرار می دهد لذا حتما باید میزان رطوبت در محفظه در حد پائین نگه داشته شود.

مقایسه SF₆ با دیگر عایقها

الف: عایق مایع

روغن یک عایق اصلی می باشد که در ترانسفورمرها و کلیدهای قدرت بطور گسترده ای مورد استفاده قرار میگیرد. SF₆ نسبت به مایعات عایقی دارای مزایای زیادی می باشد.

SF₆ همانند گازهای دیگر دچار شکست عایقی دائم نمیگردد. پس از وقوع شکست عایقی و حذف منبع آن محصولات ناشی از تجزیه آن با یکدیگر ترکیب شده و گاز بازسازی می شود.

■ SF₆ غیر قابل اشتعال بوده و بنابراین بر خلاف روغن ترانس خطر آتش سوزی به همراه ندارد.

■ تجهیزات عایق شده با SF₆ دارای تعمیرات و نگهداری ساده تری است.

■ در تجهیزات عایق شده با روغن ممکن است محصولات ناشی از تجزیه امواج پر فشاری را به همراه داشته باشد ، که موجب متلاشی شدن تجهیز گردد ، در نقطه مقابل اگر از SF₆ استفاده گردد افزایش فشار فقط از انبساط حرارتی گاز حاصل می آید .

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

فصل ۶- نتیجه گیری و جمع بندی



گاز هگزا فلورید سولفور که به طور خلاصه SF_6 نامیده می شود گازیست بی رنگ و بی بو و غیر سمی و غیر قابل احتراق با خاصیت عایقی بسیار خوب به ویژه در فشارهای بالا از نظر حرارتی نیز پایدار می باشد. این گاز در درجه حرارت $63/8$ - درجه سانتیگراد به مایع تبدیل می شود و در درجه حرارت و فشار مورد استفاده در ترانسفورماتورهای قدرت کاملاً به صورت گاز می باشد.

خاصیت خنک کنندگی و انتقال حرارت این گاز نسبت به هوا تا حدود سه برابر بوده ولی نسبت به روغن پائینتر می باشد. اما خاصیت عایقی این گاز در فشار اتمسفر بین ۲ تا ۳ برابر هوا بوده و در فشارهای بالاتر این نسبت افزایش می یابد به طوری که در فشارهای ۳ اتمسفر این ویژگی از ویژگی روغن نیز بیشتر می شود.

استقامت عایقی این گاز بیشتر از هوا و روغن وابسته به میدان الکتریکی و توزیع آن بوده و لذا در طراحی ترانسفورماتورهای گازی به شکل توزیع میدان و یکنواخت بودن آن بایستی توجه خاصی مبذول گردد.

ویژگی ها و موارد قابل توجه ترانسفورماتورهای گازی:

۱- از آنجا که گاز SF_6 در این نوع ترانسفورماتورها جانشین روغن شده غیر قابل احتراق و انفجار بوده و لذا در صورت بروز عیب های متداول در ترانسفورماتور احتمال بروز آتش سوزی وجود ندارد لذا این ترانسفورماتورها برای کاربرد در فضای سرپوشیده بسیار مناسبی می باشند و در هر صورت برای ترانسفورماتور ها ضرورت تعبیه سیستمهای اتوماتیک اطفاء حریق که بسیار گران و هزینه زا می باشند وجود ندارد.

۲- با توجه به پایداری شیمیایی گاز SF_6 و عدم تأثیر شرایط محیطی بر روی عایق ترانسفورماتور در اثر ایزوله بودن کامل نسبت به هوای محیط (نداشتن کنسرواتور) و پایداری حرارتی بالای این گاز امکان بروز عیب در ترانسفورماتور به حداقل ممکن کاهش

یافته و از آنجا که این ترانسفورماتورها معمولاً در پستهای با سوئیچ‌گیرهای گازی مورد استفاده قرار می‌گیرند ترانسفورماتور با سوئیچ‌گیرهای مربوطه از طریق لوله‌های گازی (GIS) انجام می‌گردد. لذا امکان ایجاد اتصال کوتاه نیز در نزدیکی ترانسفورماتور به حداقل می‌رسد و لذا در مجموع قابلیت اطمینان سیستم به حداکثر می‌رسد.

