بنام خدا
www.pezeshkian.ir

کلید قدرت (دیژنکتور) Circuit Breaker
منظور از یک کلید قدرت،وسیله ای است که بتواند مدار الکتریکی فشار قوی را در شرائط عادی و شرایط خطا (با زمان تعریف شده محدود)قطع و وصل نماید و در این حالت طوری عمل کند که خود آسیب ندیده و شبکه نیز به نحو مطلوبی کنترل شود.
کلیدهای قدرت برای قطع جریانهای عادی و اتصال کوتاه طراحی می شوند .آنها مانند کلیدهای بزرگی رفتار میکنند که توسط شصتی های محلی و یا سیگنالهای مخابراتی توسط سیستم حفاظت از دور می توانند باز ویا بسته شوند . بنابر این ، کلیدهای خودکار در صورتی که جریان و ولتاژ خط فرکانس و غیره از حد معینی که از پیش تنظیم شده است تنظیم شود ، قطع می گردند.

خصوصیات عمده و مهم کلیدهای قدرت
۱. به هنگام بسته بودن در مقابل عبور جریانهای الکتریکی مقاومت خیلی ناچیزی داشته باشد
۲. قادر به قطع جریان عبوری باشند
۳. در مقابل جریان های شدید از نظر الکتریکی و حرارتی تحمل داشته باشند
٤. به هنگام قطع کلید در مقابل ولتاژی که در دو سر کلید افت می کند استقامت عایقی کافی داشته باشد
٥. قادر به وصل جریان باشد
٦. به هنگام بروز اتصال کوتاه در شبکه در کوتاهترین زمان ممکن توسط فرمانی که از طریق رله های حفاظتی دریافت می کند بتواند قسمت معیوب را از شبکه ایزوله نموده تا قسمت های سالم شبکه پایدار مانده و از سرویس خارج نشوند

انواع کلید قدرت
۱. کلیدهای قدرت روغنی
۲. کلیدهای قدرت نیمه روغنی
۳. کلیدهای قدرت قطع هوای فشرده
٤. کلیدهای قدرت با محفظه آبی
٥. کلیدهای خلاء
٦. کلیدهای گازی SF6

کلیدهای روغنی Oil Circuit Breaker
در این نوع کلیدها روغن بیشتر وظیفه عایقی را بر عهده دارد واز مکانیزم خاصی برای قطع جرقه استفاده نمی شود و جرقه در اثر ازدیاد طول حادث از جدا شدن کنتاکتها از بین می رود. این کلیدها دارای فضای خالی بالای روغن بودند تا در اثر انبساط حجم روغن بعلت بخار شدن روغن در لحظات قطع اتصال کوتاه و بروز جرقه از انفجار جلوگیری می شود.
در این کلیدها هر چه فشار الکتریکی شبکه بیشتر باشد حجم روغن داخل کلید نیز بیشتر می شود .

معایب کلیدهای روغنی
۱. حجم و ابعاد بزرگ
۲. حمل و نقل آنها مشکل است
۳. فضای زیادی را اشغال می کند
٤. قابل اشتعال بودن روغن آن و در نتیجه خطر آتش سوزی

با توجه به معایب فوق الذکر و پیشرفت تکنولوژی تغییرات اساسی در ساختمان کلید های روغنی بوجود آمد و در نتیجه آن کلید های کم روغن طراحی و ساخته شد که دارای قدرت قطع بالاتر و همینطور سرعت عملکرد بالاتری می باشد

