

مقدمه :

کلیدهای قدرت به منظور قطع و وصل خطوط فشارقوی انتقال انرژی، ترانسفورماتور ها، ژنراتورها و سایر تجهیزات فشارقوی بکار می روند. تجهیزات فشارقوی توسط کلید قدرت به شبکه متصل و یا از شبکه جدا میگردند. هنگامی که لازم است دو تا قسمت شبکه از یکدیگر جدا شوند و یا ارتباط دو قسمت برقرار شود از کلیدهای فشارقوی استفاده می کنند و همچنین زمانی که عیبی در تجهیزات و خطوط انتقال انرژی رخ می دهد و لازم است تا قسمت معیوب فوراً از شبکه جدا گردد، کلیدهای قدرت بطور اتوماتیک قطع شده و از ادامه برقراری عیب در شبکه جلوگیری می نماید. قطع و وصل کلیدهای قدرت در شبکه به دو صورت مختلف زیر انجام می گیرد:

قطع کلید با برنامه قبلی و با اطلاع مسئولان شبکه به منظور انجام تعمیرات، سرویس، بازرسی تجهیزات و غیره... در این حالت کلید بطور دستی توسط اپراتور قطع و وصل می شود.

قطع کلید بدون برنامه قبلی که در نتیجه بروز عیب در شبکه روی می دهد. در این حالت کلید بطور اتوماتیک توسط رله های حفاظتی و سایر سیستمهای کنترل قطع می گردد.

اهمیت بریکرهای فشارقوی :

عمل اصلی حفاظت شبکه در هنگام بروز اتصالیها و برقراری جریان اتصالی توسط کلیدهای قدرت صورت می پذیرد. با قطع کلید قدرت، قسمت معیوب شبکه از قسمتهای بدون عیب و در حال کار شبکه جدا شده و ادامه کار و ثبات شبکه تامین می گردد. بروز هرگونه عیبی در کلید قدرت، بطوریکه با بروز عیب در شبکه و بکار افتادن رله های حفاظتی، کلید عمل نکرده و به موقع قسمت معیوب شبکه را جدا ننماید، قطع بی مورد و نابجای سایر کلیدها و از کار افتادن قسمتی از شبکه را به همراه خواهد داشت.

عیب در کلید ممکن است ناشی از موارد زیر باشد که عبارتند از:

- بروز اشکال در مدار فرمان کلید
- بروز عیب در مکانیزم قطع و وصل کلید
- عدم توانایی کلید در قطع جریان اتصال کوتاه
- افزایش زمان قطع کلید

پس کلیدهای قدرت نقش مهمی را در قسمت معیوب و حفظ پایداری شبکه را برعهده دارند از این رو همواره کلیدهای فشارقوی بایستی همواره دارای ویژگیهای زیر باشند :

۱. سرعت عمل قطع و وصل کلید باید خیلی بالا باشد

۲. جرقه حاصله از مانور قطع و وصل حداقل ممکن باشد و سریعاً خاموش شود.

۳. همواره در موقع قطع بایستی حداکثر عایقی بین کنتاکتهای کلی و در موقع وصل حداقل مقاومت اهمی بین کنتاکتها وجود داشته باشد .

۴. وزن بریکرهای فشارقوی حداقل ممکن باشد.

از اینرو کلیدهای قدرت باید همواره از ضریب اطمینان بالایی برخوردار باشند و جهت اطمینان از صحت عملکرد بریکر تستهای ذیل بر روی بریکرها انجام می شود :

A. تست تایمینگ (Timing Test)

B. تست مقاومت کنتاکتها (Drop voltage)

C. میگر تست (Megger Test)

D. تست حداقل ولتاژ کویلها

E. تست جریان و زمان موتور

F. تست فشار گاز (خلاء یا SF6)

A. تست تایمینگ: (Time Test)

آزمایشهای زمانی از این جهت که قابل پذیرش بودن فرایند الکترومکانیکی را از ابتدای فرمان قطع تا جدایی کامل کنتاکتها اثبات می کنند یکی از آزمونهای مهم در راه اندازی به شمار می روند .

