لیست گزارشات

جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
پژوهشگاه نیرو

عنوان گزارش : کلیدهای قدرت ۲۰ و ۳۳ کیلوولت

عنوان پروژه: "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

کد پروژه: PTRVT02

کارفرما: سازمان توانیر

پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
گروه پژوهشی خط و پست
آبان‌ماه ۱۳۸۲

پیشگفتار

گزارشات حاضر براساس موافقتنامه ۱۰۱-۸۰-۲۷۳ مورخ ۸۰/۷/۲۲ با موضوع "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی" که مابین شرکت توانیر و پژوهشگاه نیرو منعقد شده است تهیه گردیده است. این گزارشات براساس استانداردهای موجود در زمینه شبکه و تجهیزات توزیع فشار متوسط و فشار ضعیف تدوین شده است. فهرست کلیه گزارشات در جدول صفحه بعد قید شده است.

لیست گزارشات مربوط به پروژه "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

رئوس کلی / گزارشات	شبکه‌های توزیع نیروی برق فشار متوسط و ضعیف	تابلوهای فشار ضعیف و متوسط برق	پستهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت هوایی و زمینی	انشعابات برق مشترکین
۱	- طراحی خطوط توزیع هوایی	- تابلوهای فشار ضعیف و متوسط	- پستهای هوایی توزیع	- مقررات عمومی و خصوصی انشعابات برق مشترکین
۲	- هادیهای خطوط هوایی توزیع		- کلیات پستهای توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای اکتیو
۳	- یراق‌آلات خطوط هوایی		- تاسیسات پستهای ۲۰ و۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای راکتیو
۴	- حریم خطوط هوایی		- معماری و ساختمان پستهای توزیع زمینی	- کنتورهای استاتیکی
۵	- کراس‌آرم‌ها و سرتیرهای خطوط توزیع هوایی		- سیستم زمین پستهای توزیع	- فیوزهای فشارضعیف
۶	- تیرهای فلزی، بتونی و چوبی		- ترانسفورماتورهای توزیع	- کلیدهای اتوماتیک
۷	- مقره‌های توزیع		- کلیدهای قدرت ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کنتاکتورهای نوع ضعیف
۸			- سکسیونرهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کلیدهای قابل قطع زیربار
۹			- کابلهای فشار متوسط و ضعیف	- ترانسفورماتورهای ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۰			- کات‌اوت‌های فشار متوسط	- ترانسفورماتورهای جریان ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۱			- برقگیرهای فشار متوسط	- یراق‌آلات کابلهای شبکه‌های توزیع

بخش اول
اصول طراحی و مهندسی

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-هدف ۱

۲-دامنه کاربرد ۱

۳-تعاریف و اصطلاحات ۱

۳-۱-کلید خانه ۱

۳-۲-کلید خانه‌های داخلی ۱

۳-۳-کلید خانه‌های بیرونی ۱

۳-۴-سیستم زمین ایزوله ۱

۳-۵-سیستم مؤثر زمین شده ۱

۳-۶-سیستم غیر موثر زمین شده ۲

۳-۷-افزایش دما ۲

۳-۸-اضافه ولتاژ ۲

۳-۹-عایق خارجی ۲

۳-۱۰-عایق داخلی ۲

۳-۱۱-عایق تجدید پذیر ۲

۳-۱۲-عایق تجدید ناپذیر ۲

۳-۱۳-شکست الکتریکی ۲

۳-۱۴-مدار اصلی کلید ۳

۳-۱۵-مدار کنترلی کلید ۳

۳-۱۶-مدار کمکی کلید ۳

۳-۱۷-کنتاکت ۳

۳-۱۸-کنتاکت کمکی ۳

۳-۱۹-سوئیچ کمکی ۳

۳-۲۰-ترمینال ۳

۳-۲۱-اتصال ۳

۳-۲۲-تجهیز اینترلاک ۳
۳-۲۳-زمان قطع ۳
۳-۲۴-زمان وصل ۴
۴-نیازها و خواسته‌ها ۴
۴-۱-عبور جریان پیوستهٔ نامی ۴
۴-۲-عبور جریان خطا در کوتاه مدت ۵
۴-۳-قطع جریان خطا ۵
۴-۴-قطع جریان القایی کوچک ۵
۵-اطلاعات لازم جهت طراحی ۸
۵-۱-مشخصات شبکهٔ الکتریکی ۸
۵-۲-مشخصات محیطی و اقلیمی ۸
۵-۲-۱-شرایط کارکرد عادی برای کلیدهای درونی ۸
۵-۲-۲-شرایط کارکرد عادی برای کلیدهای بیرونی ۹
۵-۲-۳-شرایط محیطی خاص ۹
۶-معیارهای طراحی مهندسی ۱۰
۶-۱-نوع کلید ۱۰
۶-۱-۱-کلیدهای کم روغن ۱۱
۶-۱-۲-کلیدهای SF6 ..... ۱۲
۶-۱-۳-کلیدهای خلاء ۱۳
۶-۱-۴-معیارهای انتخاب نوع کلید ۱۴
۶-۲-نوع مکانیزم عملکرد: ۱۵
۶-۲-۱-مکانیزم فنری ۱۶
۶-۲-۲-مکانیزم هیدرولیکی (روغنی) ۱۶
۶-۲-۳-مکانیزم هوای فشرده (نیوماتیکی) ۱۷
۶-۲-۴-انتخاب مکانیزم عملکرد ۱۷

۶-۳-ولتاژ نامی کلید (U_R).....۱۸
۶-۴-سطح استقامت عایقی.....۱۸
۶-۵-فرکانس نامی (F_R) ۱۸
۶-۶-جریان نامی (I_R).....۱۹
۶-۷-جریان نامی کوتاه مدت (I_K) ۱۹
۶-۸-پیک جریان قابل تحمل (I_P) ۱۹
۶-۹-طول مدت اتصال کوتاه (T_K) ۱۹
۶-۱۰-مقادیر نامی تغذیه مدارهای کمکی و کنترلی کلید.....۲۰
۶-۱۰-۱-ولتاژ نامی تغذیه تجهیزات باز و بسته کردن کلید و مدارات کنترلی (U_a) ۲۰
۶-۱۰-۲-فرکانس نامی تغذیه تجهیزات نامی تغذیه تجهیزات کمکی ۲۰
۶-۱۰-۳-فشار نامی منبع گاز ۲۰
۷-مراحل قدم به قدم انتخاب کلید ۲۱
۷-۱-جمع آوری اطلاعات:.....۲۱
۷-۱-۱-مشخصات سیستم.....۲۱
۷-۱-۲-شرایط محیطی ۲۱
۷-۲-مطالعات و محاسبات الکتریکی شبکه ۲۱
۷-۳-تعیین پارامترهای کلید جهت سفارش به سازنده (فروشنده) ۲۲

فهرست جداول

جدول ۴-۱: حداکثر دما و افزایش دمای مجاز اجزای کلید: ۶
جدول ۴-۲ : مقایسه کلیدهای SF6 ، خلاء و کم روغن ۱۵
جدول۴-۳: سطح استقامت عایقی کلیدهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت ۱۸

فهرست مطالب

۱- هدف

هدف از این استاندارد ارائه معیارهای طراحی و مهندسی جهت انتخاب و سفارش کلیدهای قدرت ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت می‌باشد، به طوریکه با حداقل معیارها و اطلاعات بتوان به مشخصات فنی و اقتصادی بهینه دست یافت.

۲- دامنه کاربرد

این استاندار تنها کلیدهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت از نوع sf6 ، خلاء و کم روغن را در بر می‌گیرد.

۳- تعاریف و اصطلاحات

۳-۱- کلید خانه

یک عبارت عمومی است که شامل کلیدها و تجهیزات کنترلی، اندازه گیری و حفاظتی مربوط به آن و همچنین اتصالات بین آنها و محفظه و پایه‌هایی که این تجهیزات روی آنها قرار دارند می‌شود.

۳-۲- کلید خانه‌های داخلی

کلید خانه‌هایی که در یک محیط بسته قرار گرفته‌اند و در مقابل باران، باد، برف ، آلودگی و... محافظت می‌شوند.

۳-۳- کلید خانه‌های بیرونی

کلید خانه‌هایی که در فضای باز قرار دارند و طبیعتاً درمعرض انواع شرایط جوی و محیطی از قبیل باد، باران، برف ، یخبندان و... قرار دارند.

۳-۴- سیستم زمین ایزوله

سیستمی که هیچ ارتباطی با زمین ندارد، مگر از طریق تجهیزات حفاظتی یا اندازه گیری با امپدانس بسیار بالا.

۳-۵- سیستم مؤثر زمین شده

سیستمی است که نول آن زمین شده است و امپدانس زمین به گونه‌ای است که نسبت ولتاژ فاز سالم به زمین هنگام اتصال کوتاه تکفاز به ولتاژ فاز به زمین درحالت عادی از ۱/۴ تجاوز نمی‌کند.

۳-۶- سیستم غیر موثر زمین شده

سیستمی است که نول آن زمین شده است و امپدانس زمین به گونه‌ای است که نسبت ولتاژ فاز سالم به زمین هنگام اتصال کوتاه تکفاز به ولتاژ فاز به زمین در حالت عادی بیشتر از ۱/۴ می‌شود.

۳-۷- افزایش دما

تفاوت دمای بین دمای قطعه مورد نظر و دمای هوای محیط.

۳-۸- اضافه ولتاژ

هر ولتاژ فاز به زمین یا فاز به فازی که دارای مقدار پیک بیشتر از پیک حداکثر ولتاژ کار تجهیز باشد.

۳-۹- عایق خارجی

فواصل هوایی و سطوح عایقی در تماس با هوای آزاد که در معرض شرایط جوی از قبیل آلودگی، رطوبت و غیره دارند.

۳-۱۰- عایق داخلی

بخشهای عایقی مایع، جامد یا گاز داخل تجهیزات که از تأثیرات شرایط جوی و محیطی محافظت می‌شوند.

۳-۱۱- عایق تجدید پذیر

عایقی که پس از شکست الکتریکی دوباره خواص عایقی خود را به طور کامل باز می‌یابد.

۳-۱۲- عایق تجدید ناپذیر

عایقی که خواص عایقی خود را پس از شکست الکتریکی از دست می‌دهد یا به طور کامل آن خواص را باز نمی‌یابد.

۳-۱۳- شکست الکتریکی

پدیده‌ای مربوط به تأثیر پذیری عایق تحت تنش الکتریکی است که درآن یک مسیر هادی در عایق ایجاد می‌شود و ولتاژ دو سر عایق به صفر یا نزدیک صفر می‌رسد.

۳-۱۴-مدار اصلی کلید

تمام بخشهای هادی کلید که در مداری که کلید می‌خواهد آن را قطع یا وصل کند قرار دارند.

۳-۱۵-مدار کنترلی کلید

تمام بخشهای هادی که در مداری که برای باز شدن یا بستن کلید یا هر دو به کار می‌رود وجود دارند.

۳-۱۶-مدار کمکی کلید

تمام بخشهای هادی کلید به جز مدارهای اصلی و کنترلی.

۳-۱۷-کنتاکت

قسمتهای متحرک و ثابت کلید که هنگام متصل شدن آنها مدار اصلی وصل و هنگام جدا شدن آنها از یکدیگر مدار اصلی قطع می‌گردد.

۳-۱۸-کنتاکت کمکی

کنتاکتی که در یک مدار کمکی به کار می‌رود و به طور همزمان با کنتاکت اصلی کلید عمل می‌کند.

۳-۱۹-سوئیچ کمکی

کلیدی که شامل یک یا چند کنتاکت کمکی یا کنترلی است و همزمان با کلید عمل می‌کند.

۳-۲۰-ترمینال

قطعه‌ای هادی که برای اتصال کلید به هادیهای خارجی نصب می‌شود.

۳-۲۱-اتصال

دو یا چند هادی که توسط پیچ یا جوش به یکدیگر متصل شده‌اند تا عبور جریان را تضمین کنند.

۳-۲۲-تجهیز اینترلاک

تجهیزی که عملکرد کلید را به وضعیت یا عملکرد یک یا چند بخش دیگر وابسته می‌کند.

۳-۲۳-زمان قطع

فاصله زمانی بین شروع بازشدن کلید تا خاموش شدن کامل قوس الکتریکی بین کنتاکتها.

۳-۲۴-زمان وصل

فاصله زمانی بین تحریک مدار هنگامی که کلید باز است و لحظه‌ای که کنتاکتها در تمام قطبهای کلید به هم می‌رسند.

فهرست مطالب

۴- نیازها و خواسته‌ها

کلیدهای قدرت ۲۰ و ۳۳ کیلوولت به منظور قطع و وصل فیدرها، ترانسفورمرها و سایر تجهیزات پست به کار می‌روند. هنگامی که لازم است دو قسمت شبکه به هم متصل یا از هم جدا شوند از کلید استفاده می‌گردد و بدین ترتیب امکان مانور در شبکه‌های توزیع وجود خواهد داشت که موجب افزایش قابلیت اطمینان شبکه می‌گردد.

همچنین زمانی که خطایی در تجهیزات یا فیدرها رخ می‌دهد کلیدها به طور اتوماتیک (با فرمان گرفتن از سیستم حفاظت) عمل می‌کنند و قسمت معیوب را از بقیه سیستم جدا می‌نمایند.

به دلیل نقش بسیار مهم کلیدها در شبکه‌های قدرت، دستیابی به حداکثر اطمینان در عملکرد آنها و توانایی کامل قطع جریان خطا الزامی است واین امر موجب می‌گردد تا بررسی‌های لازم به منظور تعیین نوع مناسب کلید با دقت زیاد و با توجه به کلیه پارامترهای شبکه صورت پذیرد.

به طور کلی کلیدهای قدرت باید توانایی قطع و وصل جریان در شرایط عادی و شرایط خطا را با وجود انواع بارهای ممکن داشته باشند به نحوی که نه خود کلید آسیب ببیند و نه موجب صدمه رسیدن به دیگر اجزای شبکه شود. کلیدهای قدرت باید نیازهای زیر را بدون ایجاد اضافه ولتاژ خارج از تحمل عایق بندی شبکه بر آورده سازند.

۴-۱-عبور جریان پیوستهٔ نامی

در شرایط عادی کار شبکه ، معمولاً کلیدها وصل هستند و جریان به طور دائم از کلیدها عبور می‌کند. از آنجا که اتصال کنتاکتهای کلید دارای مقاومت الکتریکی است با عبور جریان از کلید، انرژی تلف شده در مقاومت محل اتصال کنتاکتها موجب گرم شدن آنها می‌شود. بنابراین افزایش جریان دائمی عبوری از یک کلید از یک حد مشخص موجب گرم شدن بیش از حد کلید و صدمه دیدن آن می‌شود. لذا کلید باید بتواند حداکثر جریان سیتسم در حالت عادی را به طور دائم بدون افزایش دمای کلید از حد مجاز، عبور دهد. حداکثر دمای مجاز هر یک از اجزای کلید در جدول ۴-۱ آمده است.

۴-۲-عبور جریان خطا در کوتاه مدت

وقتی در سیستم، اتصال کوتاهی رخ می‌دهد مدتی طول می‌کشد تا سیستم حفاظت خطا را شناسایی و فرمان قطع را صادر کند. کلید باید در این مدت زمان بتواند بدون اینکه دچار تنش حرارتی غیر مجاز یا تنش مکانیکی غیر مجاز (در اثر نیروی بوجود آمده بین ترمینالهای فازهای مختلف) شود جریان اتصال کوتاه را در مدت زمان معین عبور دهد.