کلیدهای قدرت نیمه روغنی Min Oil Circuit Breaker

در این کلیدها روغن تنها وظیفه خنک کردن جرقه و خارج کردن یونها را بر عهده دارد و مستقیما وظیفه عایقی بین دو کنتاکت را نخواهد داشت ،نتیجتا حجم روغن در این کلید بسیار کمتر از کلید روغنی است.در این کلید در واقع محفظه جرقه حجم کمی دارد که در اثر حرارت جرقه،روغن موجود در آن بسیار گرم شده و فشار بخار متصاعد شده بسیار بالا می رود نتیجتا استقامت الکتریکی کنتاکتها در مقابل ولتاژ سیستم و ولتاژ برگشتی افزایش می یابد،همزمان با زیاد شدن فاصله کنتاکتها با محفظه بندی خاص کلید ، روغن به صورت مخصوصی در آن به جریان می افتد و موجب خنک شدن گازها در محفظه جرقه و خروج یونها از آن می شود و در فاصله زمانی کوچک اطراف نقطه صفر ، جرقه یا قوس خاموش می شود.بعضی از انواع این کلیدها به پمپ گردش روغن جهت خاموش کردن جرقه یا قوس مربوط به جریانهای کوچک مجهز می باشند.
در این نوع کلید در اثر حرارت جرقه و قوس ، روغن تجزیه شده و گاز هیدروژن با قدرت خنک کنندگی بالا تولید می گردد که در خاموش کردن قوس موثر خواهد بود به همین دلیل از این نوع کلید ها به عنوان کلیدهای با عامل موثر خاموش کننده داخلی استفاده می شود

کلیدهای قدرت قطع هوای فشرده Air Blast Circuit Breaker

در این کلیدها بعد از ایجاد فاصله کمی مابین کنتاکتهای کلید با دمیدن باد با سرعت بالا ، یونها و گازهای داغ از محیط خارج می شود و با خاموش شدن جرقه به طور همزمان فاصله کنتاکتها افزایش می یابد و دریچه دمش باد نیز مسدود می شود.در این کلیدها از انرژی جرقه برای خاموش کردن آن استفاده نمی شود و هوا توسط کمپرسوری دمیده می شود این کلیدها معمولا مجهز به خازنهای موازی با کنتاکتها هستند
این کلید تنها کلیدی است که در آن قدرت قطع مستقل از جریان است ولی در کلیدهای روغنی قدرت قطع تابع شدت جریان قطع است . در کلید های هوایی هر جریانی که قطع می شود مقدار هوای اعمال شده به محفظه قطع مقدار ثابتی است
بر خلاف کلید های روغنی که از خاموش کننده مایع استفاده می شود در کلید های روغنی از هوای فشرده ای که از قبل در محفظه ذخیره شده است استفاده می گردد به این ترتیب که به هنگام قطع و وصل کلید و به ازای هر شدت جریان قطع و یا وصل هوای فشرده با فشار حجم ثابتی به داخل خاموش کننده اعمال شده و ضمن ازدیاد طول جرقه و خنک کردن کنتاکتها ، شرایط لازم را جهت قطع جرقه در می نماید
عیب عمده این نوع کلید قطع یا برش جریان قبل از لحظه صفر جریان در قطع جریان های پایین می باشد که علت آن هم عدم تطبیق قدرت قطع کلید با جریان قطع است

کلیدهای قدرت با محفظه آبی Expansion Circuit Breaker

در این کلیدها از آب به عنوان ماده خاموش کننده جرقه استفاده می شود و در این کلیده ابتدا ،حرارت جرقه موجب تبخیر و تجزیه آب می گردد و با خاموشی جرقه در نقطه صفر جریان،قطرات آب داخل محیط یونیزه پاشیده می شود که این امر موجب خنک شدن جرقه و جذب یونهای آزاد شده و جرقه در حالت خاموش باقی می ماند.
یکی از مهمترین مزایایی این کلید این است که چون آب داخل محفظه احتراق قابل اشتعال نیست هیچ گونه انفجاری کلید را تهدید نمی نمایید

هر قطب این کلید دارای یک محفظه احتراق مخصوص به خود است که با مقداری آب و ماده ضد یخ پر شده است در مواقع جدا شدن کنتاکت های متحرک و ثابت از هم ، یک قوس الکتریکی بین آنها بوجود می آید که در اثر حرارت زیاد آن ، آب داخل محفظه احتراق تجزیه و تبخیر می شود
در صورتی که فشار داخل محفظه به علت تراکم گاز از حد معینی تجاوز کند ، محفظه احتراق به طرف بالا حرکت می کند و مقدای از گاز داخل محفظه به بیرون راه پیدا می کند و در آب سرد محفظه تقطیر می شود . تا موقعی که جریان زیاد است انرژی حرارتی قوس زیاد بوده و می تواند قدار یادی از آب را تجزیه کند ، ئ در نتیجه فشار و درجه حرارت گاز ه حدی می رسد که مانع تجزیه مجدد اب می شود و یک لایه ای از آب به صورت مایع پایدار می ماند . وقتی جریان از صفر می گذرد انرژی حرارتی قوس قطع می شود و گاز هایی که تا کنون تحت فشار زیاد بودند در اثر حرارت افت کرده و چون گاز دیگری هم به وجود نمی آید فشار گاز سریعآ کم می شود با سرعت زیاد به داخل قوس الکتریکی رخنه کرده و باعث خنک شدن سریع جرقه می شود

