مقاله نامه ششمین کنفرانس ملّی خلأ ایران
دانشگاه شهید چمران اهواز
۱۶ و ۱۷ بهمن ماه ۱۳۹۲

مروری بر کلید خلاء کاربردی در قطع ولتاژ متوسط

فریبا منصوری

سازمان انرژی اتمی ، پژوهشکده لیزرو اپتیک

چکیده

حاملهای باردار یا یونها سبب هدایت جریان و یا جرقه الکتریکی در هنگام قطع کلید ولتاژ متوسط بر روی کنتاکتها می‌شود. در خلاء بطور نسبی هیچ ماده یونیزه وجود ندارد . این ویژگی سبب بکارگیری خلاء در کلیدهای قطع ولتاژ متوسط می باشد. در این مقاله مروری بر این نوع کلیدها شده است.

لغات کلیدی : ولتاژ متوسط ، جرقه الکتریکی ،کلید خلاء

A Review on Vacuum Switch Applied in Cut off Medium Voltage

Mansouri, Fariba
Laser & Optics Research School, Atomic Energy Organization of Iran

Abstract

Chargr carriers or ions cause the conduction of current or producing arc during the cut off in medium-voltage switch on the surface of the connectors.In vacuum ,approximately there is no ionized material.This characteristc of vaccum is a reason for applying it in cut off medium voltage switches .In this article a review has been done on this kind of switch.

Key words: Medium Voltage , Arc , Vacuum Switch

Archive of SID

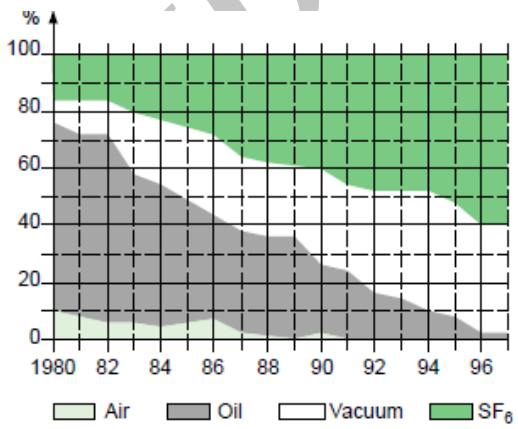
مقدمه

در موقع قطع و وصل جریان بوسیله کلید، جرقه تولید می شود. در موقع وصل، شروع جرقه زمانی است که فاصله کافی بین دو کنتاکت کلید، جهت تحمل ولتاژ نباشد و در موقعی که کلید بسته شود، جرقه خاموش می گردد که البته بسته‌شدن کلیدها ممکن است باعث ایجاد ولتاژهای اضافی شده که منجر به خسارت دیدن کلید و یا تجهیزات دیگر می‌شود. بطور کلی بعلت وجود شرایط مناسبتر در موقع وصل، قدرت وصل یک کلید در حدود ۲/۵ برابر قدرت قطع آن می باشد وضعیت قطع جریان برای مدارهای اندکتیو یا خازنی و یا اهمی با یکدیگر متفاوت می باشد. از نظر مکانیکی نیز جریانهای اتصال کوتاه باایجاد گشتاور محرک به محور ژنراتور می توانند صدمات زیادی به آن وارد کنند. مقدار این گشتاور به زمان برقراری عیب، میزان جریان خلاء و نوع خلاء بستگی دارد.

www.SID.ir

هر چقدر زمان برقراری جریان اضافی بیشتر باشد ، میزان تنش به ژنراتور نیز به همان نسبت افزایش خواهد یافت. برای کاهش جریان عبوری در هنگام قطع و وصل ،از خلاء به دلیل داشتن ضریب دی الکتریک بالا در کلیدهای ولتاژ متوسط (۱-۵۲Kv) استفاد می شود. در این محدوده ولتاژ ،اروپا ۷۰٪ و ژاپن ۱۰۰٪ از این نوع کلیدها را بکار می برند. در ابتدا کلیدهای قطع برق در این محدوده ولتاژ، هوایی و روغنی بودند که کلیدهای گازی SF6 و خلاء جایگزین آنها شده اند.شکل (۱) این مطلب را نشان می دهد.