۴-۳-قطع جریان خطا

هنگام قطع جریان توسط کلید، بین کنتاکتها قوس الکتریکی ایجاد می‌شود. کلید باید بتواند این قوس را خاموش نماید و جریان را به طور کامل قطع کند. همچنین هنگام قطع یک فیدر به خاطر وجود ظرفیت‌های خازنی و نیز خاصیت سلفی، یک نوسان ولتاژ دو سر کلید ایجاد می‌شود که این نوسان ولتاژ با بالا زدگی[1] همراه است. به این ولتاژ، ولتاژ استقرار گذرا (TRV) [2] می‌گویند. کلید باید بتواند این اضافه ولتاژ گذر را تحمل کند و دچار قوس مجدد نشود. همچنین حداکثر دامنه TRV نباید به اندازه‌ای باشد که عایقهای شبکه نتواند تحمل کند.

۴-۴-قطع جریان القایی کوچک

هنگامی که کلید بارهای با جریان القایی کوچک نظیر ترانسفورماتورهای بی بار یا بارهای سلفی کوچک را بخواهد قطع کند به علت کوچک بودن جریان، قوس الکتریکی ممکن است در نقطه‌ای که جریان صفر (یا نزدیک به صفر) نیست خاموش شود که این امر موجب ایجاد اضافه ولتاژهایی گذرایی دو سر کلید می‌شود. لذا کلید باید بتواند در بدترین حالت ممکن این اضافه ولتاژها را تحمل نماید.

1.Over shoot.

2.Transient Recovery Voltage.

جدول ۴-۱: حداکثر دما و افزایش دمای مجاز اجزای کلید:

اجزاء	حداکثر دما C°	افزایش دمای مجاز در محیط با دمای زیر $۴۰^{\circ}C$
۱-کنتاکتها		
مس یا آلیاژ مس بدون روکش:		
در هوا	۷۵	۳۵
در sf6	۱۰۵	۶۵
در روغن	۸۰	۴۰
با روکش نقره‌ای یا نیکلی:		
در هوا	۱۰۵	۶۵
در sf6	۱۰۵	۶۵
در روغن	۹۰	۵۰
با روکش قلع:		
در هوا	۹۰	۵۰
در sf6	۹۰	۵۰
در روغن	۹۰	۵۰
۲- اتصالات:		
مس یا آلیاژ مس یا آلیاژ آلومینیوم بدون روکش:		
در هوا	۹۰	۵۰
در sf6	۱۱۵	۷۵
در روغن	۱۰۰	۶۰
با روکش نقره یا نیکل:		
در هوا	۱۱۵	۷۵
در sf6	۱۱۵	۷۵
در روغن	۱۰۰	۶۰
با روکش قلع:		
در هوا	۱۰۵	۶۵
درsf6	۱۰۵	۶۵
در روغن	۱۰۰	۶۰

ادامه جدول (۴-۱)

۳-ترمینالهای اتصال به هادیهای خارجی:		
بدون روکش	۹۰	
باروکش نقره یا نیکل یا قلع:	۱۰۵	۵۰
		۶۵
۴- روغن کلیدهای روغنی	۹۰	۵۰
۵- عایقهای با کلاسهای زیر:		
y	۹۰	۵۰
A	۱۰۵	۶۵
E	۱۲۰	۸۰
B	۱۳۰	۹۰
F	۱۵۵	۱۱۵
H	۱۸۰	۱۴۰
لعابی (Enamel):		۶۰
روغنی	۱۰۰	۸۰
مصنوعی	۱۲۰	
۶-هر بخش فلزی یا عایقی کنتاکتهای داخلی روغن به جز خود کنتاکتها	۱۰۰	۶۰
۷- اجزای قابل دسترس:		
قابل لمس در حالت عادی	۷۰	۳۰
غیر قابل لمس در حالت عادی	۸۰	۴۰

نکات

۱-در کلیدهای خلاء دماهای جدول فوق برای اجزایی که در خلاء قرار دارند قابل استفاده نیست اما برای اجزای دیگر این کلیدها که در خلاء نیستند، این دماها قابل استفاده می‌باشد.

۲- دمای مجاز اجزایی که از موادی غیر مواد مذکور در جدول فوق ساخته شده‌اند با توجه به مشخصات آن مواد تعیین می‌شود.

۳- افزایش دما در قسمتهای فلزی که به عنوان فنر عمل می‌کنند نباید از حدی که به خاصیت انعطاف پذیری آنها صدمه وارد سازد تجاوز نماید.

فهرست مطالب

۵- اطلاعات لازم جهت طراحی

۵-۱-مشخصات شبکهٔ الکتریکی

برای انتخاب کلید مناسب باید مشخصات الکتریکی شبکه‌ای که کلید باید در آن قرار گیرد در اختیار باشد.این مشخصات عبارتند از

ولتاژ نامی سیستم: ۲۰یا ۳۳ کیلووات

حداکثر ولتاژ سیستم: ۲۴ یا ۳۶ کیلووات

فرکانس نامی سیستم: ۵۰ هرتز

نحوه زمین کردن سیستم : مؤثر زمین شده، غیر مؤثر زمین شده یا ایزوله

۵-۲-مشخصات محیطی و اقلیمی

برای طراحی کلید مناسب و تضمین کارکرد مطمئن ، سازندگان باید از شرایط محیطی که کلید قرار است در آن نصب و بهره برداری شود آگاهی داشته باشد.

۵-۲-۱- شرایط کارکرد عادی برای کلیدهای درونی

طبق استاندارد IEC694 شرایط عادی برای کلیدهای درونی[1] به شرح زیر است:

الف) حداکثر دمای محیط $40^{\circ}C$ و متوسط دما در ۲۴ ساعت $35^{\circ}C$

ب) کمترین دمای محیط برابر یکی از مقادیر $-5^{\circ}C$ ، $-15^{\circ}C$ و $-25^{\circ}C$ باشد که این دماهای حداقل به ترتیب با کلاسهای ۵- ، ۱۵- و ۲۵- مشخص می‌شوند.

ج) نفوذ نور خورشید به داخل کلید خانه ناچیز باشد.

د) ارتفاع از سطح دریا کمتر از ۱۰۰۰متر.

ه) محیط به طور قابل توجهی با گرد و غبار ، دود ، گازهای خورنده قابل اشتعال ، بخار و نمک آلوده نباشد.

و) رطوبت محیط به صورت ذیل باشد:

ـ مقدار متوسط رطوبت نسبی هوا در ۲۴ ساعت کمتر یا مساوی ۹۵ %.

ـ مقدار متوسط فشار بخار آب در ۲۴ ساعت کمتر یا مساوی ۲/۲ kpa.

---

1. Indoor

ـ مقدار متوسط رطوبت نسبی در یک ماه کمتر یا مساوی ۹۰٪.

ـ مقدار متوسط فشار بخار آب در یک ماه کمتر یا مساوی ۱/۸kpa.

ز) لرزش ناشی از عوامل خارجی یا زمین لرزه ناچیز باشد.

ح) اغتشاشات ناشی از القای الکترو مغناطیسی در ثانویه سیستم ازیک مقدار پیک ۱/۶ کیلو ولتی تجاوز نکند.

۵-۲-۲- شرایط کارکرد عادی برای کلیدهای بیرونی

طبق استاندار IEC694 شرایط عادی برای کلید خانه‌های بیرونی[1] به شرح زیر است:

الف) حداکثر دما $40\ ^{\circ}C$ و حداکثر مقدار متوسط دما در ۲۴ ساعت $35\ ^{\circ}C$ است.

ب) حداقل دمای محیط یکی از مقادیر $-10\ ^{\circ}C$ ، $-25\ ^{\circ}C$ و $-40\ ^{\circ}C$ باشد که به ترتیب کلاس ۱۰-، ۲۵- و ۴۰- نامیده می‌شوند.

ج)حداکثر میزان تابش خورشید در ظهر برابر $1000\ W/m^2$ باشد.

د) ارتفاع از سطح دریا از ۱۰۰۰ متر تجاوز نمی‌کند.

ه) آلودگی هوا توسط گردو غبار، دود، گازهای خورنده، بخار و نمک طبق استاندارد IEC815 از آلودگی متوسط (درجه ۲) بیشتر نباشد.

و) ضخامت یخ یکی از مقادیر۱ mm، ۱۰mm یا ۲۰mm باشد که به ترتیب با کلاسهای ۱، ۱۰و ۲۰ مشخص می‌شود.

ز) سرعت باد از ۳۴ متر بر ثانیه (معادل ۷۰۰ پاسکال فشار باد) تجاوز نکند.

ح) لرزش ناشی از عوامل خارجی و زمین لرزه ناچیز باشد.

ط) اغتشاشات القای الکترو مغناطیسی از پیک ۱/۶ کیلو وات تجاوز نکند.

۵-۲-۳- شرایط محیطی خاص

در صورتیکه هریک از شرایط ذکر شده برای کلید خانه‌های درونی یا بیرونی بر قرار نباشد، باید کلیدهای با شرایط خاص انتخاب گردد. بنابراین در چنین مواردی باید مواردی که مغایر با شرایط عادی هستند مشخص شوند:

1.Out door

ـ ارتفاع از سطح دریا:

برای ارتفاع بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰متر، ارتفاع ، ۱۵۰۰ در نظر گرفته می شود.

برای ارتفاع بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰متر، ارتفاع ۲۰۰۰متر در نظر گرفته می‌شود.

برای ارتفاع بین ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر، ارتفاع ۲۵۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

ـ آلودگی هوا: طبق استاندارد IEC815 برای آلودگی زیاد درجه ۳ و برای آلودگی خیلی زیاد، درجهٔ ۴ به کار می‌رود.

ـ درجه حرارت و رطوبت محیط:در محیط های بسیار سرد، محدودهٔ دمای C° ۵۰- تا C° ۴۰+ و در نواحی گرمسیر محدوده دمای C°۵- تا C° ۵۰+ مشخص می‌گردد. برای کلید خانه‌های درونی در نواحی گرمسیر متوسط رطوبت نسبی در ۲۴ ساعت تا ٪ ۹۸ می‌تواند باشد.

ـ لرزش: در مناطق زلزله خیز باید شتاب زلزله تعیین شود.

ـ سرعت وزش باد: در کلید خانه‌های بیرونی در صورت بیشتر بودن سرعت باد از $^{m}/_{s}$ ۳۴ باید مقدار آن برای سازنده مشخص گردد.

ـ ضخامت یخ: در مواردی که ضخامت یخ در کلید خانه‌های بیرونی بیش از ۲۰mm باشد باید با سازنده توافق حاصل گردد.

فهرست مطالب

۶- معیارهای طراحی مهندسی

برای اینکه کلید انتخاب شده برای یک پست بتواند نیازهای مورد انتظار را برآورده سازد باید یک سری ویژگیهای آن به طور مناسب انتخاب شوند. در ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلوولت حداقل معیارهای طراحی یک کلید به شرح زیر است. با انتخاب مناسب این ویژگیها می‌توان از عملکرد مناسب کلید اطمینان حاصل نمود.

۶-۱- نوع کلید

از میان انواع کلیدهای قدرت ، امروزه در ولتاژهای ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت از کلیدهای SF6 ، خلاء و کم روغن استفاده می‌شود. در سالهای اخیر کاربرد کلیدهای کم روغن کمتر از دو نوع دیگر بوده است ولی در شرایط حاضر، این بدین معنی نیست که کاربرد کلیدهای کم روغن به کلی نفی گردد.

۶-۱-۱- کلیدهای کم روغن

ساخت کلیدهای فشار متوسط از اواخر قرن نوزدهم با تکنولوژی روغنی آغاز شده است و از دهه سوم قرن حاضر با حوادث متعدد آتش سوزی با پیامدهای حاد در کلید خانه‌ها کوشش برای حذف روغن یا حداقل کم کردن حجم آن آغاز گردید و اولین قدم در این زمینه ساخت کلیدهای کم روغن بوده است که طی دهه‌ها به عنوان کلیدهای نسبتاً مطمئن و اقتصادی به اثبات رسیده‌اند و هنوز در طرحهای مختلف به کار می‌روند و درکشورهای مختلف ساخته می‌شوند.

هنگام جدا شدن کنتاکتهای حامل جریان در روغن، قوس ایجاد می‌شود و حرارت حاصل از آن روغن را تجزیه می‌کند.از تجزیه روغن عمدتاً گاز هیدروژن و گاز استیلن تولید می‌شود. گازهای حاصل فشار محفظه بین کنتاکتها را افزایش می‌دهند و با حرکت کنتاکت متحرک ، طول قوس افزایش می‌یابد. مقدار گاز تولید شده تابعی از حرارت قوس است وزمان تداوم قوس با سرعت حرکت کنتاکت مناسب است. فشار ایجاد شده نیز با مقدار گاز تولید شده وسطح و محل دریچه‌های داخل حفاظ تقویت شده فایبرگلاس که مجموعه کنتاکتها داخل آن قرار دارد بستگی دارد. همچنین مقدار گاز تولید شده با جریان متناسب است. بنابراین سطح و تعداد دریچه‌ها طوری انتخاب می‌شود که گاز با فشار زیاد از میان این دریچه‌ها خود را بالای محفظه قطع برساند که در نتیجه آن قوس ضمن رانده شدن به داخل دریچه‌ها خنک می‌شود و قطر آن باریک و نهایتاً در صفر جریان خاموش می‌گردد. خاموش شدن قوس، تولید گاز و جریان روغن را متوقف می‌کند پس از خاموش شدن قوس، جدا شدن کنتاکتها کامل می‌شود. و روغن تازه با استقامت عایقی کافی فضای بین کنتاکتها را پر می‌کند که بدین ترتیب امکان بروز قوس مجدد کاهش می‌یابد.

در مورد کلیدهای کم روغن می‌توان به معایب زیر اشاره کرد:

ـ گازهای به وجود آمده در اثر قوس الکتریکی، قابل اشتغال و منفجر شونده هستند ودر صورتی که کلید روغنی قادر به قطع جریان خطا نشود فشار در محفظه قطع ممکن است بالاتر از حد اطمینان افزایش یابد و انفجار به وقوع پیوندد.

ـ روغن، رطوبت را به سهولت جذب می‌کند و این امر، استقامت عایق روغن را وقتی که قوس بروز می‌کند و روغن کربونیزه می‌شود کاهش می‌دهد. به همین علت، تعویض روغن بعد از یک تعداد معین عملکرد کلید باید انجام شود.

ـ در مواقعی که کلید باید مکرراً عمل نماید مثل کلیدهای مورد استفاده در کوره‌های القایی، خطوط راه آهن، بارهای صنعتی و... ، روغن عایق مناسبی نمی‌باشد، چرا که عملکرد مکرر کلید موجب پایین

آمدن خاصیت عایقی آن می‌شود.

۶-۱-۲- کلیدهای SF6

در اواسط دهه ۶۰ نوع جدیدی از کلیدها با عایق گاز SF6 (هگزافلورید گوگود) به بازار عرضه گردید و به مرور طرح آنها پیشرفت نمود و هم اکنون به همراه کلیدهای خلاء بیشترین سهم را در بازارهای جهانی دارد.

گاز SF6 از نظر شیمیایی به واسطهٔ ساختمان مولکولی متقارن، بسیار پایدار و ساکن است. جرم مخصوص آن ۶/۱۶ گرم بر لیتر است. بالا بودن چگالی این گاز به همراه مقاومت بالای آن موجب کاهش یافتن مسیر جریان در مقایسه با کلیدهای روغنی است.

از خواص این گاز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ خاصیت الکترونگاتیوی SF6 منجر به بالا رفتن استقامت در برابر شکست الکتریکی شده است.

ـ SF6 از هدایت حرارتی بالایی برخوردار است که این امر موجب سرد شدن پلاسمای قوس و سهولت خاموش کردن قوس می‌شود.