کلیدهای خلاء Vacuum Circuit Breaker

اصولا عاملی که باعث هدایت جریان و ایجاد قوس الکتریکی در هنگام جدا شدن کنتاکتها از یکدیگر می باشد ، حاملهای باردار یا یونها هستند،در خلاء کامل چون هیچ ماده یونیزه یا حامل باردار وجود ندارد ، لذا جدا شدن کنتاکتها بصورت تئوریک می بایستی بدون ایجاد قوس باشد،البته در عمل به علت تبخیر مختصر سطوح کنتاکتها ،محیط حامل یونها باردار ، که مناسب برقراری قوس الکتریکی است ایجاد می شود.با عبور جریان از نقطه صفر ، این ذرات معلق فلز ، سریعا سرد شده و بر روی کنتاکتها می نشینند و نتیجتا جرقه خاموش می شود. در واقع در کلید خلاء از مقاومت بالای خلاء در مقابل بازگشت ولتاژ و نبود یا کمبود ذرات هادی جریان در فضای مابین کنتاکتها استفاده می شود

کلیدهای گازی SF6 Circuit Breaker

در کلیدهایSF6 از گاز SF6 به عنوان عایق مابین قطعات مختلف و همچنین به عنوان خاموش کننده جرقه یا قوس الکتریکی استفاده می شود.در حال حاضر کلیدهایSF6 بعنوان مطمئن ترین ومناسب ترین کلید در شبکه های فشار قوی شناخته شده و بکار می روند و می توان گفت که هیچ یک از کلیدهای دیگر قابلیت رقابت کیفی با این کلید را ندارند . نکته مهم دیگر نیز قیمت اقتصادی این کلیدها می باشد . هم اکنون در شبکه ایران ، تمام تقاضاهای جدید این نوع کلید را مد نظر دارند و یکی از شرکتهای داخلی نیز تحت لیسانس یکی از سازندگان معتبر نسبت به ساخت این کلیدها تا سطح ولتاژ KV٤٠٠ اقدام می نماید

ترکیب سولفور هگزا فلوراید(SF6)با اعمال مستقیم گاز فلوئور بر روی گوگرد در سال ۱۹۰۰ در فرانسه انجام شد. در همان سالها ، پایداری بالای شیمیایی این گاز تحت قوس الکتریکی نیز مشخص گردید.بعدها از همین خواص در عایقبندی تجهیزات فشار قوی استفاده به عمل آمد.
بر خلاف کلیدهای هوایی و کلید های کم روغن که ساختمان آنها تشکیل یافته از کنتاک ثابت و متحرک ، ساختمان کلید های گازی در طرح های مختلفی ساخته می شوند . ساتمان این کلید تشکیل شده از دو کنتاکت ثابت که متناسب با ولتاژ نامی از هم قرار داشته و ارتباط این دو کنتاکت ر حالت وصل توسط موف انگشتانه فلزی برقرار شده به طوری که در هنگام قطع و وصل نیروی مکانیزم عمل کننده به سیلندر متحرک اعمال شده و متناسب با حرکت سیلندر موف اتصالی نیز عمل کرده و عمل قطع و وصل صورت می پذیرد . . بطوری که در لحظه قبل از قطع کلید سیلندر حرکت کرده و گاز به وجود آمده در حد فاصل سیندر و ÷یستون ثابت متراکم شده و در لحظه قطع و جدا شدن موف اتصالی از کنتاکت ثابت بالایی (ایجاد جرقه) گاز متراکم شده با فشار از مجرای طرفین به طرف جرقه پاشیده شده و ضمن ازدیاد طول جرقه و خنک کردن کنتاکت ها و با توجه به خصوصیاتی که گاز SF6 دارد شرایط لازم را جهت قطع جرقه در لحظه صفر جریان فراهم می آورد
لازم به توزیع است که بعد از قطع کلید باید فشار گاز جهت عایقی کافی در حد فاصل کنتاکت ها بیشتر از سایر قسمت های محفظه خاموش کننده باشد

خواص خاموش کنندگی

SF6 ماده بسیار علی برای قطع قوس الکتریکی می باشد.انرژی بالای تجزیه این گاز، قوس را به خوبی خنک می کند و خاصیت الکترو نگاتیو بودن آن سریعا الکترونهای آزاد را جذب کرده و باعث می شود تا تحمل ولتاژهای بالا ممکن گردد. تحت شرایط مشابه قدرت خاموش کنندگی درSF6 بیش از صد برابر هوا می باشد.