مطابق استاندارد IEC بایستی هر پانزده سال یا ۵۰۰۰ بار عملکرد قطع و وصل بعد از زمان راه اندازی تکرار شود.

دستگاه تست معمولاً شامل یک کلید سلکتوری برای تحریک بوبین قطع یا وصل بریکر و ورودیهایی جهت ارزیابی وضعیت کنتاکتهای اصلی آن می باشد وقتی که کلید روی وضعیت قطع یا وصل قرار گیرد توسط دستگاه یک رکورد گرافیکی (معمولاً بر روی کاغذ تولید می شود که نشانگر تغییر وضعیت کنتاکتهای کلید قدرت می باشد) زمان ارسال فرمان قطع یا وصل بر روی نمودار، مشخص شده اند. بطوریکه مدت زمان دقیق، آغاز فرمان قطع تا جدا شدن کامل کنتاکتها مشخص می گردد. و می توان آن را با مقادیر مجاز مقایسه کرد.

مقادیری که معمولاً با این شیوه آزمایش می شوند عبارتند از :

- ✓ آزمایش قطع : از آغاز صدور فرمان تا جدا شدن کنتاکتها
- ✓ آزمایش وصل: از آغاز صدور فرمان تا تماس کامل کنتاکتها
- ✓ آزمایش قطع بر روی وصل : تحریک بوبین قطع در شرایطی که کلید به تازگی در وضعیت وصل قرار گرفته است .

بایستی مدت زمان مانور بریکر با مقادیر استاندارد بر روی پلاک بریکر مطابقت داشته باشد:

نیم پلیت بریکر 400kv (LTB420E2) و 132kv (LTB72.5-170DIB) با مکانیزم فنری و محفظه قطع Sf6

برای یک بریکر (SF6) در سطح ولتاژ 132kv با مکانیزم فنری ساخت شرکت Alstom عبارتست:

Max 80 ms	زمانهای وصل
19+-2 ms	زمان قطع بوبین ۱
19+-2 ms	زمان قطع بوبین ۲
39+-5 ms	زمان قطع - وصل

- حداکثر زمان وصل 140 ms با تفرانس ۳ می باشد.

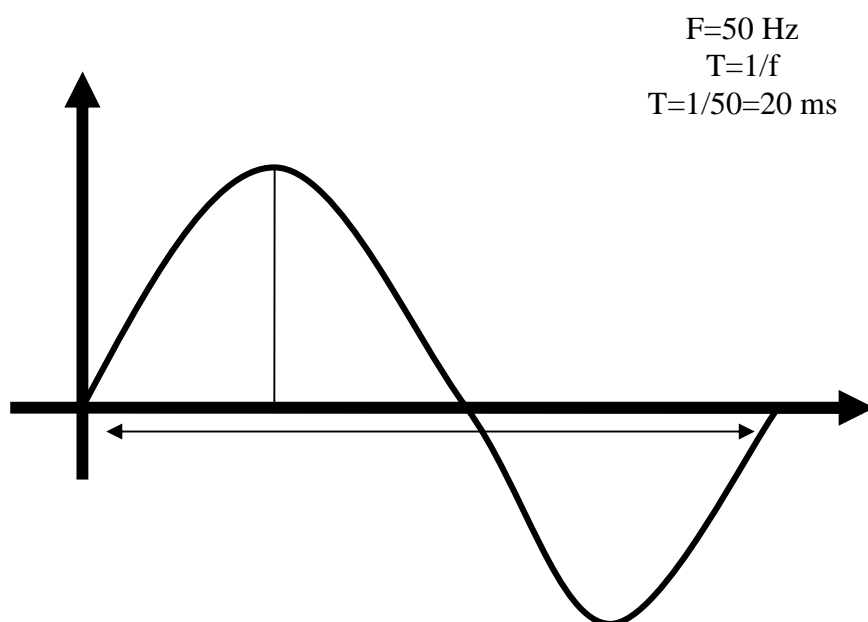
- حداکثر زمان قطع 30 ms با تفرانس 5 می باشد.