ـ فقدان کربن در این گاز از مزایای عمده آن به عنوان ماده خفه کنندهٔ قوس به شمار می‌رود. مهمترین عناصر حاصل از تجزیه SF6 ، گاز گوگرد و گاز فلوئور است که در فاصله زمانی بسیار کوتاه و همزمان با کاهش درجه حرارت قوس مجدداً ترکیب می‌گردند. ترکیب مجدد عناصر فوق هیچگونه خطری از نظر بروز قوس و اشتعال موجب نمی‌گردد.

در صد ناچیزی از باقیمانده عناصر و مواد حاصل از تجزیه گاز که ترکیب نمی‌شوند می‌توانند توسط مواد جذب کننده مخصوص نظیر پودر آلومینا AL_2O_3 که در بسته‌های مخصوص در داخل محفظه قطع قرار دارد جذب گردند.

ـ گاز SF6 به دلیل کامل بودن فرمول ترکیبی‌اش هیچگونه میل ترکیبی با سایر عناصر ندارد و حتی در دمای $15\ ^{\circ}C$ تأثیری روی قطعات کلیدها اعم از فلز، پلاستیک و غیره ندارد. از ترکیب SF6 با بخار فلزات در محفظه قطع کلیدها، پودر قهوه‌ای رنگی با خاصیت عایقی بالا حاصل می‌گردد. این پودر اگر چه تأثیری بر شرایط عایقی ندارد ولی مانع لغزش و حرکت روان قسمتهای متحرک بر یکدیگر می‌گردد. لذا سرویس و تمیز کردن محفظه قطع این نوع کلیدها ضروری است.

ـ مقاومت عایقی SF6 در فشار ۲ تا ۳ اتمسفر برابر مقاومت عایقی روغن است و اطفای قوس در آن سریعتر از کلیدهای کم روغن است.

۶-۱-۳- کلیدهای خلاء

همزمان با کلیدهای SF6 نوع دیگری از کلیدها به نام کلیدهای خلاء به بازار عرضه شود. اساس کلیدهای خلاء پدیده فیزیکی می‌باشد که در سال ۱۸۸۹ بوسیله پاشن کشف گردید. این پدیده بدینصورت است که دریک ناحیه یکنواخت هوا با یک فاصله ثابت بین دو الکترود، استقامت عایقی هوا با افت فشارهوا کاهش می‌یابد با ادامه روند افت فشار هوا، پس از گذشتن از یک حداقل، استقامت عایقی ناحیه مذکور به طور ناگهانی افزایش می‌یابد و به مقدار بیش از ۷۰ کیلو ولت در فشار $۱۰^{-۳}$ میلی بار در فاصله الکترودی ۰/۸ میلی متر می‌رسد.

هنگامی که در کلید خلاء کنتاکتها از یکدیگر جدا می‌شوند در کاتد، یک قوس بخار فلز با هدایت الکتریکی بالا ایجاد می‌شود که در جریان ۱۰KA تخلیه قوس گسترش می‌یابد. تعداد حفره‌های کاتدیک موجود در بخار فلز تابعی از جریان است و به محض کاهش جریان تعداد حفره‌های کاتدیک کاهش می‌یابد و قبل از رسیدن جریان به صفر، جریان برش می‌یابد و قوس محو و ناپدید می‌شود و پلاسمای فلزی باقیمانده در عرض چندین میکرو ثانیه سرد می‌شود. در جریانهای بالاتر از ۱۰KA ، قوس گسترش بیشتر می‌یابد و به طور قابل ملاحظه‌ای به وسیله میدان مغناطیسی خودش فشرده و متراکم می‌شود. برای اینکه از گرم شدن بیشتر کنتاکتها جلوگیری به عمل آید روی بدنهٔ آنها شکافهای مورب تعبیه می‌شود و موجب افزایش طول قوس و دوران آن می‌شود. این طراحی کنتاکتها سبب می‌شود که قوس نتواند ثابت باقی بماند.

برش جریانها موجب اضافه ولتاژهایی می‌گردد واین اضافه ولتاژها باید در سطحی کمتر از سطح عایقی شبکه نگهداشته شوند. خصوصیات کلیدهای خلاء می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- غیر قابل انفجار و اشتعال، عمر زیاد، قابلیت عملکردهای مکرر.
- کوچک بودن حجم و وزن کم.
- کم بودن میزان حرکت کنتاکتها نسبت به بقیه انواع کلیدها
- کوتاه بودن زمان قوس و کم بودن انرژی مصرف شده در قوس نسبت به بقیه کلیدها/
- سهولت تعویض و جایگزینی کنتاکتهای متحرک و ثابت.

۶-۱-۴- معیارهای انتخاب نوع کلید

برای انتخاب نوع کلید به لحاظ فنی ـ اقتصادی باید شرایطی که کلیدها در آن بهره برداری می‌شوند مورد بررسی قرار گیرد و کلید مناسب انتخاب گردد.

در جدول ۴-۲ بعضی از مشخصه‌های کلیدهای sf6 ، خلاء و کم روغن جهت انتخاب نوع کلید با هم مقایسه شده است. با توجه به این جدول و مطالب بندهای ۶-۱-۱ تا ۶-۱-۳ ، از لحاظ مشخصات فنی وایمنی، کلیدهای خلاء از شرایط بهتری برخوردار هستند و پس از آن کلیدهای sf6 و سپس کلیدهای کم روغن در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند.

با توجه به قیمت کمتر کلیدهای کم روغن و آشنایی بیشتر پرسنل با این نوع کلیدها، در مواردی که نیاز به قطع و وصل زیادی نباشد و مشخصات بار به نحوی باشد که کلیدهای کم روغن جوابگو باشند از این نوع کلیدها استفاده می‌گردد وگرنه از کلیدهای خلاء یا sf6 استفاده می‌گردد. در محاسبهٔ هزینه‌های کلید، علاوه بر قیمت باید هزینه و تعداد دفعات تعمیر کلید نیز در نظر گرفته شود. کلیدهای کم روغن اگر چه از نظر تعمیر ارزان‌تر هستند ولی به تعداد دفعات تعمیر بیشتری نیاز دارند و این امر در مواردی که نیاز به کلید زنی زیاد است ممکن است هزینه کل کلید کم روغن را از دو نوع دیگر بیشتر کند.

جدول ۴-۲ : مقایسه کلیدهای SF6 ، خلاء و کم روغن.

شرح مشخصه	SF6	خلاء	کم روغن
قابلیت قطع جریان اتصال کوتاه و جریان نامی	تا ۵۰ دفعه اتصال کوتاه و تا ۱۰۰۰۰ دفعه جریان نامی	تا ۱۰۰ مرتبه اتصال کوتاه و تا ۲۰۰۰۰ مرتبه جریان نامی	حدود ۴ دفعه اتصال کوتاه و ۲۰۰۰ دفعه جریان نامی
تعداد دفعات قطع و وصل تا سرویس مکانیزم عملکرد	۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ دفعه	۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ دفعه	۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ دفعه
هزینه های تعمیر محفظه قطع	تعمیر شامل پیاده کردن کل محفظه می‌گردد: دستمزد بالا ـ جنس ارزان	کل محفظه قطع باید تعویض شود دستمزد پایین ـ جنس گران	دستمزد متوسط جنس ارزان
تناسب با قطع و وصل مکرر	خیلی مناسب	خیلی مناسب	نا مناسب
تناسب باکلید زنی ترانسفورماتور	مناسب	مناسب	مناسب
کلید زنی خازن منفرد	خیلی مناسب	خیلی مناسب	نا مناسب
کلید زنی مجموعه‌های خازنی پشت به پشت	خیلی مناسب	خیلی مناسب	نامناسب
کلید زنی راکتور	مناسب	مناسب	مناسب
استقامت عایقی بین کنتاکتها در حالت باز	بالا	خیلی بالا (بستگی به وضعیت کنتاکتها نوسان دارد)	پایین
نظارت بر شرایط کلید	با اندازه گیری فشار و علامت از راه دور	با اندازه‌گیری فشار داخل محفظه	نظارت چشمی بر سطح و وضع روغن
ایمنی پرسنل به هنگام خطای کلید	خوب	خیلی خوب	ضعیف

ـ در ردیف اول جدول قابلیت قطع کلید به معنی آن است که در کلیدهای کم روغن پس از دفعات ذکر شده محفظه قطع کاملاً باید عوض شود و در کلیدهای SF6 بسته به طرح آن محفظه قطع باید تعویض شده یا تعمیر شوند.

ـ مقادیر داده شده در ردیف دوم به عنوان تعداد قطع و وصل جنبه کلی داشته ودر هر مورد باید به دستورالعملهای سازنده مراجعه گردد.

۶-۲- نوع مکانیزم عملکرد:

عمل قطع و وصل کلید و خاموش کردن سریع قوس الکتریکی مستلزم صرف انرژی مکانیکی است. به دنبال فرمان قطع و وصل دستی یا اتوماتیک (توسط رله)، انرژی ذخیره شده در مکانیزم توسط یک سری ارتباطات مکانیکی به کنتاکت متحرک که در داخل محفظه قوس قرار دارد منتقل و باعث حرکت سریع آن می‌شود. در نتیجه مدار الکتریکی قطع یا وصل می‌گردد. از آنجا که کل مدت زمان قطع کلید شامل زمان عملکرد رله حفاظتی، زمان عملکرد مکانیزم و زمان خاموش شدن قوس می‌باشد کاهش زمان عملکرد مکانیزم در کاهش زمان کلی قطع کلید موثر است و واز جمله پارامترهای بسیار حساس در انتخاب کلید محسوب می شود. طبق آمارهای بدست آمده ، اکثر مسایلی که در عملکرد کلیدها پیش می‌آید به علت اشکال در سیستم مکانیزم عملکرد کلید می‌باشد.

به طور معمول سه نوع مکانیزم عملکرد فنری، هیدرولیکی (روغنی) و نیوماتیکی (هوای فشرده) وجود دارد که به شرح زیر می‌باشد:

۶-۲-۱- مکانیزم فنری

در این نوع مکانیزم، انرژی لازم برای عملکرد کلید در فنر ذخیره می‌گردد. به طور معمول یک موتور، فنر مربوط به عمل وصل کلید را شارژ می‌کند. پس از دادن فرمان وصل، انرژی موجود در این فنر باعث حرکت کنتاکت متحرک و وصل کلید می شود. به طور همزمان انرژی فنر وصل، فنر قطع کلید را نیز شارژ می‌نماید. در نتیجه پس از هر فرمان وصل همواره فنر قطع شارژ شده در اختیار است. شارژ شدن فنر به دو صورت موتوری ودستی قابل انجام است. در هر بار عمل وصل کلید، سوئیچهایی مدار تغذیه موتور را جهت شارژ فنر، وصل و پس از شارژ فنر، تغذیه موتور را قطع می‌کنند.

ارزانی نسبی، ساده بودن نصب و نگهداری و امکان شارژ دستی در موقع نبودن برق از مزایای مکانیزم فنری است. محدود بودن انرژی قابل ذخیره در مکانیزم نیز از معایب مکانیزم فنری است.

۶-۲-۲- مکانیزم هیدرولیکی (روغنی)

در مکانیزم هیدرولیکی یک موتور پمپ، روغنی را به حرکت در آورده و حرکت پیستونها در سیستم هیدرولیکی باعث ذخیره انرژی به صورت فشرده شدن گاز نیتروژن می‌گردد. این فشار روی روغن داخل لوله‌ها باقی مانده و در موقع لزوم سبب قطع و وصل کلید می‌گردد.

فشار روغن باید به وسیله فشار سنج کنترل شده و در مواقع لزوم (مثلاً مواقعی که فشار روغن از حد معین افت پیدا کند) به وسیله کنتاکتهای این فشار سنج از عمل وصل یا قطع و وصل مجدد جلوگیری شود.

قابلیت ذخیره انرژی زیاد، سرو صدای کم هنگام قطع و وصل، کوچکی نسبی مکانیزم و امکان شارژ دستی از مزایای این نوع مکانیزم و گرانی نسبی، مشکل بودن نصب، تعمیر ونگهداری ، نیاز به بازدیدهای دوره‌ای بیشتر و امکان وجود نشتی روغن یا نیتروژن از معایب مکانیزم هیدرولیکی است.

۶-۲-۳- مکانیزم هوای فشرده (نیوماتیکی)

در این سیستم هوای فشرده که در یک مخزن ذخیره شده است به عنوان منبع ذخیره انرژی به کار می‌رود. یک کمپرسور برای هر کلید یا یک سیستم کمپرسورمرکزی برای همه کلیدهای پست، هوای فشرده را تأمین می‌کند. البته استفاده از سیتسم کمپرسور مرکزی با توجه به پایین آوردن قابلیت اطمینان از جهت وابسته کردن همه کلیدها به یک منبع توصیه نمی‌شود.

مخزن هوای کلید باید دارای شیر اطمینان برای تخلیه هوای اضافی و جلوگیری از اضافه فشار هوا باشد. فشار هوا توسط یک فشار سنج که دارای کنتاکتهای لازم است و در موقع کاهش فشار هوا به ترتیب مدار آلارم را وصل و مدار قطع و وصل اتوماتیک و مدار فرمان وصل را قطع می‌نماید.

قابلیت ذخیره انرژی زیاد و در نتیجه امکان انجام تعداد زیادی قطع و وصل (در صورت مناسب بودن حجم مخزن هوا) از مزایای مکانیزم هوای فشرده و مشکل بودن نسبی نصب، نیاز به بازدیدهای دوره‌ای بیشتر، صدای شدید هنگام قطع و وصل، امکان نشتی هوا از اتصالات لوله‌ها و شیرهای اطمینان و عدم امکان شارژ دستی از معایب این نوع مکانیزم می‌باشد.

۶-۲-۴- انتخاب مکانیزم عملکرد

در کلیدهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت انتخاب مکانیزم عملکرد فنری به لحاظ احتیاج به قدرت کمتر وسادگی سیستم مکانیزم و سهولت در سرویس و تعمیرات عمومیت بیشتری دارد. همچنین به لحاظ سرعت و سهولت عملکرد بهتر است از عملکرد موتوری استفاده گردد که البته نسبت به عملکرد دستی دارای قیمت بالاتری است.

بنابراین جز در موارد استثنایی که نیاز به عملکرد بسیار سریع و با قدرت بالا می‌باشد، در بقیه موارد مکانیزم عملکرد باید مکانیزم فنری با عملکرد موتوری انتخاب گردد.

۶-۳- ولتاژ نامی کلید (U_r)

با توجه به اینکه ولتاژ نامی کلید مشخص کنندهٔ حد بالایی مقدار مؤثر ولتاژی است که کلید می‌تواند به طور دائم تحمل کند، برای شبکه‌های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت، استاندارد IEC694، کلیدهای با ولتاژ نامی ۲۴ و ۳۶ کیلوولت را توصیه می‌کند.

۶-۴- سطح ولتاژ استقامت عایقی

علاوه بر ولتاژ نامی که عایق کلید باید بتواند به طور دائم تحمل نماید، عایق کلید باید در مقابل اضافه ولتاژهای گذرایی نیز که به کلید اعمال می‌شود استقامت داشته باشد. در استاندارد IEC694، برای کلیدهای ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت دو ولتاژ گذرا در نظر گرفته شده است که عایق کلید باید بتواند آنها را تحمل نماید. این ولتاژهای گذرا عبارتند از:

- ولتاژ با فرکانس نامی به مدت یک دقیقه (V_d)
- ولتاژ گذرا با شکل موج استاندارد صاعقه (V_p):

مقادیر V_d و V_p برای کلیدهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت برای شرایط محیطی عادی در جدول ۴-۳ آمده است.

جدول۴-۳: سطح استقامت عایقی کلیدهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت

ولتاژ نامی (KV) rms	ولتاژ فرکانس قدرت یک دقیقه‌ای (KV) rms	پیک ولتاژ صاعقه (KV)
۲۴	۵۰	۱۲۵
۳۶	۷۰	۱۴۵

۶-۵- فرکانس نامی (f_r)

فرکانس نامی کلید باید برابر فرکانس نامی سیستم انتخاب شود که در ایران این فرکانس ۵۰ هرتز است.