۳- انتقال صدا در گاز SF_6 کمتر از روغن و یا هوا بوده و لذا مقدار صدای ترانسفورماتور گازی نسبت به روغنی کمتر می‌باشد.

۴- گاز SF_6 به خاطر الکترون‌گاتیو بودن (جذب الکترونهای آزاد) از خاصیت عایقی خوبی برخوردار می‌باشد و به خاطر ویژگی خاص این گاز در مقابل اضافه ولتاژهای سوئیچینگ یا صاعقه (Impluse Ratio) طراحی ترانسفورماتورها از نظر عایقی با اطمینان بالاتری صورت می‌گردد.

۵- در تعمیرات و بازدیدهای دوره‌ای از ترانسفورماتورهای گازی بایستی توجه داشت گرچه گاز SF_6 سمی نمی‌باشد ولی چون وزن مخصوص آن بیشتر از هوا است. در داخل تانک باقی می‌ماند و ضروری است که قبل از وارد شدن به داخل تانک مقدار اکسیژن کنترل شده و در صورت لزوم اکسیژن نیز تزریق گردد.

۶- هدایت حرارتی گاز SF_6 اگرچه از هوا بیشتر است ولی در مقایسه با روغن پائین تر بوده و لذا برای انتقال حرارت ناشی از تلفات ترانسفورماتور بایستی دقت لازم در طراحی سیستم خنک‌کنندگی صورت پذیرد و اصولاً سیستم خنک‌کنندگی این نوع ترانسفورماتورهای روغنی می‌باشد.

با توجه به اختلاف قابل توجه مقاومت دی‌الکتریک گاز SF_6 با هوای فشرده در شرایط استاتیک و تفاوت عمده ثابت زمانی قوس و مقدار جریان جزئی، حد انرژی حرارتی قابل قبول توسط محفظه قطع بطور قابل توجه افزایش می‌یابد.

قبول انرژی حرارتی بیشتر توسط محفظه قطع کلید امکان می‌دهد تا در شرایط مشابه و بازای جریان عیب برابر از حجم کلیدهای گازی و محفظه قطع آنان نسبت به

کلیدهای هوای فشرده کاسته گردد، بدین ترتیب در قدرت قطع مساوی حجم و نقاط قطع جریان کلیدهای گازی به مراتب از آنچه که برای کلیدهای هوایی لازم می باشد. محدودتر خواهد بود، علاوه بر اختلاف فیزیکی فوق با سایر تفاوتها با توجه به موارد اقتصادی بشرح زیر نتیجه میگیریم.

در کلید هوایی، هوای فشرده بعنوان ماده دی الکتریک و خفه کننده قوس توسط کمپرسور با فشار کافی تولید و در مخزن اصلی و مخزن مجاور کلید ذخیره می گردد. بطوریکه هوای فشرده در هر لحظه و بمقدار کافی در دسترس می باشد. بهمین علت تخلیه هوا پس از هر عمل قطع و وصل بفضای آزاد صورت می پذیرد.

در کلیدهای SF_6 حجم گاز و مقدار آن محدود بوده، نمی توان گاز را به فضای خارج تخلیه نمود. شرایط فوق موجب می گردد تا از مقدار معین گاز SF_6 با حجم مشخص بطور مداوم استفاده گردد. ضرورت استفاده از حجم معین گاز SF_6 بصورت مداوم،

ساختمان این نوع کلیدها را به کلیدهای روغنی بسیار شبیه می سازد. در این کلیدها، پس از خفه گشتن قوس و قطع جریان، گاز مجدداً خنک و تصفیه شده و بمنظور قطع و وصل بعدی مورد استفاده قرار گیرد، محدودیت مصرف گاز مطابق آنچه که شرح داده شد عامل دیگری در متفاوت بودن شکل ساختمانی و طرح کلیدهای گازی با کلیدهای هوای فشرده می باشد.

منابع و مآخذ:

- ۱- طهماسبقلی شاهرخشاهی، «کلیدهای فشار قوی»، جلد اول و دوم
- ۲- سلطانی، مسعود، «تجهیزات نیروگاه».
- ۳- رله و حفاظت سیستمها، انتشارات دانشگاه تهران
- ۴- محاسبات اتصال کوتاه متقارن، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵- سایت نوآوری صنعت برق
- ۶- اطلاعات بدست آمده از شرکت های سازنده ترانسفورماتور، رله ها و بریکرها