در فیدرهای 20 kv با مکانیزم خلاء بعلت فاصله کم کنتاکتها از همدیگر (12 mm) مدت زمان مانورهای قطع و وصل عبارتند از:

حداکثر زمان وصل فیدر برابر با 68 ms می باشد

حداکثر زمان قطع فیدر برابر با 52 ms می باشد.

نکته حائز اهمیت در تست تایمینگ اختلاف زمانی هر سه پل (OFF SET) نباید بیشتر از 5 ms باشد زیرا در غیر اینصورت ولتاژ معادل ۲.۸۶ برابر ولتاژ نامی بر روی دو فاز دیگر اعمال می گردد (به استناد کتاب ریاضیات Green) و سبب ایجاد اضافه ولتاژ شدید ناشی از سوئیچینگ می گردد.



اهمیت کاهش مدت زمان قطع کلید:

همانطور که می دانیم جریان نامی قطع اتصال کوتاه عبارت است از حداکثر جریان خطایی که بایستی تحت شرایط کاربرد عملکرد مشخص شده در استاندارد ، توسط کلید قطع گردد. که این جریان نامی اتصال کوتاه توسط دو مولفه زیر مشخص می گردد:

- مقدار موثر مولفه **AC** (بنام جریان نامی اتصال کوتاه) نامیده می شود .
- مقدار درصد مولفه **dc** .

درمورد اثرات مدت زمان قطع کلیدهای فشارقوی :

مقدار موثر جریان اتصال کوتاه با توجه به محاسبات X/R شبکه در آن نقطه و وضعیت شبکه انتخاب می گردد. ولی مولفه جریان مستقیم برحسب درصدی از جریان **AC** بیان می شود و بستگی به مدت زمان **T** یعنی فاصله زمانی شروع اتصال کوتاه تا لحظه باز شدن کلید دارد.

بر اساس تعریف ، زمان قطع نامی کلید عبارت است از فاصله زمانی بین صدور فرمان به بوبین قطع کلید تا خاموش شدن قوس الکتریکی در کلید.

با توجه به اثرات مخرب قوس الکتریکی در کنتاکتها و گاز یا مایع داخل محفظه قطع کلید و همچنین نیروهای ناشی از تداوم جریان اتصال کوتاه و اثرات ادامه این جریان در پایداری شبکه (بخصوص در مورد ولتاژهای بالا) اساسا کاهش این زمان همواره مورد نظر استفاده کنندگان و سازندگان بوده و هست که البته در این مورد گذشته از نیازهای سیستم ، امکانات سازندگان نیز باید مورد نظر قرار گیرد.

اهمیت کاهش مدت زمان وصل کلیدهای فشارقوی:

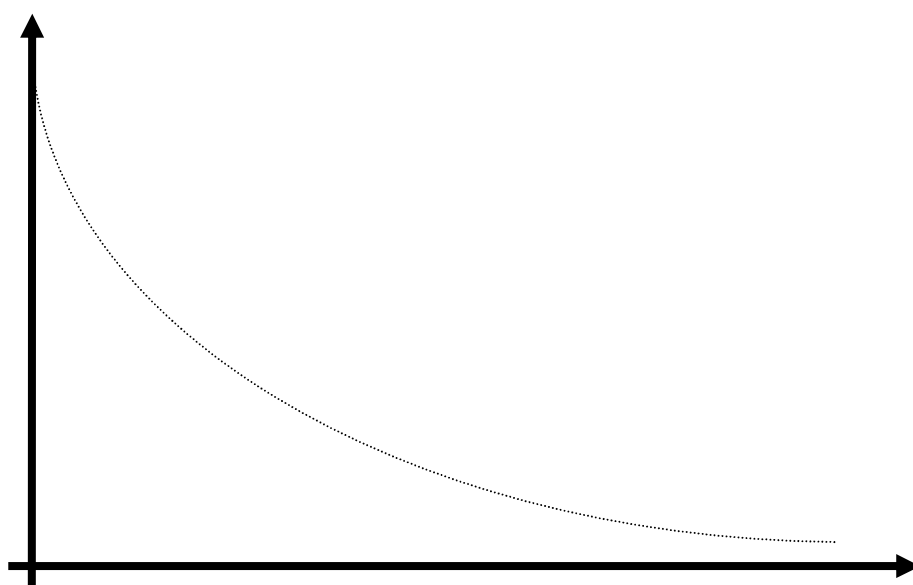
یکی از طرق بسیار موثر در کاهش دامنه اضافه ولتاژهای ناشی از سوئیچینگ ، وجود مقاومتهای موازی با کلید است این مقاومت قبل از وصل کنتاکت اصلی کلید وارد مدار شده و سپس با وصل آن از مدار خارج می گردد خارج و وارد شدن مقاومت در مدار توسط کنتاکتهای کمکی یا فرعی صورت می پذیرد . کنتاکت کمکی پیش بینی شده در کلید ، قسمتی از ساختمان کلید را تشکیل داده و مجهز به محفظه قطع جداگانه بوده و با محفظه قطع اصلی کلید مشترک می باشد و انرژی حرکتی لازم جهت حرکت کنتاکتهای کمکی توسط مکانیزم عمل کننده تامین می گردد. و به منظور کاهش دامنه اضافه ولتاژها لازم است تا مقدار مقاومت و فاصله زمانی قرار گرفتن آن در مدار به طور صحیح و مناسب انتخاب گردد.