۶-۶- جریان نامی (I_r)

مقدار مؤثر جریانی است که کلید تحت شرایط عادی محیطی می‌تواند به طور دائم از خود عبور دهد. طبق استاندارد IEC56 برای ولتاژ نامی ۲۴ و ۳۶ کیلوولت جریانهای نامی زیر بر حسب آمپر توصیه شده است:

۴۰۰-۶۳۰-۱۲۵۰-۱۶۰۰-۲۵۰۰-۴۰۰۰

جریان نامی کلید باید از بیشترین جریان عبوری از کلید که از محاسبات پخش بار بدست می‌آید بیشتر باشد. معمولاً جریان نامی کلید با توجه به ظرفیت ترانسفورماتور و یا فیدر متصل به کلید انتخاب می‌گردد.

۶-۷- جریان نامی کوتاه مدت (I_k)

مقدار مؤثر جریانی است که کلید در حالت بسته در طول یک زمان کوتاه تحت شرایط مشخص می‌تواند عبور دهد. این جریان برابر جریان نامی قطع اتصال کوتاه کلید است و طبق استاندارد IEC56 یکی از مقادیر زیر را برحسب کیلوآمپر می‌تواند داشته باشد:

۸-۱۲/۵-۱۶-۲۵-۴۰

I_k کلید با توجه به بیشترین سطح اتصال کوتاه در محل کلید انتخاب می‌شود به طوریکه بیشترین جریان اتصال کوتاه در محل کلید از مقدار I_k انتخاب شده برای کلید کمتر باشد.

۶-۸- پیک جریان قابل تحمل (I_p)

پیک جریان سیکل اول جریان نامی کوتاه مدت است که کلید در حالت بسته می‌تواند از خود عبور دهد. این پیک به فرکانس نامی بستگی دارد و برابر با جریان نامی وصل اتصال کوتاه می‌باشد. طبق استاندارد IEC56 برای فرکانس ۵۰ هرتز I_p ، ۲/۵ برابر I_k در نظر گرفته می‌شود.

۶-۹- طول مدت اتصال کوتاه (t_k)

طول مدت زمانی که کلید قادر به تحمل جریان I_k می‌باشد را با t_k نشان می‌دهند. طبق استاندارد IEC694 این فاصله زمانی برابر ۱ ثانیه در نظر گرفته می‌شود. البته در صورت لزوم می‌توان مقادیر ۰/۵ ، ۲ یا ۳ ثانیه را نیز انتخاب نمود. در موارد استثنائی که سیستم حفاظت دارای تأخیر خیلی زیاد باشد و کلید بیشتر از ۱ ثانیه مجبور به تحمل جریان اتصال کوتاه باشد مقادیر ۲ یا ۳ ثانیه انتخاب می‌شود.

۶-۱۰-مقادیر نامی تغذیه مدارهای کمکی و کنترلی کلید

۶-۱۰-۱- ولتاژ نامی تغذیه تجهیزات باز و بسته کردن کلید و مدارات کنترلی (U_a)

طبق استاندارد IEC694 ولتاژهای زیر برای تغذیه تجهیزات جانبی و کنترلی کلید قابل استفاده است.

ولتاژ DC: ۱۱۰ ولت

ولتاژ AC سه فاز : ۴۰۰ ولت

ولتاژ AC تکفاز : ۲۳۰ ولت

البته مقادیر دیگری نیز برای تغذیه مدارات کنترلی و کمکی توسط IEC694 داده شده است که با توجه به ولتاژهای قابل دسترسی در ایران مقادیر فوق انتخاب گردیده است.

تجهیزات کمکی کلید باید قابلیت کار در محدودهٔ ۸۵٪ تا ۱۱۰٪ ولتاژ نامی تغذیه نشان را داشته باشند و سیم پیچهای بستن کلید باید تا ۱۰۵٪ ولتاژ نامی را تحمل نمایند.

۶-۱۰-۲- فرکانس نامی تغذیه تجهیزات نامی تغذیه تجهیزات کمکی

در تجهیزاتی که با برق AC تغذیه می‌شوند فرکانس نامی ۵۰ هرتز در نظرگرفته می‌شود.

۶-۱۰-۳- فشار نامی منبع گاز

در کلیدهایی که در مکانیزم باز وبسته شدن آنها از فشار گاز استفاده می‌شود طبق استاندارد IEC694 فشارگاز باید یکی از مقادیر زیر باشد (برحسب مگاپاسکال):

۰/۵-۱-۱/۶-۲-۳-۴

فهرست مطالب

۷- مراحل قدم به قدم انتخاب کلید

۷-۱-جمع آوری اطلاعات:

۷-۱-۱- مشخصات سیستم

- ولتاژ نامی و حداکثر ولتاژ سیستم
- فرکانس نامی سیستم
- نحوه زمین کردن نوترال (ایزوله ، مؤثرزمین شده، غیر مؤثر زمین شده)

۷-۱-۲- شرایط محیطی

- ارتفاع از سطح دریا
- بیشترین دمای محیط
- کمترین دمای محیط
- سرعت باد (برای پستهای Outdoor)
- رطوبت نسبی (برای پستهای indoor)
- شتاب زلزله
- ضخامت یخ
- میزان و نوع آلودگی (کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد)

۷-۲-مطالعات و محاسبات الکتریکی شبکه

- محاسبات پخش بار جهت تعیین بیشترین جریان دائمی عبوری از کلید با در نظر گرفتن روند رشد بار.
- تعیین نوع بار تغذیه شونده از طریق کلید (مقاومتی، سلفی، خازنی) و میزان نیاز به قطع و وصل .
- محاسبه بیشترین سطح اتصال کوتاه در محل کلید.
- تعیین دیاگرام تک خطی پست و مطالعه طرح مدارهای کنترلی و اینترلاک بین اجزای پست.

۷-۳- تعیین پارامترهای کلید جهت سفارش به سازنده (فروشنده)

- نوع کلید (کم روغن ، sf6 ، خلاء)
- مکانیزم عملکرد کلید (فنری (موتوری یا دستی) ، هیدرولیکی، هوای فشرده)
- کلاس کلید (درونی ، بیرونی)
- ولتاژ نامی: ۲۴ یا ۳۶ کیلوولت.
- سطح عایقی نامی (استقامت عایقی در مقابل ولتاژ فرکانس نامی در یک دقیقه ، استقامت عایقی در مقابل صاعقه)
- جریان نامی
- جریان قطع اتصال کوتاه
- جریان وصل اتصال کوتاه
- طول مدت اتصال کوتاه
- مقادیر نامی تغذیه تجهیزات کمکی
- تعداد کنتاکتهای بطور عادی باز[1] یا بسته[2] : با توجه به طرح مدارات کنترلی و اینترلاک بین اجزا.

موارد فوق با توجه به مندرجات ۶ تعیین می‌گردند.

1. Normal open
2. Normal close.

بخش دوم
معیارها و ویژگیهای فنی

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-کلیات ۱

۲-طرح و ساخت ۱

۲-۱-مشخصات فنی انواع کلیدها ۱

۲-۱-۱-کلیدهای روغنی ۱

۲-۱-۲-کلیدهای sf6 ..... ۲

۲-۱-۳-کلیدهای خلاء ۲

۲-۲-مشخصات فنی تجهیزات کمکی و کنترلی ۲

۲-۳-مشخصات فنی مکانیزم عملکرد ۳

۲-۴-حفاظت اولیه کلیدها ۴

۲-۴-۱-عنصر تأخیری ۵

۲-۴-۲-عنصر آنی ۵

۲-۴-۳-وسیله نشان دهنده وضعیت عملکرد رله ۶

۲-۵-همزمانی قطبها ۶

۲-۶-منافذ خروجی ۷

۲-۷-رنگ آمیزی ۷

۲-۸-زمین کردن کلید ۷

۳-پلاک شناسایی ۷

۴-فهرست اطلاعات داده شده توسط خریدار و نحوه تنظیم و تکمیل جدول خریدار ۹

۴-۱-جدول خریدار ۹

۴-۲-نحوه پر کردن جدول اطلاعات داده شده توسط خریدار: ۱۱

۵-فهرست اطلاعات داده شده توسط سازنده و نحوه تنظیم و تکمیل جدول فروشنده ... ۱۴

۵-۱-جدول فروشنده ۱۴

فهرست اشکال

شکل (۵-۱) : درصد مولفه مستقیم جریان اتصال کوتاه بر حسب زمان قطع کلید ۲۱

فهرست جداول

جدول (۳-۱) : مندرجات پلاک مشخصات کلید قدرت ۸
جدول (۴-۱) : اطلاعاتی که باید توسط خریدار تکمیل شود..... ۹
جدول۴-۳: هماهنگی بین ولتاژ نامی ، جریان نامی و جریان قطع و اتصال کوتاه کلیدها..... ۱۳
جدول ۵-۱: ویژگیهای فنی و داده‌های ضمانت شده برای کلید (اطلاعاتی که با پیشنهاد ارائه می‌گردد.)..... ۱۴

فهرست مطالب

۱- کلیات

در مورد کلیدهای قدرت باید نکات زیر رعایت شود:

- کلیدهای قدرت باید قابل تعویض وجابجایی با یکدیگر باشند.
- باید سوار و پیاده کردن و جدا نمودن کلید با حداقل مقدار وسایل و ابزار مخصوص ممکن باشد. پیش بینی برای جابجا نمودن محفظه قطع و کنتاکتها بدون جابجا شدن قسمتهای دیگر کلید باید انجام گرفته شود.
- در کلیه کلیدها تمام اتصالات و بستها باید مطلقاً ضد نشت باشند.
- کلیدها باید از نقطه نظر مکانیکی تنشهای زیر را تحمل نمایند:

الف-نیروهای حاصل از اتصال کوتاه

ب-زلزله

ج-عملکرد کلید

همچنین کلیدها باید بتوانند ترکیب نیروهای ۱ و ۲ را نیز تحمل نمایند.

- آب بندی تجهیزات باید برای ثابت نگهداشتن فشار ناشی از تغییرات درجه حرارت در اثر عملکرد و تغییرات درجه حرارت هوا، بدون نشت باشند و از لحاظ ورود گرد و غبار هوا به اندازه کافی محکم باشد.

فهرست مطالب

۲- طرح و ساخت

۲-۱- مشخصات فنی انواع کلیدها

۲-۱-۱- کلیدهای روغنی

سازنده باید کمیت و کیفیت مورد نیاز برای روغن به کار رفته در کلید را مشخص کند و کلید را طوری طرح کند که امکان تعویض روغن وجود داشته باشد. همچنین باید وسیله‌ای برای بررسی سطح روغن در طول مدت سرویس به همراه تعیین حدود پایین و بالای روغن برای عملکرد صحیح تعبیه نماید. بنابراین کلیدهای کم روغن باید علاوه بر تجهیزات معمولی دارای وسایل مخصوص زیر نیز باشند:

- نشان دهنده روغن
- شیر یا در پوش پر کردن روغن
- شیر یا درپوش تخلیه روغن

روغن کافی برای پر کردن تمام کلیدها به علاوه ۱۰ درصد کل روغنها برای جبران مقادیر از دست رفته باید تأمین شود.

۲-۱-۲- کلیدهای sf6

کلیدها باید دارای سیستم آب‌بندی مناسب و با کیفیتی باشند و نشت گاز در سال برای کلیدهای تحت بار نباید بیش از یک درصد باشد. تسهیلات لازم برای بررسی فشار گاز و افزودن گاز به محفظه قطع باید فراهم باشد.

فشار گاز هیچگاه نباید کمتر از مقدار لازم برای حفظ چگالی عایقی مورد نیاز گاز sf6 شود. سوئیچ فشار گاز باید برای فشارهای بیشتر از فشاری که کلید برای آن مقادیر طراحی شده است عمل کند.

گاز sf6 برای پر کردن تمام کلیدهای نصب شده به علاوه ٪۲۰ مقدار کل، برای جبران مقادیر از دست رفته باید تأمین باشد.

برای جلوگیری از میعان، حداکثر مقدار مجاز رطوبت در کلیدهای گازی باید طبق استاندارد IEC376 و IEC480 به گونه‌ای باشد که نقطه میعان بالاتر از $-50^{\circ}C$ نباشد.

۲-۱-۳- کلیدهای خلاء

قطع کننده کلید باید از نقطه نظر خلاء سفت و محکم باشد به طوریکه فشار نتواند به واسطه نفوذهای بیرونی افزایش یابد. آزمونهای نشتی در هر مرحله از ساخت باید انجام شده باشد و استحکام خلاء قطع کننده باید بعد از عمل تخلیه هوا وبعد از مسدود شدن دریچه پمپاژ به اثبات رسیده باشد.

انتشار اشعه X باید در یک مقدار حداقل نگه داشته شود. وقتی که قطع کننده در معرض ولتاژ نامی با فرکانس شبکه می‌باشد برای نقطه‌ای به فاصله ۵ سانتیمتر از سطح محفظه، قطع، نرخ یون منتشره باید کمتر از ۵٪ میلی رونتگن بر ساعت باشد.

۲-۲- مشخصات فنی تجهیزات کمکی و کنترلی

الف- تجهیزات کمکی باید مقادیر نامی زیر را دارا باشند:

- جریان نامی دائم ۱۰ آمپر بدون افزایش دمای غیر مجاز
- جریان نامی کوتاه مدت ۱۰۰ آمپر در مدت ۳۰ میلی ثانیه
- استقامت عایقی نامی تحمل ۲۰۰۰ ولت در مدت یک دقیقه

البته برای کاربردهای خاص، مقادیر متفاوتی ممکن است درخواست شود.

ب- کنتاکتهای کمکی باید در شرایط محیطی از لحاظ دوام، ظرفیت قطع وصل و زمانبندی کنتاکتهای کمکی نسبت به عملکرد تجهیزات اصلی مناسب باشند. آنها باید قادر به قطع و وصل حداقل ۲ آمپر در ولتاژ ۲۲۰ ولت dc با ثابت زمانی مساوی یا بیشتر از ۲۰ میلی ثانیه باشند.

ج- سوئیچهای کمکی باید از لحاظ تعداد سیکلهای مکانیکی یا الکتریکی که توسط تجهیزات کلید زنی مشخص می‌شوند مناسب باشند.

د- تعداد کنتاکتهای کمکی باید برای سازنده مشخص شود.

هـ- به جز سیمهای کوتاه ترانسفورمرهای اندازه گیری (PT, CT) ، سیم پیچهای تریپ دهنده و کنتاکتهای کمکی بقیه تجهیزات کمکی ومدارهایشان باید توسط عایق یا فلزهای زمین شده از مدار اصلی جدا شوند.

و- تجهیزات کمکی که نیاز به توجه و بررسی در طول مدت عملکردشان دارند باید بدون خطر اتصال به قسمتهای ولتاژ بالا، دردسترس باشند.

ز- اتصالات مدارات کمکی باید در برابر تنشهای حاصل از عملکرد کلید، مخصوصاً تنشهای ناشی از نیروهای مکانیکی حین عملکرد کلید، مقاوم باشند.

ح- درکلیدهای واقع در فضای باز، کلیه تجهیزات کمکی که شامل سیم کشی هستند باید به دقت در برابر باران و رطوبت محافظت شوند.

ط- سوئیچهای کمکی که به عنوان نشان دهنده وضعیت کلید به کار می‌روند باید وضعیت نهایی کلید را در حالت پایدار به صورت باز یا بسته نشان دهند.

ی- تمام تجهیزات کمکی باید در محدوده مقادیر نامی تغذیه مدارات کمکی و کنترلی کار کنند.