خواص استقامت الکتریکی

استقامت الکتریکی گازSF6 تحت شرایط مشابه بیش از دوبرابر 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.

سایر خواص فیزیکی

SF6 گازی بی بو،بی رنگ،غیرسمی و غیر قابل اشتعال است و وزن ملکولی آن برابر ١٤٦,٠٦ می باشد که ٥ برابر سنگینتر از هوا می باشد.خواص خاموش کنندگی و عایقی گاز SF6 به دانسیته آن بستگی دارد و به همین جهت از دانسیته سنج در کنترل مقدار گاز در کلید استفاده می شود.دانسیته مناسب جهت استفاده در تجهیزات فشار قوی در محدوده ٢٥ کیلوگرم بر متر مکعب تا ٧٠ کیلوگرم بر متر مکعب است.برای درجه حرارتهای پائین باید توجه شود که دانسیته گاز به حدی نباشد که که در شرایط سرد سبب مایع شدن گاز گردد. مطابق استاندارد ، مقدار مجاز نشتی گاز SF6 کمر از یک درصد در سال می باشد.

عملکرد تحت شرایط تخلیه الکتریکی

تخلیه الکتریکی سبب تجزیه گازSF6 می شود که تحت شرایط عادی قابل برگشت است.

S+6F<=======>SF6

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 حدخاصی بالاتر باشد ترکیب هیدروژن فلوراید HF ایجاد می شود ، که این ماده شدیدا 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.

CuO+2HF<=======CuF2+H2O

SOF2+2HF<=======SF4+H2O

استانداردIEC376 استاندارد مربوط به مشخصات گاز SF6 می باشد

انواع مکانیزم عمل کننده کلید ها

١. روش فنری
٢. هوای فشرده
٣. هیدرولیکی

روش فنری

در این روش انرژی مورد نیاز جهت قطع و وصل کلید از قبل توسط موتور الکتریکی یا به صورت دستی در فنر وصل ذخیره شده که به هنگام فرمان وصل مقداری از انژی ذخیره شده ضمن جابجایی میله کنتاکت متحرک عمل شارژ فنر قطع را نیز انجام می دهد در ضمن فرمان قطع و وصل کلید در این روش مستقل از زمان شارژ فنرها است

روش هوای فشرده

در این روش انرژی ذخیره شده توسط هوای فشرده برای قطع و وصل کلید استفاده می شود . هوای فشرده شده توسط کمپرسور در یک تانک ذخیره می شود تا با صدور فرمان به میله متحرک کلید منتقل شود . لازم به توضیح است که در این روش دارای سرعت بیشتر و زمان کمتری جهت قطع و وصل می باشد و به همین دلیل غالبآ در ولتاژ های بالا استفاده می شود

شکل روبرو یک کمپرسور هوا می باشد که هوا را در کپسول برای استفاده بریکر ذخیره می نمایید

روش هیدرولیک

روش هیدرولیک مشابه روش پنوماتیک می باشد و با استفاده از فشار روغن می توان میله کنتاکت متحرک کلید را جابجا کرد .ضمناً فشار روغن را می توان با استفاده از فشار هوا و یا فشار گاز نیتروژن تامین کرد

روش های افزایش قدرت قطع کلید های فشار قوی

۱. استفاده از چندین واحد قطع کننده سری Multi Breaking Unit
۲. استفاده از خازن یکنواخت کننده ولتاژ به موازات واحد ها قطع کننده Grading capacitor
۳. استفاده از مقاومت محدود کننده جرقه Closing Resister

تهیه تنظیم : محمد رضا پزشکیان
با تشکر از آقای بانشی

www.pezeshkian.ir
Info@pezeshkian.ir
Pezeshkian1360@gmail.com