مقدار مناسب و فاصله زمانی آن در مدار با توجه به ویژگیهای زیر انتخاب می گردد:

- شرایط کلیدزنی شبکه
- نوع مداری که توسط کلید قطع می گردد
- و مشخصات آن بستگی دارد

در شبکه های 400kv نصب مقاومت های وصل کلید مستلزم تجزیه و تحلیل شبکه بوده و باید نکاتی نظیر استقامت عایقی تجهیزات سطح حفاظتی برقگیرهای موجود در شبکه و دیگر مسائلی که در رابطه با اضافه ولتاژهای کلید زنی ممکن است در شبکه پدید آید مورد بررسی قرار می گیرد .

در شبکه های ۲۳۰ کیلو ولت احتیاجی به استفاده از مقاومت های موازی با کلید نخواهد بود . ولی در شبکه های 400 kv مقدار مقاومت موازی با کلید در حدود ۴۰۰الی ۶۰۰ اهم است و حداقل زمان که این مقاومت در مدار خواهد بود 8ms می باشد.



ب - تست مقاومت کنتاکتها (Drop voltage)

در این تست مقاومت دو سر هر مجموعه از کنتاکتها را در حالت وصل بریکر را اندازه مقاومت کنتاکتها می نامیم و این تست توسط یک میکرو اهم متر دیجیتالی انجام می شود که مطابق استاندارد IEC مقدار مقاومت هر پل که بین فلانچهای اتصال اندازه گرفته می شود در انواع بریکرهای پارس سوئیچ با محفظه قطع گاز SF6 در سطح ولتاژهای متفاوت به شرح زیر است:

بر اساس استاندارد IEC اندازه گیری مقاومت کنتاکتها بعد از تست اولیه در مرحله راه اندازی بایستی هر پانزده سال یا ۵۰۰۰ بار عملکرد با حداقل جریان 200A_{dc} تکرار شود.

روش آزمایش : مداری مطابق شکل زیر از نزدیکترین محل اتصال کنتاکتها می بندیمو همواره با اعمال جریان 100A_{dc} مقدار افت آنرا توسط ولتметр اندازه میگیریم آنگاه مطابق استاندارد IEC باید داشته باشیم :

$$R=V/I < 120 (\mu)$$

اندازه مقاومت (μ)	نوع بریکر
۸۰ - ۱۲۰	LTB420E2
< ۴۰	LTB72DI/B
< ۴۰	LTB145DI/B
< ۴۶	LTB170DI/B

در صورتیکه مقدار مقاومت کنتاکتها زیاد باشد طبق رابطه $P=RI^2$ در آن نقطه تلفات توان بوجود می آید و سبب ایجاد گرما می کند و در نتیجه به مرور سبب بالا رفتن مقاومت نقطه اتصال کنتاکتها شده و باعث خوردگی کنتاکتها می شود و در نهایت از بین رفتن خاصیت عایقی محفظه قطع می گردد. در آزمایش مقاومت کنتاکتها مقادیر زیر برای بریکرهای 400kv پارس سوئیچ با محفظه قطع گاز SF6 در دمای ۵ درجه سانتیگراد و با تزریق جریان 100A dc بدست آمده است.