۲-۳- مشخصات فنی مکانیزم عملکرد

در کلیدهایی که از یک منبع انرژی خارجی برای عملکرد کلید استفاده می‌شود، کلید باید تحت شرایطی که ولتاژ یا فشار منبع مکانیزم عملکرد در پایین‌ترین حد مشخص شده‌اش می‌باشد قادر به قطع و وصل جریان نامی اتصال کوتاه باشد. همچنین اگر بیشترین زمان باز یا بسته شدن کلید توسط سازنده داده شده باشد این زمانها نباید از مقادیر تعیین شده تجاوز کنند.

کاهش انرژی منبع، نباید موجب تغییر وضعیت کلید از باز و بسته یا برعکس شود.

در کلیدهایی که مکانیزم فنری دارند تا وقتی که فنر به طور کامل شارژ نشده است نباید امکان حرکت کنتاکتها از حالت باز به بسته وجود داشته باشد. این کلیدها باید مجهز به یک دسته برای شارژ

دستی فنر باشند که جهت چرخش دسته فنر برای شارژ مشخص شده باشد. یک نشان دهنده برای تعیین شارژ یا دشارژ بودن فنر باید روی کلید تعبیه شود. بیشترین نیروی اعمال شده برای شارژ دستی کلید نباید بیشتر از ۲۵۰ نیوتن باشد. درکلیدهایی که در عملکرد عادی، فنر باید توسط موتور شارژ شود، شارژ شدن فنر باید به محض تکمیل عمل وصل آغاز شود.

کلیدها پس از هر وصل باید بتوانند بلافاصله جریان نامی اتصال کوتاه را قطع کنند.

قسمتهای متحرک مکانیزم باید دارای مواد مقاوم در برابر خوردگی باشند و تمام یاتاقانهایی که نیاز به گریس دارند باید مجهز به گریس خورهای نوع فشاری باشند یا اینکه باید همیشه روغنکاری شوند. پینهای یاتاقانها، پیچ و مهرهها و سایر قسمتها باید به اندازه کافی دارای خار یا قفل برای جلوگیری از تغییر یا از دست رفتن تنظیم به واسطه تکرار عملکرد کلید باشند.

۲-۴- حفاظت اولیه کلیدها

حفاظت اولیه بیشتر در پستهای توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت که فاقد اپراتور می‌باشند به وسیله یک رلهٔ جریان زیاد به نام رله اولیه[1] که روی کلید نصب می‌گردد انجام می‌شود. در مواقع خطا و عبور جریان اتصال کوتاه از مدار، این رله خطا را تشخیص داده و فرمان قطع را به کلید مربوطه می‌دهد. این رله مستقیماً روی کلید نصب می‌شود ولی بدلیل وجود عناصر مکانیکی در آن از دقت مناسبی برخوردار نمی‌باشد. رله مذکور توسط پیچ روی مقره نصب می‌شود به طوی که حرکت اهرم عمل کننده توسط میله‌های عایق به ضامن قطع کلید منتقل می‌گردد. این رله که به صورت تکفاز می‌باشد می‌تواند به عناصر زیر مجهز شود:

- رلهٔ جریان زیاد آنی
- رلهٔ جریان زیاد تأخیری
- وسلیه نشان دهنده وضعیت عملکرد رله

رله جریان زیاد شامل قسمتهای اصلی: عنصر تأخیری قابل تنظیم با زمان معین[2] ، سیم پیچ جریان ، هسته و آرمیچر الکترو مغناطیسی متصل به اهرم عمل کننده رله می‌باشد.

عنصر تأخیری رله کاملاً از مقدار جریان اتصال کوتاه مستقل می‌باشد.

1.Primer relay

2. Definite time

ساختمان نوعی از این رله که از نوع الکترومکانیکی است و به عنوان رلهٔ اولیه جریان زیاد در کلیدهای sf6 و کم روغن ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت مورد استفاده قرار می‌گیرند. ذیلاً توضیح داده می‌شود. البته این نوع رله بیشتر در کلیدهای داخل مورد استفاده قرار می‌گیرند، ضمن اینکه امروزه سعی برآن است که رله‌های الکترونیکی جایگزین آنها گردد.

۲-۴-۱- عنصر تأخیری

رلـهٔ جـریان زیـاد دارای شاخصهایی برای تنظیم جریانی و تنظیم زمان تأخیر عنصر تأخیری می‌باشد. تنظـیم جـریان رله باید به گونه‌ای انجام گیرد که جریان تنظیمی از حداکثر جریان بار بیشتر و از حداقل جـریان اتصـال کوتـاه در آخـر فیدر متصل به کلید کمتر باشد. تنظیم زمان تأخیر رله نیز باید با توجه به هماهنگـی عملکـرد رلـــه با عناصر حفاظتی بعد از آن (فیوزها) تعیین شود. در ساختمان رله جریان زیاد یـک موتـور الکتریکـی، یـک آرمـیچر الکترومغناطیسی و یک اهرم متحرک به نام اهرم عمل کننده وجود دارد. وقتـی کـه جـریان سـیم پـیچ رلـه از مقدار جریان تنظیمی بیشتر شود آرمیچر الکترومغناطیسی به همـراه اهرم عمل کننده حرکت خود را آغاز می‌کند. همچنین موتور با سرعت سنکرون می‌چرخد و زمان را انـدازه گـیری می‌کند پس از اینکه زمان تنظیمی طی شد آرمیچر الکترومغناطیسی و اهرم عمل کننده آزاد مـی‌شـوند و حرکـت آنها توسط یک میلهٔ عایقی به ضامن قطع کلید منتقل می‌شود و در نتیجه کلید باز می‌شود. پس از قطع کلید یا در صورت رفع خطا قبل از زمان تنظیمی، رله به وضعیت ابتدایی خود باز می‌گردد.

۲-۴-۲- عنصر آنی

رلـهٔ جریان زیاد دارای شاخصی برای تنظیم جریان عنصر آنی می‌باشد که باید برابر با کمترین جریان اتصال کوتاه به ازای خطا در فاصله ۸۰ درصدی از ابتدای فیدر قرار داده شود. عنصر آنی مستقل از عنصر تأخـیری عمـل مـی‌نمـاید. وقتی که جریان سیم پیچ رله از جریان تنظیمی عنصرآنی رله بیشتر شود رله جـریان زیاد فوراً عمل می‌نماید. قرار دادن شاخص تنظیم جریان عنصر آنی در وضعیت قطع، سبب خارج شـدن عنصر آنی از سیستم می‌شود. در اینصورت رله برای تمام جریانها ، عمل قطع را با توجه به زمان از پیش تنظیم شده انجام خواهد داد.

۲-۴-۳- وسیله نشان دهنده وضعیت عملکرد رله

در رله‌هایی که به نشان دهندهٔ وضعیت عملکرد مجهز می‌باشند با هر بار عملکرد رله، نشان دهنده پایین می‌افتد و بدین ترتیب عمل رله را نشان می‌دهد. برای برگرداندن نشان دهنده به حالت اولیه خود، باید از یک میله عایق استفاده کرد.

ذیلاً مشخصات مربوط به این رله‌ها به عنوان نمونه ارائه می‌گردد:

- جریان نامی : ۶/۳ تا ۴۰۰ آمپر
- جریان تنظیم عنصر تأخیری : ۱/۲ تا ۲ برابر جریان نامی
- فرکانس نامی : ۵۰ هرتز
- خطای جریان تنظیمی : ۱۰٪
- تنظیم زمان تأخیر : ۰/۲ تا ۳ ثانیه و ۰/۳ تا ۶ ثانیه
- خطای تأخیر زمانی: برای ۰/۲ تا ۳ ثانیه : ۰/۱ ± ثانیه

  برای ۰/۳ تا ۶ ثانیه : ۰/۵ ± ثانیه
- توان مصرفی: ۱۰۰ ولت آمپر
- اضافه جریان مجاز دائم : برای ۶/۳ تا ۱۶ آمپر : ۱/۶ برابر جریان نامی

  برای ۲۵ تا ۴۰۰ آمپر : ۱/۷ برابر جریان نامی
- عمر تحمل مکانیکی: ۱۰۰۰ سیکل عملکرد
- زمان جریان مجاز دائم، برای عنصر آنی: کوچکتر یا مساوی ۰/۵ ثانیه

  برای عنصر تأخیری : کوچکتر یا مساوی ۰/۲ ثانیه
- جریان لحظه‌ای به مدت یک ثانیه : ۱۲۵ برابر جریان نامی
- جریان تنظیم عنصر آنی: ۳ تا ۶ برابر جریان نامی یا بینهایت
- نیروی عملکرد: ۶ نیوتن
- جابجایی اهرم عمل کننده: ۱۶ تا ۲۰ میلیمتر
- وزن دستگاه : ۴ تا ۶ کیلوگرم

۲-۵- همزمانی قطبها

حداکثر فاصله زمانی بین بسته یا باز شدن کنتاکتها فازهای مختلف نباید بیشتر از نیم سیکل فرکانس نامی باشد.

۲-۶- منافذ خروجی

منافذ خروجی کلیدها باید طوری قرار گرفته باشند که تخلیه روغن یا گاز موجب شکست الکتریکی نشود و دور از مکانهایی که اشخاص حضور دارند انجام گیرد.

همچنین ساختار کلید باید طوری باشد که گاز نتواند در نقاط قابل اشتعال تجمع کند.

۲-۷- رنگ آمیزی

رنگ‌آمیزی کلیدها باید مطابق مراحل زیرانجام شده باشد:

الف) آماده سازی شامل: زنگ زدایی، روغن زدایی، فسفاته کردن و لایه اجرا شده اولیه

ب) مرحله نهایی شامل: لایه‌های نهایی سطح تمام شده برای شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب و دیگر شرایط آب و هوایی

۲-۸- زمین کردن کلید

بدنه تمام کلیدها باید دارای یک ترمینال زمین مطمئن با یک بست پیچ دار کشویی جهت اتصال به هادی زمین متناسب با شرایط خاص خطا باشد. قطر این بست باید حداقل ۱۲mm باشد. نقطه اتصال بدنه به زمین باید با عبارت " زمین حفاظتی" نشانه گذاری شود.

برای اطمینان از ایمنی هنگام تعمیرات باید تمام قسمتهای مدار اصلی بدون نیاز به تماس با قسمتهای در دسترس، قابلیت اتصال به هادی زمین را داشته باشند.

فهرست مطالب

۳- پلاک شناسایی

هر کلید باید دارای یک پلاک شناسایی باشد. این پلاک باید در محل مناسبی از کلید نصب شده باشد و در وضعیت عملکرد عادی کلید قابل رویت باشد. پلاک باید خوانا و غیر قابل پاک شدن باشد.

مندرجات پلاک شناسایی باید مطابق با جدول ۳-۱ باشد .

جدول (۳-۱) : مندرجات پلاک مشخصات کلید قدرت

مشخصه	علامت اختصاری
نام سازنده	
شماره سریال کلید	
ولتاژ نامی	V
ولتاژ نامی صاعقه	V_W
جریان نامی	In
مدت زمان اتصال کوتاه	T_{th}
جریان نامی قطع اتصال کوتاه	I_{sc}
وزن	M
توالی عملکرد نامی	
سال ساخت کلید	

نکات :

۱-مدت زمان اتصال کوتاه درصورت تفاوت با مقدار استاندارد یک ثانیه باید ذکر شده باشد ودر غیر اینصورت ذکر آن الزامی نیست.

۲-در صورتیکه جرم کلید بیشتر از ۳۰۰ کیلوگرم باشد باید در پلاک ذکر شود و در غیر اینصورت ذکر آن الزامی نیست.

فهرست مطالب

۴- فهرست اطلاعات داده شده توسط خریدار و نحوه تنظیم و تکمیل جدول خریدار

۴-۱- جدول خریدار

جهت سفارش یک کلید باید جدول اطلاعات ذیل توسط خریدار تهیه و تنظیم گردد و به فروشنده ارائه شود (جدول ۴-۱).

جدول (۴-۱) : اطلاعاتی که باید توسط خریدار تکمیل شود

ردیف	مشخصه	مقادیر	
		کلید ۲۰ کیلوولت	کلید ۳۳ کیلوولت
۱	داده های سیستم		
۱-۱	ولتاژ کار نامی (کیلوولت مؤثر)	۲۰	۳۳
۱-۲	بالاترین ولتاژ سیستم (کیلوولت مؤثر)	۲۴	۳۶
۱-۳	فرکانس نامی هرتز	۵۰	
۱-۴	نوع زمین شدن سیستم	غیر موثر زمین شده – موثر زمین شده	
۱-۵	تعداد فازها	۳	
۲	شرایط کار		
۲-۱	حداقل درجه حرارت محیط (سانتی‌گراد)		
۲-۲	حداکثر درجه حرارت محیط (سانتی گراد)		
۲-۳	ارتفاع از سطح دریا (متر)	۱۰۰۰-۱۵۰۰-۲۰۰۰-۲۵۰۰	
۲-۴	رطوبت نسبی (درصد)		
۲-۵	شتاب زلزله		
۲-۶	میزان آلودگی هوا	درجهٔ ۱- ۲- ۳- ۴	
۳	مشخصات کلید		
۳-۱	کلاس	داخلی ـ بیرونی	
۳-۲	ثابت یا کشویی		

ادامه جدول (۴-۱) :

۳-۳	نوع کلید	کم روغن ـ sf6 ـ خلاء	
۴-۳	ولتاژ استقامت عایقی در مقابل صاعقه درشرایط استاندارد (کیلوولت پیک)	۱۲۵	۱۷۰
۵-۳	ولتاژ استقامت عایقی یک دقیقه در برابر ولتاژ با فرکانس قدرت (کیلوولت موثر)	۵۰	۷۰
۶-۳	جریان نامی دائم در شرایط استاندارد (کیلوآمپر موثر)	۴۰۰-۶۳۰-۱۲۵۰-۱۶۰۰-۲۵۰۰-۴۰۰۰	
۷-۳	جریان نامی قطع اتصال کوتاه (کیلو آمپر موثر)	۸-۱۲/۵-۱۶-۲۵-۴۰	
۸-۳	جراین نامی وصل اتصال کوتاه (کیلو آمپر پیک)		
۹-۳	ترتیب عملکرد نامی		
۱۰-۳	طول مدت اتصال کوتاه (ثانیه)	۱ یا ۳	
۱۱-۳	تعداد کویلهای قطع	۰ یا ۱	
۱۲-۳	تعداد کویلهای وصل	۰ یا ۱	
۱۳-۳	پر کردن فنر (موتوری یا دستی)		
۱۴-۳	آرایش		
۱۵-۳	مناسب برای بستن وباز کردن از دور به طور الکتریکی		
۱۶-۳	رله اولیه		
۱۷-۳	ولتاژ کمکی موتور (ولتاژ متناوب)	۲۲۰	
۱۸-۳	ولتاژ کمکی گرم کن (ولتاژ متناوب)	۲۲۰	
۱۹-۳	ولتاژ کمکی مدارهای کنترل (ولتاژ مستقیم)	۱۱۰	
۲۰-۳	تعداد کنتاکتهای کمکی به طور عادی باز یا بسته		

۴-۲- نحوه پر کردن جدول اطلاعات داده شده توسط خریدار:

الف ـ داده‌های سیستم:

در ردیفهای ۱-۱ ، ۱-۲، ۱-۳ و ۱-۵ عیناً مقادیر نوشته شده قرار می‌گیرند. (یکی از مقادیر مربوط به کلید ۲۰ یا ۳۳ کیلو ولت) و در ردیف ۱-۴ با توجه به نحوه زمین کردن نوترال طرف ولتاژ متوسط پست یکی از عبارات « غیر مؤثر زمین شده» یا « مؤثر زمین شده» قرار می‌گیرد.