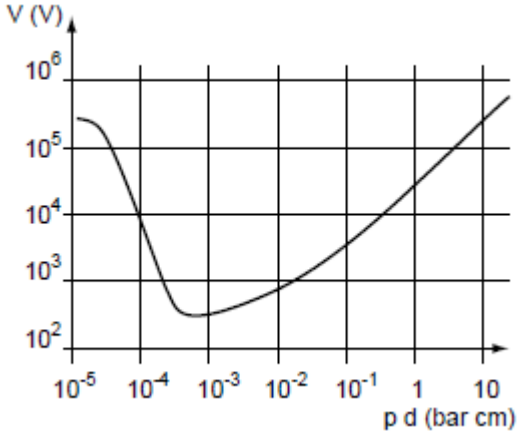
.



شکل۱: روند بکارگیری کلید قطع کننده در ولتاژ متوسط

تئوری و استفاده از سوئیچینگ خلاء

در فشار اتمسفر و بالاتر خصوصیات الکتریکی گازها از قسمت سمت راست منحنی پاشن، شکل (۲)، تبعیت می‌کند. ولتاژ شکست با حاصلضرب فشار و فاصله الکترودها افزایش می-یابد[۱]. در مقادیر پایین‌تر ازحاصلضرب (p.d = 10^{-3} bar cm) دیگر گازی برای یونیزه شدن باقی نمی ماند و لذا محدوده تحمل دی الکتریک در کلید بیشتر به پدیده‌های مربوط به شرایط سطح الکترودها و حضور ذرات جداشدنی از سطح آنها مربوط می باشد.



شکل۲: مقدار تغییر قدرت دی الکتریک
بر حسب فشار (منحنی پاشن)

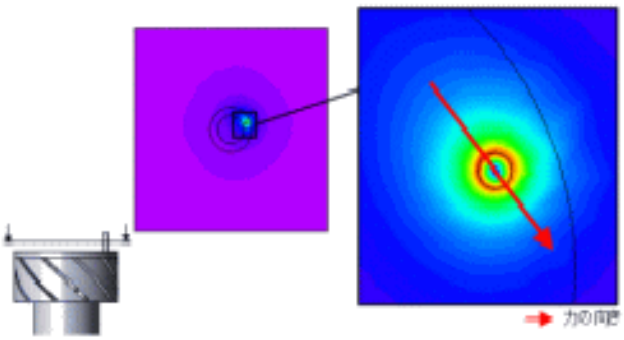
در کلید خلاء هنگامی که کنتاکتهای قطع کننده جدا می‌شوند ، بین آنها جرقه الکتریکی ایجاد شده و این جرقه سطح کنتاکها را ذوب می کند.جاری شدن جریان تا بخار شدن فلز در الکترود مثبت یا منفی ادامه می یابد[۲]. پس از نزدیک شدن جریان به صفر طبیعی کاتد دیگر ماده ای برای فراهم کردن سطح یونیزه ندارد و جاری شدن جریان متوقف می‌شود. هنگامیکه الکترود اصلی دوباره کاتد می شود، یونها جامد شده و دیگر یونی برای برقراری جریان وجود ندارد. لذا در کلید خلاء قطع جریان همیشه در اولین جریان صفر اتفاق می‌افتد. این قطع بودن حالت گذراست و هیچ ضربه ولتاژی بر سیستم توزیع ایجاد نمی کند. فاصله کنتاکتی لازم به دلیل استقامت دی الکتریکی بالای خلاء، بین یک چهارم تا سه چهارم اینچ است و مکانیزم کم اینرسی در این فاصله بوجود می - آید. البته خصوصیات ماده خلاء بطور عمده به ماده و شکل کنتاکتها بستگی دارد. امروزه از آلیاژ کروم– مس عاری ازاکسیژن استفاده میشود[۳]. دراین آلیاژ کروم به صورت دانه های ریز در میان مس پخش شده و این ماده ویژگی خوبی در خاموش کردن جرقه دارد و تمایل کمی برای جوش دادن کنتاکت و جریان شکست کمی را در هنگام قطع جریان القائی نشان می‌دهد.