بریکر 400 kv	A	B	C
With H.V clamp (μ)	102	96	۹۸
Without H.V clamp (μ)	۶۵	۷۰	۷۰
بریکر 132 kv	A	B	C
Without H.V clamp (μ)	38	36	۳۹
بریکر 20 kv	A	B	C
Without H.V clamp (μ)	۳۳	۲۹	۳۱

مقاومت کنتاکتهای بریکر در صورتیکه از بی متال مناسب در محلهای مورد نیاز استفاده نشود سبب افزایش مقاومت اهمی کنتاکتها می گردد.

میگر تست : (Megger Test)

بر اساس استاندارد	حداقل ولتاژ کویل (V)	حداکثر ولتاژ کویل (V)
-------------------	----------------------	-----------------------

نظر به اینکه در عمل عایق ایده آل وجود ندارد و عایقها در برابر عبور جریان مقدار خیلی کم در حد (μ) رسانا هستند از این رو زمانی که کنتاکتهای بریکر باز هستند باید مقدار مقاومت عایقی بین دو کنتاکت بقدری بالا باشد تا حداقل جریان از آن عبور نماید .

تست میگر معمولا با اعمال ولتاژ ۵۰۰۰ الی ۱۰۰۰۰ ولت جریان مستقیم توسط میگر، اندازه مقاومت عایقی بین دو کنتاکت و مقاومت عایقی ایزولاتور در حد گیگا اهم بدست می آید .

که مطابق استاندارد IEC به ازاء هر کیلو ولت حداقل مقاومت عایقی بعلاوه یک بر حسب گیگا بدست آید. بعنوان مثال در بریکرهای 400kv با محفظه قطع گاز SF6 مقادیر بین ۴۰ تا ۵۰ گیگا اهم بدست آمده است.

تست حداقل ولتاژ کویل (محدوده ولتاژ بوبین تریپ و وصل مکانیزم بریکر):

لازم است اطمینان یابیم در مدت زمانی که بریکر در حال تریپ است ولتاژی که به ترمینالهای بوبین تریپ آن اعمال می شود از حداقل ولتاژ مورد نیاز برای عملکرد آن کمتر نباشد .

در بریکرهای مدل قدیمی که بر اساس استاندارد BS116 طراحی می شدند لازم بود که بوبین های قطع و وصل با حداقل ولتاژ ۸۸ ولت قادر به قطع بریکر تحت بار و یا حداقل ولتاژ ۵۵ ولت برای بریکر های بدون بار باشد. با توجه به اینکه اکثر بریکرها از طریق مکانیزم آزادسازی انرژی ذخیره شده ای که بوسیله رله حفاظتی آزاد می شود عمل می کند ایجاد تمایز بین حالت تحت بار یا بیبار بریکر چندان مهم نیست . بنابراین اکثر بریکرها در کلیه شرایط با ولتاژ بوبین تریپ تا حداقل ۵۵ ولت عمل می کنند.

اخیرا طراحی بوبینهای تریپ و وصل بر اساس استاندارد BS5311 صورت می گیرد که در آن حداقل ولتاژ عملکرد بوبینها را با ۸۷.۵ ولت و حداکثر ۱۳۷.۵ ولت معین کرده است (مقادیر تعیین شده برای رله های dc است .