ب ـ شرایط کار:

در ردیفهای ۲-۱ و ۲-۲ به ترتیب حداقل و حداکثر دمای محیط قرار می‌گیرند. در کلید خانه‌های تمام بسته داخلی باید درجه حرارت محیط به علاوه حداکثر افزایش درجه حرارت فضای سلول به هنگام عبور جریان نامی از فیدر در نظر گرفته شود. در مواقعی که افزایش درجه حرارت بر اثر عبور جریان نامی مشخص نیست مقدار ۱۰ درجه سانتیگراد تقریب خوبی می‌تواند باشد. مقدار حداقل درجه حرارت ، پایین‌ترین مقدار ممکن بدون وجود وسایل گرمازا می‌باشد. ردیفهای ۲-۳ تا ۲-۶ با توجه به بند ۵-۲، بخش طراحی و مهندسی تکمیل می‌شوند.

ج ـ مشخصات کلید:

ردیف ۳-۱ با توجه به اینکه پست در فضای باز یا در فضای بسته قرار دارد با عبارات « بیرونی» یا «داخلی» پر می‌شود. در دریف ۳-۲ با توجه به طرح سلول داخل پست، عبارت «کشویی» یا « ثابت» نوشته می‌شود. کلید کشویی، ترمینالهای اولیه‌اش به صورت کشویی است وبا کشیدن کلید به بیرون ، فاصله هوایی لازم برقرار می‌شود و ترمینالهای اولیه کلید ثابت با پیچ و مهره به مدار وصل است و فاصله هوایی لازم به ذکر است که در ارتفاعات بالاتر از ۱۰۰۰ متر باید سطح استقامت عایقی بالاتری در نظر گرفته شود و اعداد موجود در استاندارد باید با ضرایب متناسب با ارتفاع تصحیح شوند. ولی به دلایل زیر حتی در ارتفاعات بیشتر از ۱۰۰۰ متر نیز این ولتاژها در ارتفاع ۱۰۰۰ متر داده می‌شود:

* وجود برقگیرها برروی محل اتصال فیدر خروجی به خط هوایی موجب برش اضافه ولتاژ می‌گردد.
* به دلیل تعداد فیدرهای متصل به شینه ۲۰ کیلو ولت، شیب موج صاعقه کاهش می‌یابد.
* تجربه عملی نشان داده است که مقادیر استاندارد در ارتفاعات بالای ایران نیز مناسب بوده است.

سازندگان کلیدها، سطح عایقی را مطابق استاندارد در نظر می‌گیرند لذا اگر خریدار در مشخصات خود سطح استقامت عایقی بالاتری را در خواست نماید سازنده مجبور به ارائه کلید با ولتاژبالاتری می‌شود. (مثلاً به جای کلید ۲۴ کیلو ولت مجبور می‌شود کلید ۳۶ را به خریدار پیشنهاد دهد)، که این موضوع باعث بالا رفتن هزینه پروژه وبزرگ شدن سلولها و ابعاد پست می‌شود. لذا اگر بنا به دلایلی خریدار نیاز به

بالا بردن سطح عایقی پیدا کرد بهتر است از طریق دیگر مانند بالابردن کلاس برقگیر یا اضافه نمودن برقگیر روی فیدر خروجی یا شینه، عمل نماید.

ردیف ۳-۹ فاصله زمانی بین باز وبسته شدن کلید را مشخص می‌کند. وقتی کلید بسته می‌شود بلافاصله می‌تواند باز شود، ولی برای اینکه دوباره بسته شود باید مکانیزم وصل آن آماده شود. مثلاً اگر مکانیزم فنری باشد باید فنر شارژ شود تا کلید دوباره بتواند بسته شود. در مواردی که به ریکلوزر سریع احتیاج است ترتیب عملکرد نامی به صورت مقابل نوشته می‌شود:

$$O - 0.3\,\text{min} - CO - 3\,\text{min} - CO$$

این ترتیب مشخص می‌کند که کلید پس از باز شدن بعد از ۰/۳ ثانیه می‌تواند بسته شود واگر دوباره باز شود پس از ۳ دقیقه می تواند دوباره بسته شود.

در مواردی که احتیاج به ریکلوزر سریع نباشد مانند کلیدهای ترانسفورماتورها، مجموعه‌های خازنی و فیدرهای کابلی، ترتیب عملکرد نامی به صورت مقابل نوشته می‌شود:

$$O - 3\,\text{min} - CO - 3\,\text{min} - CO$$

که به معنای اینست که پس از هر بار باز شدن کلید ۳ دقیقه وقت لازم است تا کلید بتواند دوباره بسته شود.

ردیف ۳-۱۰، طول مدت اتصال کوتاه معمولاً۱ ثانیه در نظرگرفته می‌شود ودر موارد خاص می‌تواند ۳ ثانیه در نظرگرفته شود.

در ردیف های ۳-۱۱ و ۳-۱۲ در پستهای فوق توزیعی که نیاز به قطع و وصل کلید از طریق الکتریکی (با فرمان دادن به کویل‌های قطع یا وصل کلید) باشد عدد ۱ درج می‌گردد. و در مواردی که قطع و وصل به صورت دستی انجام می‌شود و قطع اتوماتیک توسط رلهٔ اولیه انجام می‌شود احتیاجی به این کویلها نیست و عدد صفر در این ردیفها درج می‌شود.

ردیف ۳-۱۳: در پستهای توزیع معمولاً پر کردن فنر به صورت دستی می‌باشد و در بعضی از پستهای فوق توزیع شارژ فنر به صورت موتوری در نظر گرفته می‌شود.

ردیف ۳-۱۴: مکانیزم کلید به صورت فرمان از جلو و فرمان از پهلو ساخته می‌شود. در صورتی که خریدار نظری نداشته باشد نوع مورد نظر توسط سازنده انتخاب می‌شود.

ردیف ۳-۱۵: در پستهای توزیع عملاً نیازی به باز و بستن کلید از راه دور نیست و در پستهای فوق توزیع بعضاً نیاز به باز و بستن کلید از راه دور می‌باشد.

ردیف ۳-۱۶: رلهٔ اولیه، جهت حفاظت مدار در قبال اضافه جریان می‌باشد، البته دقت و حساسیت آن

کمتر از رله‌های ثانویه است و به خصوص در مقابل خطاهای اتصال زمین با جریانهای کم عمل نمی‌کند. لذا از این مورد برای شرایطی که استفاده از رله ثانویه میسر نیست و فیدر از اهمیت کمتری برخورداراست استفاده می‌شود، در پستهای توزیع کلیدهای فشار متوسط عمدتاً دارای رله اولیه هستند.

ردیفهای ۳-۱۷ تا ۳-۱۹ عیناً مقادیر نوشته شده در جدول استفاده می شوند.

ردیف ۳-۲۰: با توجه به طرح مدارهای کنترلی و اینترلاک تعداد کنتاکتهای بسته وباز انتخاب می‌شود.

توجه : دراستاندارد IEC56 مقادیر پیشنهادی برای هماهنگی بین ولتاژ نامی، جریان قطع اتصال کوتاه وجریان نامی کلیدها داده شده است که بهتر است این هماهنگی در انتخاب جریان نامی و جریان نامی قطع اتصال کوتاه رعایت گردد (جدول ۴-۲).

جدول۴-۳: هماهنگی بین ولتاژ نامی ، جریان نامی و جریان قطع و اتصال کوتاه کلیدها

ولتاژ نامی (kv)	جریان نامی قطع اتصال کوتاه (kA)	جریان نامی (A)							
۲۴	۸	۴۰۰	۶۳۰		۱۲۵۰				
	۱۲/۵		۶۳۰		۱۲۵۰				
	۱۶		۶۳۰		۱۲۵۰				
	۲۵				۱۲۵۰		۱۶۰۰	۲۵۰۰	
	۴۰						۱۶۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰
۳۶	۸		۶۳۰						
	۱۲/۵		۶۳۰		۱۲۵۰				
	۱۶		۶۳۰		۱۲۵۰		۱۶۰۰		
	۲۵				۱۲۵۰		۱۶۰۰	۲۵۰۰	
	۴۰						۱۶۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰

فهرست مطالب

۵- فهرست اطلاعات داده شده توسط سازنده و نحوه تنظیم و تکمیل جدول فروشنده

۵-۱- جدول فروشنده

جهت شرکت در مناقصه باید جدول اطلاعات زیر توسط سازنده تهیه و تنظیم گردد و به خریدار ارائه گردد. (جدول ۵-۱)

جدول ۵-۱: ویژگیهای فنی و داده‌های ضمانت شده برای کلید (اطلاعاتی که با پیشنهاد ارائه می‌گردد.)

ردیف	شرح		ویژگیها
۱	داده‌های مربوط به کارخانه سازنده		
۱-۱	نام کارخانه سازنده و نام کشور سازنده		
۱-۲	نوع کلید (خلاء، SF6 ،کم روغن)		
۱-۳	تعداد کویلهای قطع		
۱-۴	تعداد کویلهای وصل		
۱-۵	استاندارد قابل کاربرد		
۱-۶	فرکانس نامی	هرتز	
۱-۷	حداقل فاصله ایمنی (فاز به فاز/ فاز به زمین)	میلیمتر / میلیمتر	
۱-۸	کلاس		
۲	داده‌های عایقی و ولتاژی		
۲-۱	ولتاژ نامی	کیلوولت موثر	
۲-۲	ولتاژ استقامت عایقی نامی در مقابل صاعقه	کیلوولت پیک	
۲-۳	ولتاژ استقامت عایقی نامی بمدت یک دقیقه		
	در مقابل ولتاژ با فرکانس شبکه	کیلوولت موثر	
۲-۴	ارتفاع بالاتر از سطح دریا	متر	
۳	داده‌های جریان		
۳-۱	جریان نامی	آمپر	

ادامه جدول (۵-۱) :

ردیف	شرح		ویژگیها
۳-۲	جریان اتصال کوتاه مدت :		
۳-۲-۱	یک ثانیه	کیلوآمپر موثر	
۳-۲-۲	سه ثانیه	کیلوآمپر موثر	
۳-۳	جهش درجه حرارت در جریان نامی	سانتی گراد	
۳-۴	جریان قطع اتصال کوتاه نامی	کیلوآمپر موثر	
۳-۵	درصد جریان مستقیم قطع (غیر متقارن)	درصد	
۳-۶	جریان وصل اتصال کوتاه نامی در ولتاژ نامی	کیلوآمپر موثر	
۳-۷	ضریب ازدیاد ولتاژ در اثر باز شدن نخستین پل کلید که در شرایط خطا باز می‌شود		
۴	مشخصه‌های عمل		
۴-۱	ترتیب عمل نامی		
۴-۲	زمان باز شدن (زمان قطع)	میلی‌ثانیه	
۴-۳	زمان بستن (زمان وصل)	میلی‌ثانیه	
۴-۴	جنس قسمتهای هدایت کننده جریان		
۴-۵	تعداد دفعات قطع و باز شدن کلید و قابلیت عمل آن بدون نیاز به بازرسی یا تعویض کنتاکتها		
۴-۵-۱	در ۵۰ درصد جریان نامی		
۴-۵-۲	در ۱۰۰ درصد جریان نامی		
۴-۵-۳	در ۵۰ درصد جریان قطع اتصال کوتاه		
۴-۵-۴	در ۱۰۰ درصد جریان قطع اتصال کوتاه		
۴-۶	کارکرد مکانیکی محفظه قطع در طول عمر (تعداد دفعات قطع و وصل)		
۵	مکانیزم عمل		
۵-۱	نوع مکانیزم		

ادامه جدول (۵-۱) :

ردیف	شرح		ویژگیها
۵-۲	عملکرد موتوری یا دستی		
۵-۳	ولتاژ	ولت	
۵-۴	توان مورد نیاز (موتور)	وات	
۵-۵	حداکثر جریان مورد نیاز راه‌اندازی و جریان قفل		
	شدن موتور درولتاژ نامی	آمپر	
۵-۶	ولتاژ و توان مصرف گرمکن	ولت و وات	
۵-۷	کنترل برقی از راه دور برای بستن (باز کردن)	بلی یا خیر	
۵-۸	جریان کنترل بستن	آمپر	
۵-۹	ولتاژ کنترل بستن	ولت	
۵-۱۰	جریان کنترل باز کردن	آمپر	
۵-۱۱	ولتاژ کنترل باز کردن	ولت	
۵-۱۲	نوع فنر قطع		
۵-۱۳	نوع فنر وصل		
۵-۱۴	زمان مورد نیاز برای پر کردن کامل فنر	ثانیه	
۶	سویچ‌های کمکی		
۶-۱	تعداد کنتاکتهای باز در دسترس		
۶-۲	تعداد کنتاکتهای بسته در دسترس		
۶-۳	ولتاژ نامی	ولت مستقیم	
۶-۴	جریان دائم نامی	آمپر مستقیم	
۶-۵	جنس کنتاکتها		
۶-۶	جریان قطع در ولتاژ مستقیم (L/R=20ms)		
۶-۷	جریان کوتاه مدت مجاز	آمپر بر ثانیه	
۷	کلیدهای SF6		
۷-۱	فشار نامی کار گاز	بار (مطلق)	

ادامه جدول (۵-۱) :

ردیف	شرح		ویژگیها
۲-۷	فشار آلارم برای پر کردن دوباره گاز	بار (مطلق)	
۳-۷	فشار بلوک شدن گاز	بار (مطلق)	
۴-۷	حجم کل گاز در هر پل	لیتر	
۵-۷	حداکثر نشت گاز کلید برای یکسال	درصد	
۶-۷	صورت وسایل مخصوص و تجهیزات مورد نیاز برای راه‌اندازی وتعمیرات		
۷-۷	نام کارخانه سازنده و کشور تامین کننده گاز SF6		
۸	کلیدهای خلاء		
۱-۸	روش آزمون برای اندازه‌گیری نرخ نشت		
۲-۸	حداکثر نرخ نشت مجاز	بار ثانیه	
۳-۸	حداکثر فشار مجاز	بار	
۴-۸	انتشار اشعه x در ولتاژ AC، اندازه‌گیری شده در		
	فاصله ۵ سانتیمتری از سطح	Mr/h	
۹	کلیدهای کم روغن		
۱-۹	مقدار روغن درهر پل	لیتر	
۲-۹	درجه روغن		
۳-۹	حداکثر فشار در محفظه قطع در اثنای خاموش شدن		
	قوس	MN/m^2	
۴-۹	سطح فشار آزمون طرح قسمتهای پر شده از روغن	مگاپاسکال	
۵-۹	سطح فشار آزمون جاری قسمتهای پر شده از روغن	مگاپاسکال	
۶-۹	جرم روغن	کیلوگرم	
۱۰	رله اولیه		
۱-۱۰	کارخانه سازنده، علامت مشخصه و کشور مربوطه		
۲-۱۰	محدوده جریان عنصر تاخیری	آمپر	

ادامه جدول (۵-۱) :

ردیف	شرح		ویژگیها
۱۰-۳	محدوده تنظیم زمانی عنصر تاخیری	ثانیه	
۱۰-۴	محدوده تنظیم جریان عنصر آنی	آمپر	
۱۱	ابعاد و وزن کلید		
۱۱-۱	وزن	کیلوگرم	
۱۱-۲	طول اصلی	میلیمتر	
۱۱-۳	عرض اصلی	میلیمتر	
۱۱-۴	ارتفاع اصلی	میلیمتر	
۱۱-۵	حداکثر ابعاد حمل	متر×متر×متر	
۱۱-۶	وزن کامل کلید	کیلوگرم	
۱۲	نصب و نگهداری		
۱۲-۱	اتصالات		
۱۲-۲	تعمیرات دوره‌ای	ماه	

راهنمای ارزیابی جدول ویژگیهای فنی و داده‌های ضمانت شده کلید (جدول ۵-۱):

ردیفهای ۱-۲ تا ۱-۴ : باید مطابق عناوین درج شده درجدول ۴-۱ باشد.