طراحی جدید در کلید خلاء

در جریانهای بالاتر از ۱۰KA در هنگام کلید زنی قطع کنتاکتهای کلید جرقه به شکل مجتمع در محل آند تبدیل می‌شود

Archive of SID
www.SID.ir

که در یک مکان به مدت طولانی باقی می‌ماندو از نظر حرارتی فشار زیادی بر کنتاکتها وارد می‌آورد. در طراحی جدید، برای غلبه بر این مشکل باید منشاءجرقه از سطح کنتاکت جابجا شود. به منظور رسیدن به این هدف میدان مغناطیسی عمود بر محور جرقه ایجاد می کنند که با تولید میدان شعاعی ریشه جرقه در طول کنتاکت چرخش سریع می‌یابد و موجب پخش یکنواخت گرما از روی سطح می‌شود شکل (۳). این میدان با عبور جریان جرقه از میان سیم پیچی که بطور مناسب در خارج بطری خلاء قرار گرفته است ایجاد می‌شود[٤]. فواید زیاد این میدان در محور سبب افزایش تعداد عملکرد در حین جریان اتصال کوتاه تا بیش از ۳۱/۵KA می‌شود.



شکل۳: چگالی میدان مغناطیسی در مجاورت جرقه

تعمیرات و نگهداری

تعمیرات مورد نیاز کلیدهای خلاء شامل روغنکاری قسمتهای متحرک پس از هر ۱۰۰۰۰ بار قطع و وصل و تعویض کپسول یا بطری خلاء پس از ۳۰۰۰۰ بار قطع و وصل که جایگزنی آن به راحتی تعویض یک دستگاه فیوز متوسط می باشد. به دلیل مدت محدود عملکرد جرقه و ولتاژ کم آن ، اجزاء کنتاکت عمر طولانی تری نسبت به کلیدهای از نوع دیگر دارد. در ضمن خلاء ممانعت از اکسید شدن اجزاء کنتاکت می کند.

سازگاری با شرایط محیطی

کارآیی کلیدهای خلاء فشار متوسط با تغییر شرایط محیط تغییر محسوسی ندارند. بطوریکه درمحیط با رطوبت نسبی ۹۵ ٪، جریان نامی را می توانند تحمل کنند.در ضمن بر طبق منحنی جریان –دما در دماهای ٤٥ درجه حتی جریان بیش از جریان نامی را می توانند تحمل کنند.

نتیجه گیری

امروزه کلیدهای خلاء بخاطر دارا بودن مزایایی از قبیل دوام زیاد ، مراقبت کم و امکان قطع و وصل سریع مکرر، در شبکه های ولتاژ متوسط تا ۳۰ کیلو ولت، بخصوص برای قطع و وصل شبکه های خازنی بسیار مناسب می باشد .

مرجع‌ها

[1] Dekker , A.J., “*Solid State Physics*”, Hall,Englewood Cliffs,M N.J. 1960
[۲] Bennettc,C.J.,et al, “*Electrical Breakdown Between Metal Electrodes in High Vacuum* “,Appl. Physics, 38: 634, Feb. 1964
[۳] G. SLADE , “*vacuum interrupter contacts*”, IEEE transactions on components, packaging March 1994.
[٤] W. GUNDLACH ,” *Interaction between a vacuum arc and an axial magnetic field*” , IEEE 8th ISDEIV-Albuquerqu

Archive of SID
www.SID.ir