BS5311	۸۷.۵	۱۳۷.۵
BS116	۵۵	-----

چه عواملی باعث افت ولتاژ تغذیه بوبینهای بریکر می شود:

- ۱- افت ولتاژ روی ترمینالهای باتری که در اثر افزایش پله ای جریان باتری ایجاد می شود . اندازه این افت ولت بستگی به ظرفیت باتری و نیز ظرفیت شارژر دارد(زیرا باتریها با ظرفیت بالاتر مقاومت داخلی کمتری دارند و طبعاً افت ولتاژ پایبتری خواهند داشت)
 - ۲- افت ولتاژ روی سیم های ارتباطی بین ترمینال باتری و بوبینها که به نوع مدار (شعاعی یا رینگگی) سیستم توزیع dc بستگی دارد.
 - ۳- تعداد بریکرهایی که در یک لحظه تریپ می کنند.
- اندازه گیری حداقل ولتاژ کوئل معمولاً هر پانزده سال یا با ۵۰۰۰ بار عملکرد بریکر تکرار می شود که حداقل مقدار تغذیه کوئل برای وصل ۸۵٪ مقدار نامی است و برای زمان قطع ۷۰٪ ولتاژ نامی می باشد.

تست جریان و زمان موتور مکانیزم بریکر:

معمولاً مدت زمان شارژ مکانیزم بریکر توسط یک کرنومتر اندازه گیری می شود و مدت زمان لازم و جریان موتور شارژ مکانیزم بریکر توسط یک آمپر متر براحتی قابل اندازه گیری است. معمولاً تغذیه موتور شارژرها 110Vdc و یا 220 VAc با فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز و قدرت 200 w است که هرچه قدرت موتور افزایش یابد مدت زمان شارژ مکانیزم بریکر نیز کاهش می یابد.

بر اساس استاندارد IEC موتور مکانیزم بریکر باید توانایی شارژ را در 85% ولتاژ نامی را داشته باشد. که این تست پس از پانزده سال یا با ۵۰۰۰ بار عملکرد بریکر بایستی تکرار شود.

نوع بریکر	ماکزیمم زمان شارژ (S)
LTB72.5-170DI/B	۱۵
LTB420E2	۲۰

در صورتیکه مدت زمان یا جریان موتور مکانیزم افزایش یابد در اینصورت ممکن است:

- ۱- نشستی روغن یا هوا در مکانیزم های مربوطه وجود داشته باشد .

- ۲- از دست دادن خاصیت فزری در مکانیزم های فزری بریکر .
- ۳- ایجاد اصطحکاک شدید در قسمت های مختلف لغزنده بعلت عدم روغنکاری و گریسکاری .
- ۴- از بین رفتن یاتاقانها ،محورها ی انتقال نیرو، بوربرینگها و قسمت های متحرک دیگر.

تست فشار گاز SF6 در محفظه قطع بریکر :

برای آشکار سازی نشت گاز SF6 ،در ابتدا محفظه قطع بریکر را با فشار ماکزیمم تعیین شده پر می کنیم و پس از یک فاصله زمانی مقدار فشار مشاهده و ثبت می گردد که آیا فشار ثابت مانده یا افت کرده است .نشتی گاز با نشت یاب SF6 مشخص می گردد بدین گونه که دستگاه دارای یک پرآپ دستی است که به آرامی بر روی سطوح و محل هایی که احتمال نشت گاز در آنها وجود دارد حرکت داده می شود .

مقادیر استاندارد IEC فشار گاز SF6 با درجه حرارت های متفاوت در یک بریکر 400kv بشرح زیر است :