ردیف ۱-۵ : استاندارد قابل قبول، IEC56 است.

ردیف ۱-۶: فرکانس نامی کلید باید برابر ۵۰ هرتز باشد.

ردیف ۱-۷: حداقل فواصل ایمنی فاز به فاز و فاز به زمین توسط سازنده تعیین می‌شود و کفایت آن در آزمایش ولتاژ مشخص می‌گردد.

ردیف ۱-۸: کلاس کلید از لحاظ داخلی یا بیرونی بودن، حداقل دمای محیط و ضخامت یخ باید ذکر گردد.برای کلیدهای داخلی کلاسهای ۵- ، ۱۵- و ۲۵- وجود دارد.

برای کلیدهای پستهای بیرونی از لحاظ دما کلاسهای ۱۰- ، ۲۵- و ۴۰- و از لحاظ ضخامت یخ کلاسهای ۱، ۱۰ و ۲۰ وجود دارد که درهر مورد باید ذکر گردد.

مفهوم کلاسهای فوق در بندهای ۵-۲، بخش طراحی و مهندسی کلید توضیح داده شده است.

ردیفهای ۲-۱ تا ۲-۴ : باید حداقل برابر با مقادیر درج شده در جدول ۴-۱ باشد.

ردیفهای ۳-۱، ۳-۲، ۳-۴ و ۳-۶: باید حداقل برابر با مقادیر درج شده در جدول ۴-۱ باشد.

ردیف ۳-۳ : با توجه به جنس اجزای کلید باید مقدار افزایش درجه حرارت کمتر از مقدار ذکر شده در جدول ۴-۱، بخش طراحی و مهندسی باشد.

ردیف ۳-۵: درصد مؤلفه مستقیم جریان اتصال کوتاه باید با توجه به حداقل زمان باز شدن کلید، حداقل برابر مقدار ذکر شده در استاندارد IEC56 باشد. دراین استاندارد درصد مؤلفه مستقیم جریان اتصال کوتاه بر حسب کمترین زمان باز شدن کلید، تحت کلیه شرایط، به صورت شکل ۵-۱ داده شده است.

ردیف ۳-۷: ضریب ازدیاد ولتاژ فازهای دیگر دراثر باز شدن نخستین پل کلید برابر ۱/۵ در نظر گرفته می‌شود.

ردیف ۴-۱: باید مطابق عبارت درج شده در جدول ۴-۱ باشد.

ردیفهای ۴-۲ و ۴-۳: زمانهای باز و بسته شدن کلید توسط سازنده باید مشخص شود و زمان باز شدن کلید در محاسبه درصد مؤلفه مستقیم جریان اتصال کوتاه کاربرد دارد.

ردیف ۴-۴: جنس قسمتهای هادی کلید توسط سازنده داده می‌شود. این اطلاعات برای مراجعه به جدول ۴-۱، بخش طراحی و مهندسی، و بررسی میزان افزایش دمای مجاز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ردیف ۴-۵: تعداد دفعات قطع و وصل کلید، به ازای مقادیر مختلف جریان توسط سازنده تعیین می‌شود.بدیهی است هرچه این مقادیر بیشتر باشد بهتر است.

ردیف ۴-۶: تعداد قطع و وصل کلید به طور متوسط در طول مدت عمر کلید، توسط سازنده تعیین می‌شود و نمایانگر قابلیت کلید می‌باشد.

ردیف ۵-۱: نوع مکانیزم عملکرد کلید (فنری، هیدرولیکی، نیوماتیکی) باید توسط سازنده مشخص شود.

ردیف ۵-۲: باید مطابق با خواسته سازنده باشد.

ردیفهای ۵-۳ تا ۵-۵: در صورتی که عملکرد کلید به صورت موتوری باشد باید مقادیر این ردیفها که مربوط به مشخصات موتور است داده شوند. ولتاژ موتور باید مطابق ولتاژ درخواستی در جدول ۴-۱ باشد.

ردیف ۵-۶: ولتاژ گرمکن باید مطابق جدول ۴-۱ باشد. توان گرمکن نیز برای طراحی مدار تغذیه گرمکن استفاده می‌گردد.

ردیف ۵-۷: قابلیت کلید برای کنترل الکتریکی از راه دور درصورت در خواست خریدار طبق جدول ۴-۱ باید تأمین گردد.

ردیفهای ۵-۸ تا ۵-۱۱: در صورتیکه کلید قابلیت فرمان از راه دور را داشته باشد این ردیفها که مشخص کننده ولتاژ و جریان سیم پیچهای قطع و وصل کلید هستند باید توسط سازنده ارائه شوند. هر چه جریانهای سیم پیچهای قطع و وصل کمتر باشد برای طراحی مدارهای تغذیه آنها مناسب‌تر است. ولتاژهای سیم پیچهای قطع و وصل باید مستقیم و برابر مقدار در خواستی در جدول ۴-۱ باشد.

ردیفهای ۵-۱۲ تا ۵-۱۴: نوع و زمان پر شدن فنر در صورتیکه کلید فنری باشد باید ارائه شود. نوع فنر عموماً به صورت مارپیچی است و زمان شارژ فنر حدود ۱۰ میلی ثانیه است. تنظیم رلهٔ تأخیری ((درصورت وجود) برای آلارم و دشارژ فنر باید بیش از زمان لازم جهت شارژ کامل باشد.

ردیف ۶-۱ و ۶-۲: مطابق درخواست خریدار در جدول ۴-۱، تعداد کنتاکتهای کمکی باز و بسته باید برای کلید در نظر گرفته شود.

ردیف ۶-۳: ولتاژ نامی کنتاکت کمکی باید حداقل برابر با ولتاژ مدارهای کنترلی کلید باشد.

ردیف ۶-۴: جریان نامی دائمی کنتاکتهای کمکی باید حدقل ۱۰ آمپر باشد.

ردیف ۶-۵: جنس کنتاکتهای کمکی باید توسط سازنده داده شده و باید دارای پوشش نقره باشند.

ردیف ۶-۶: جریان قطع کنتاکت کمکی در مداری با ثابت زمانی ۲۰ میلی ثانیه باید برابر ۲ آمپر باشد.

ردیف ۶-۷: جریان اتصال کوتاه باید حداقل ۱۰۰ آمپر برای ۳۰ ثانیه باشد.

ردیف ۷-۱: فشار نامی گاز برابر فشارگاز بر حسب بار در حالت کار عادی تعیین می‌شود.

ردیف ۷-۲: فشار گاز برای آلارم پر کردن، چند دهم بار کمتر از فشار نامی گاز است.

ردیف ۷-۳: فشار گاز قفل کردن کلید، چند دهم بار از فشار گاز برای آلارم پرکردن، کمتر است. در پایین‌تر از این فشار، کلید نمی‌تواند عمل کند.

ردیف ۷-۴: حجم گاز در هر پل جنبهٔ اطلاعاتی داشته و توسط سازنده ارائه می‌شود.

ردیف ۷-۵: حداکثر میزان نشت گاز در سال باید کمتر از یک درصد باشد.

ردیف ۷-۶ و ۷-۷: لیست ابزار مخصوص راه اندازی و نگهداری و منبع تأمین گاز SF6 باید مشخص باشد.

توجه : ردیفهای ۷-۱ تا ۷-۷ فقط برای کلیدهای SF6 باید داده شوند.

ردیف ۸-۱: برگه‌های آزمون نرخ نشت کلید باید ارائه شود.

ردیف ۸-۲ و ۸-۳: مقدار نشتی هوا به داخل محفظه خلاء باید مقداری باشد که فشار داخل آن پس از طول عمر کلید (لااقل ۳۰ سال) به مقدار حداکثر مجاز برسد و مقدار حداکثر فشار مجاز نیز باید به اندازه‌ای می‌باشد که استقامت عایقی مورد نیاز کلید را برآورده سازد.

ردیف ۸-۴: مقدار تشعشع اشعه ایکس باید کمتراز ۰/۵ میلی رونتگتن بر ساعت باشد.

توجه ردیفهای ۸-۱ تا ۸-۴ فقط برای کلیدهای خلاء مورد نیاز است.

ردیفهای ۹-۳ تا ۹-۵: مقادیر فشار آزمایش محفظه باید بیش از فشار حداکثر تولیدی در محفظه، به هنگام خاموش نمودن قوس باشد تا از استقامت آن اطمینان حاصل گردد.

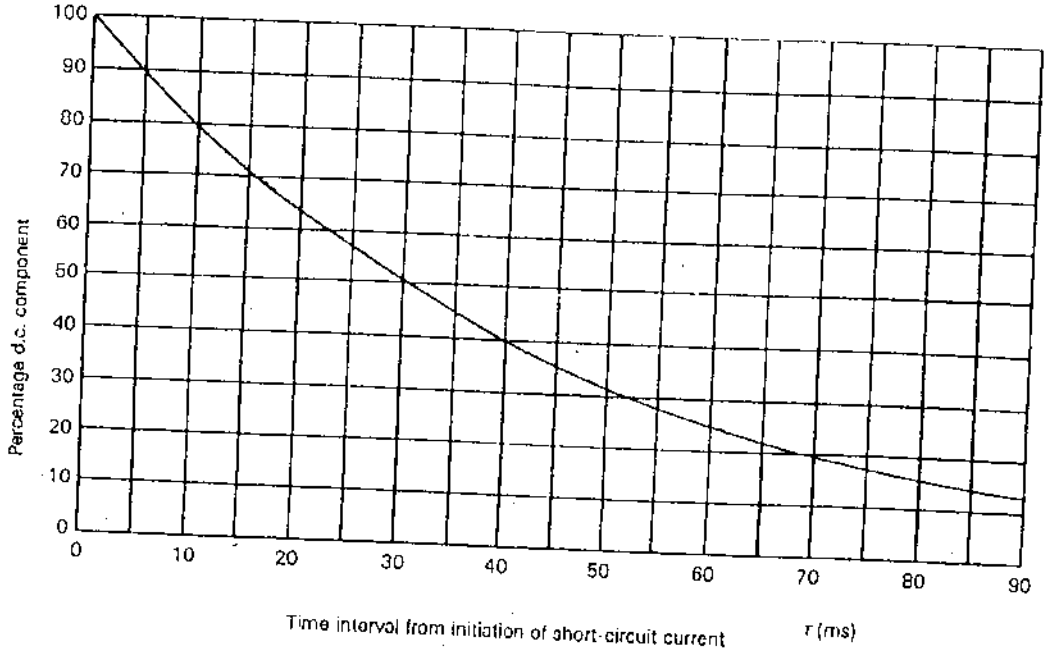
ردیف ۹-۶: جرم روغن کلید برای مشخص شدن مقدار مورد نیاز روغن باید ارائه گردد.

توجه : ردیفهای ۹-۱ تا ۹-۶ فقط برای کلیدهای کم روغن مورد نیاز است.

ردیفهای ۱۰-۲ تا ۱۰-۴: کمترین و بیشترین تنظیمات جریانی و زمانی عنصر تأخیری (درصورت وجود) و عنصرآنی رله اولیه باید ارائه گردد. این مقادیر باید نیازهای سیستم حفاظت را برآورده کنند.

ردیفهای ۱۱-۱ تا ۱۱-۶ : ابعاد و وزن کلید جهت اطلاع خریدار هنگام تحویل گرفتن کلید لازم است.

ردیفهای ۱۲-۱ تا ۱۲-۲ : اطلاعات عمومی مربوط به زمان و نحوه تعمیرات دروه‌ای کلید ونحوه نصب اتصالات کلید باید توسط سازنده ارائه گردد.



شکل (۵-۱) : درصد مولفه مستقیم جریان اتصال کوتاه بر حسب زمان قطع کلید

بخش سوم
آزمونها

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-آزمونهای نوعی ۱
۱-۱-دسته بندی تستها ۱
۱-۲-اطلاعات لازم و گزارش تست ۱
۱-۳-آزمونهای عایقی ۳
۱-۳-۱-شرایط کلید در طول مدت تست عایقی ۳
۱-۳-۲-تست استقامت عایقی ولتاژ فرکانس قدرت ۴
۱-۳-۳-تست استقامت عایقی ولتاژ صاعقه ۶
۱-۳-۴-تست آلودگی مصنوعی: ۷
۱-۳-۵-تست مدارهای کمکی و کنترلی ۸
۱-۴-اندازه گیری مقاومت الکتریکی کلید ۸
۱-۴-۱-مدار اصلی ۸
۱-۴-۲-مدارهای کم انرژی ۹
۱-۵-آزمونهای افزایش دما ۹
۱-۵-۱-شرایط کلید و آرایش تجهیزات هنگام تست ۹
۱-۵-۲-اندازه گیری دما ۹
۱-۵-۳-دمای هوای محیط: ۱۰
۱-۵-۴-تست افزایش دمای تجهیزات کمکی و کنترلی ۱۱
۱-۵-۵-ارزیابی تستهای افزایش دما ۱۱
۱-۶-تستهای جریان کوتاه مدت و پیک جریان قابل تحمل ۱۱
۱-۶-۱-آرایش کلید خانه و مدار تست ۱۲
۱-۶-۲-اندازه جریان و طول مدت تست ۱۲
۱-۶-۳-رفتار کلید حین تست ۱۲
۱-۶-۴-شرایط کلید پس از تست ۱۲
۱-۷-تستهای مکانیکی و محیطی ۱۳
۱-۷-۱-مشخصات و تنظیم‌های کلید ۱۳

۱-۷-۲-شرایطی که کلید حین و بعد از تست باید دارا باشد ۱۴
۱-۷-۳-شرایط تجهیزات کمکی و کنترلی حین تست و بعد از آن ۱۴
۱-۷-۴-تست عملکرد مکانیکی در دمای هوای محیط ۱۵
۱-۷-۴-۱-کلیات ۱۵
۱-۷-۴-۲-تستهای دوام مکانیکی توسعه یافته جهت کلیدهای خاص ۱۵
۱-۷-۵-تستهای دمای پایین و بالا ۱۶
۱-۷-۵-۱-کلیات ۱۶
۱-۷-۵-۲-تست دمای پایین ۱۶
۱-۷-۵-۳-تست دمای بالا ۱۸
۱-۷-۶-تست رطوبت ۱۹
۱-۷-۶-۱-روند تست ۱۹
۱-۷-۷-تستهای آب بندی ۲۳
۱-۷-۷-۱-آب بندی کلیدهای گازی ۲۳
۱-۷-۷-۱-۱- تعاریف ۲۳
۱-۷-۷-۱-۲- مشخصه‌های آب بندی کلیدهای گازی ۲۴
۱-۷-۷-۱-۳- مراحل انجام آزمونها ۲۴
۱-۷-۷-۲-آب بندی کلیدهای روغنی ۲۵
۱-۷-۷-۲-۱- مشخصه های آب بندی کلیدهای روغنی ۲۶
۱-۷-۷-۲-۲- مراحل انجام آزمونها ۲۶
۲-آزمونهای جاری ۲۷
۲-۱-تست عایقی روی مدار اصلی ۲۷
۲-۲-تست عایقی روی مدارهای کمکی و کنترلی ۲۷
۲-۳-اندازه گیری مقاومت مدار اصلی ۲۸
۲-۴-آزمونهای عملکرد مکانیکی ۲۸
۲-۵-بررسیهای صوری ۲۹

فهرست اشکال

شکل (۱-۱) : نحوه اعمال ولتاژهای تست ۴
شکل (۶-۲) : آزمونهای دمای بالا و دمای پایین ۲۱
شکل (۶-۳) : آزمون رطوبت ۲۲

فهرست جداول

جدول (۱-۱) : آزمونهای ولتاژ فرکانس نامی با یک منبع ولتاژ ۴
جدول(۱-۲) : آزمونهای ولتاژ فرکانس نامی با دو منبع ولتاژ..... ۵
جدول (۱-۳) : آزمونهای استقامت عایقی در برابر صاعقه..... ۶
جدول (۱-۴) : آزمونهای عملکرد مکانیکی کلید ۱۵
جدول(۶-۵) : آزمونهای استقامت عایقی مدار اصلی..... ۲۷

فهرست مطالب

۱- آزمونهای نوعی[1]

تستهای نوعی برای امتحان مشخصه‌های کلید، مکانیزم عملکرد آن و تجهیزات کمکی آن انجام می‌شوند. تست نوعی روی یک نمونه از یک نوع کلیدی که توسط یک سازنده تولید می‌شود باید انجام گیرد.