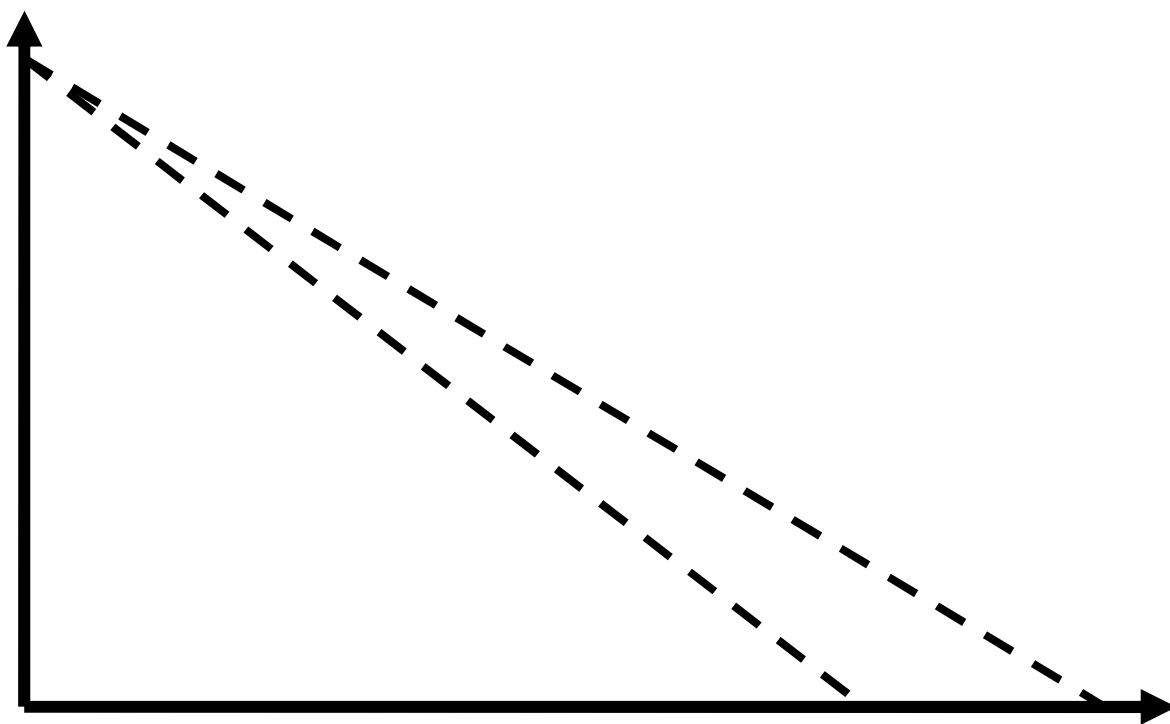
Temp. When filling °c	Mpa(abs)	Bar(abs)
+۴۰	۰.۷۵	۷.۵
+۳۰	۰.۷۲	۷.۲
+۲۰	۰.۷۰	۷.۰
+۱۰	۰.۶۶	۶.۶
۰	۰.۶۳	۶.۳
-۱۰	۰.۶۱	۶.۱
-۲۰	۰.۵۸	۵.۸

تست خلاء مربوط به فیدرهای 20kv :

برای تست خلاء در عمل بدین گونه است که اهرم کنتاکت متحرک بریکر را آزاد کرده وبه کمک دست آنرا به سمت پایین کشیده و رها می کنیم در صورتیکه فضای داخل محفظه بریکر ایده آل باشد کنتاکت متحرک به وضعیت قبلی بر می گردد.

رابطه دوره سرویس کنتاکت های بریکر با قطع جریان اتصال کوتاه :

دیاگرام زیر تعداد قطع کلید را برحسب جریان اتصال کوتاه نشان می دهد که کنتاکتها در یک کلید LTEB می توانند هدایت کنند. قبل از آنکه فلز به خاطر سوختن به اندازه ای از بین برود که مجبور به تعویض آن شویم.



پیشنهادات:

- ❖ جلوگیری از تاخیر در انجام برنامه اورهال کلیدهای فشارقوی مطابق برنامه زمانی استاندارد .
- ❖ انجام دقیق دستورالعملهای p.m و اورهال بریکرها توسط گروههای اجرایی .
- ❖ استفاده از گریس ها و روغنهای مشخص شده در قسمتهای مختلف بریکر .

منابع :

- استانداردهای کلیدهای فشارقوی در وزارت نیرو
- کتاب تجربیات راه اندازی ، تعمیرات و نگهداری تجهیزات فشارقوی مترجم : بهمن جعفری و گروهی از کارشناسان برق منطقه ای غرب
- کاتالوگ کلیدهای فشارقوی 132kv , 400kv مربوط به شرکت پارس سوئیچ
- کتاب کلیدهای فشارقوی (آقایان مهندس شاهرخی و طهماسبقلی)
- و استفاده از تجربیات گروههای اجرایی