۱-۱- دسته بندی تستها

تستهای نوعی کلیدهای ۲۰ و۳۳ کیلوولت مشتمل بر موارد زیر می‌باشند:

۱.تستهای دی الکتریک

۲.اندازه گیری مقاومت الکتریکی مسیر اصلی جریان و تستهای افزایش دما

۳.تستهای جریان قطع و وصل اتصال کوتاه کلید

۴.تستهای مکانیکی و محیطی

۱-۲- اطلاعات لازم و گزارش تست

سازنده باید نقشه‌ها ودیگر اطلاعات لازم برای شناسایی واضح و جزئیات ضروری و بخشهایی از کلید که باید تحت تست قرار گیرند در اختیار آزمایشگاههای تست قرار دهد. صحت هر نقشه یا جدول اطلاعات باید توسط سازنده تضمین شود. آزمایشگاه تست باید با دقت، تمام نقشه‌ها و جداول اطلاعات را بررسی کند و از وجود جزئیات ضروری اجزای مورد تست کلید مطمئن شود ولی مسوول دقت وصحت جزئیات آنها نیست.

اطلاعات زیر باید توسط سازنده در اختیار آزمایشگاه قرار گیرد:

- نام سازنده
- نوع ، مقادیر نامی و شماره سریال کلید
- مشخصات خروجی کلید (تعداد قطبها، سیستم اینترلاک، سیستم زمین و مکانیزم خاموش کردن قوس)
- نوع، مقادیر نامی و شماره سریال اجزای ضروری (مکانیزم عمل، عایقها و..)
- مشخصات نامی فیوزها و تجهیزات حفاظتی

1.Type tests.

همچنین نقشه‌های زیر باید از طرف سازنده در اختیار آزمایشگاه تست قرار گیرد:

- دیاگرام تک خطی مدار اصلی
- طرح عمومی شامل:
  - ابعاد کلی
  - ساختارهای محافظه
  - تجهیزات فشار شکن
  - قسمتهای هادی مدار اصلی
  - هادیها و اتصالات زمین
  - فواصل ایمنی الکتریکی (بین کنتاکت و زمین، بین قطبها)
  - سطح عایقی روغن
  - محل و نوع عایقها
  - محل ونوع ترانسفورمرهای اندازه گیری
  - جزئیات عایقها شامل ابعاد و مواد عایقی
  - آرایش کابلها
- جزئیات اجزای مدار اصلی و قطعات مربوطه شامل:
  - ابعاد و مواد سازنده بخشهای اصلی
  - برش عرضی کنتاکتها
  - فاصله ایمنی الکتریکی بین کنتاکتهای باز
  - نحوه قرار گرفتن کنتاکتهای ثابت و متحرک
  - جزئیات ترمینالها (ابعاد، جنس)
  - فنرها
- جنس و فاصله خزشی قسمتهای عایقی
- جزئیات مکانیزم ها
- دیاگرام الکتریکی مدارهای کمکی و کنترلی

آزمایشگاه تست باید نتایج تمام تستهای نوعی را در گزارش تست ثبت کند. این گزارش باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- نام سازنده
- نوع و شماره سریال کلید تحت تست
- مشخصات نامی کلید
- مشخصات عمومی کلید تحت تست
- نوع، مقادیر نامی وشماره سریال اجزاء موجود(مکانیزم عملکرد، عایقها و....)
- جزئیات عمومی محفظه کلید خانه
- جزئیات مکانیزم عملکرد و تجهیزاتی که در طول تست استفاده می‌شوند
- شکلهایی برای نمایش شرایط کلید قبل و بعد از تست
- نقشه‌ها و جداول اطلاعات خروجی کافی برای بیان تست انجام شده
- شماره‌های ارجاع کل نقشه‌هایی که باید برای شناسایی اجزای ضروری کلید تحت تست ارائه شوند
- جزئیات ترتیب مراحل تست (شامل دیاگرام مدار تست)
- تعیین رفتار کلید در طول تست، شرایط کلید پس از تست و هر بخشی از کلید که در طول تست، تعویض یا اصلاح شده است.
- ثبت کمیتهای تست در طول هر تست مطابق استاندارد IEC مربوطه

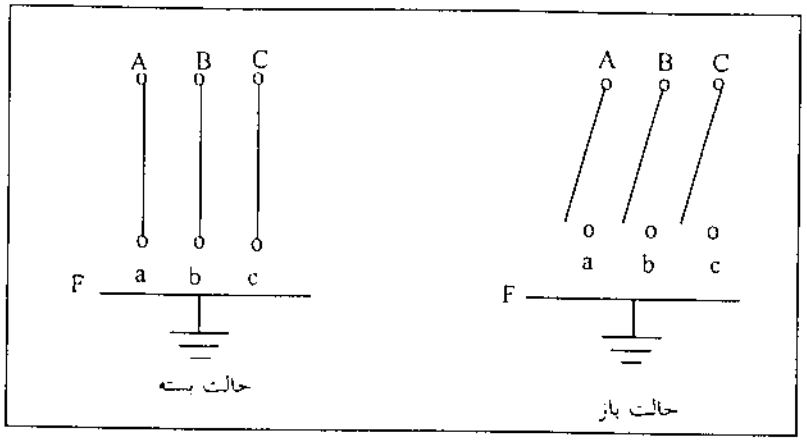
۱-۳- آزمونهای عایقی

۱-۳-۱- شرایط کلید در طول مدت تست عایقی

تستهای عایقی باید روی کلیدهایی که به طور کامل سوار شده‌اند انجام شود به طوری که سطح خارجی عایق آنها تمیز باشد. کلید برای تست باید در حداقل ارتفاع مشخص شده توسط سازنده قرار گیرد. اگر سازنده استفاده از عایقهای مکمل از قبیل نوارهای عایقی را لازم بشمارد در هنگام تست نیز باید از این عایقهای تکنیکی استفاده شود. برای کلیدهای sf6 ، تستهای دی الکتریک باید در کمترین فشار گاز مشخص شده توسط سازنده انجام شود. دما و فشار گاز حین تست باید درگزارش تست ثبت شود. در تست عایقی کلیدهای خلاء باید احتیاط لازم جهت اطمینان از بی خطر بودن میزان تشعشع اشعه ایکس انجام گیرد.

۱-۳-۲- تست استقامت عایقی ولتاژ فرکانس قدرت

درمواردی که استقامت عایقی فاز به زمین، فاز به فاز ودو سر کلید یکسان باشد این موضوع باید توسط سازنده اعلام شود در اینصورت با توجه به شکل ۱-۱ ولتاژ تست باید مطابق جدول ۱-۱ به کلید اعمال شود.



شکل (۱-۱) : نحوه اعمال ولتاژهای تست

جدول (۱-۱) : آزمونهای ولتاژ فرکانس نامی با یک منبع ولتاژ

شماره تست	حالت کلید	ترمینالی که ولتاژ تست به آن اعمال می‌شود	ترمینالهای متصل به زمین
۱	بسته	A یا a	BC bcf
۲	بسته	B یا b	ACacf
۳	بسته	C یا c	ABabf
۴	باز	A	BCabcf
۵	باز	B	ACabcf
۶	باز	C	ABabcf
۷	باز	a	ABCbcf
۸	باز	b	ABCacf
۹	باز	c	ABCabf

در صورتیکه نحوه قرار گرفتن قطبهای بیرونی کلید نسبت به قطب مرکزی وبدنه کلید متقارن باشد تستهای شماره ۳، ۶ و ۹ می‌توانند حذف شوند. همچنین اگر نحوه قرار گرفتن ترمینالهای هر قطب نسبت به پایه متقارن باشد تستهای شماره ۷، ۸ و ۹ می‌توانند حذف شوند.

طبق استاندارد IEC694 مقادیر مؤثر ولتاژ فرکانس قدرت برای تست کلیدهای ۲۴ و ۳۶ کیلوولت به ترتیب ۵۰ و ۷۰ کیلوولت می‌باشد.

چنانچه استقامت عایقی دو سر کنتاکتها با استقامت عایق بین فازها و استقامت عایقی فاز به زمین کلید متفاوت باشد، مقدار مؤثر ولتاژ تست با توجه به موارد زیر تعیین می‌شود:

- ولتاژ تست فاز به زمین: اگر نول سیستم مستقیماً زمین شده باشد ولتاژ تست $\frac{1.6U_r}{\sqrt{3}}$ و در غیر اینصورت U_r ۱/۱۵ می‌باشد.
- ولتاژ تست فاز به فاز: ولتاژ تست بین دو فاز باید U_r ۱/۱۵ باشد.
- ولتاژ تست بین دو کنتاکت باز: اگر نول سیستم مستقیماً زمین شده باشد $\frac{2.75U_r}{\sqrt{3}}$ و درغیر اینصورت $\frac{3.15U_r}{\sqrt{3}}$ می‌باشد.

U_r در عبارات بالا نشان دهنده ولتاژ نامی کلید است که برابر ۲۴ یا ۳۶ کیلوولت می‌باشد.

در این حالت باید ولتاژهای فوق توسط دو منبع ولتاژ مختلف غیر همفاز تأمین شود به طوریکه هر کدام از منابع ولتاژ دارای ولتاژ موثر U_r ۱/۱۵ باشند و اختلاف فاز بین آنها طوری باشد که تفاضل ولتاژ آنها برابر با ولتاژ تست بین دو کنتاکت باز شود. ولتاژ تست باید مطابق جدول ۱-۲ به کلید در حالت باز اعمال شود:

جدول(۱-۳) : آزمونهای ولتاژ فرکانس نامی با دو منبع ولتاژ

شماره تست	ترمینالهای متصل به منابع ولتاژ	ترمینالهای متصل به زمین
۱	A و a	BCbcf
۲	B و b	ACacf
۳	C و c	ABabf

در صورتیکه قطبهای خارجی نسبت به قطب مرکزی و بدنه متقارن باشند تست شماره ۳ می‌تواند حذف شود. ولتاژ تست باید یک دقیقه در مقدار مشخص شده باقی بماند. تستها باید در هوای خنک و

مرطوب انجام گیرد(برای کلید خانه‌های داخلی تست مرطوب لازم نیست).

در صورتیکه درطول تمام تستها هیچ شکست عایقی در کلید رخ ندهد تست استقامت عایقی ولتاژ فرکانس قدرت موفق بوده است. اگر در یک تست مرطوب، یک تخلیه الکتریکی درعایق خارجی تجدیدپذیر[1] رخ دهد باید در همان شرایط، تست تکرار شود و اگر بار دیگر تخلیه الکتریکی در عایق رخ نداد، آزمون مربوطه موفق تلقی می‌شود.

۱-۳-۳- تست استقامت عایقی ولتاژ صاعقه

در صورتیکه استقامت عایقی فاز به زمین، فاز به فاز و دو سر کلید یکسان باشد ولتاژ تست مطابق جدول ۱-۱ به کلید اعمال می‌شود. در غیر اینصورت باید از دو منبع مولد موج ضربه استفاده شود. یک منبع ، ولتاژ ضربه را تولید می‌کند و منبع دیگر ولتاژ مکمل آن را با پلاریته مخالف ایجاد می‌نماید. این ولتاژها مطابق جدول ۱-۲ به کلید اعمال می‌شوند.

جدول (۱-۳) : آزمونهای استقامت عایقی در برابر صاعقه

شماره تست	ترمینالی که ولتاژ تست به آن اعمال می‌شود		ترمینالهی متصل به زمین
	منبع اول	منبع دوم	
۱	A	a	BbCcf
۲	B	b	AaCcf
۳	C	c	AaBbf
۴	a	A	BbCcf
۵	b	B	AaCcf
۶	c	C	AaBbf

در صورتیکه قطبهای خارجی نسبت به قطب مرکزی و بدنه متقارن باشند تستهای شماره ۳ و ۶ می‌توانند حذف شوند و نیز اگر نحوه قرار گرفتن ترمینالهای هر قطب نسبت به بدنه متقارن باشد تستهای ۴، ۵ و ۶ قابل حذف هستند.

1. Self restoring insulation.

تست استقامت عایقی در برابر صاعقه فقط در هوای خنک باید انجام شود. ولتاژ تست باید موج صاعقهٔ استاندارد ۵۰ ms / ۱/۲ باشد. پیک ولتاژ تست برای کلیدهای ۲۴ و ۳۶ کلیو ولت به ترتیب ۱۲۵ و ۱۷۰ کیلو ولت است. در هر تست باید ۱۵ موج ضربه صاعقه پی درپی درهر دو پلاریته به کلید اعمال شود. در کلیدهای با عایق تجدید پذیر خارجی تعداد ۲ شکست عایقی در هر سری ۱۵ تایی تست قابل قبول است ودرکلیدهای با عایق خارجی تجدید ناپذیر هیچ شکست عایقی نباید رخ دهد.

روش دیگر اینست که در هرتست سه موج ضربهٔ پی درپی در هر دو پلاریته اعمال شود. چنانچه هیچ شکست عایقی رخ ندهد تست موفق است واگر یک شکست در عایق تجدید پذیر رخ دهد باید ۹ موج ضربهٔ پیاپی دیگر به کلید اعمال شود اگر هیچ شکستی رخ نداد کلید از این آزمون، موفق بیرون آمده است.

اگر ثابت شود که نتایج تست به ازای یک پلاریته نامطلوبتر است می‌توان تست را فقط با همان پلاریته انجام داد. توجه : بعضی از مواد عایق پس از یک تست ضربه، مقداری بار الکتریکی در خود نگه می‌دارند. در چنین مواردی باید هنگام عوض کردن پلاریته جانب احتیاط را رعایت کرد. برای دشارژ کردن مواد عایقی، روشهای مناسبی از قبیل اعمال سه موج ضربه با پیک حدود ۸۰ درصد ولتاژ تست، در پلاریته عکس، قبل از انجام تست پیشنهاد می‌شود.

۱-۳-۴- تست آلودگی مصنوعی:

برای کلیدهایی که فاصله خزشی عایق آنها مطابق فرمول زیر باشد نیازی به تست نیست:

$L_t = a \times L_f \times U_r \times K_D$

L_t: فاصله خزشی نامی

a : ضریب عملیاتی

l_f : کمترین فاصله خزشی ویژه مطابق IEC815

V_R : ولتاژ نامی کلید

K_D : ضریب تصحیح وابسته به قطر مطابق IEC815

مقدار ضریب a بسته به محل کاربرد عایق، اعداد زیر می‌تواند باشد:

بین فاز و زمین: ۱

بین دو فاز: $\sqrt{3}$

دو سر کلید باز:۱

کلیدهایی که فاصله خزشی عایق آنها مطابق فرمول بالا نیست باید مطابق IEC507 تست شوند.

۱-۳-۵- تست مدارهای کمکی و کنترلی

مدارهـای کمکـی و کنترلـی باید تحت ولتاژ فرکانس قدرت کوتاه مدت تست شوند. ولتاژ درموارد زیر باید اعمال شود:

الف) بین مدارهای کمکی و کنترلی که به یکدیگر متصل شده‌اند و بدنه کلید.

ب) بیـن هر بخشی از مدارهای کنترلی و کمکی که به صورت معمول باید از دیگر اجزا ایزوله باشند و بقیه اجزای متصل به هم و بدنه.

ولـتاژ تست باید ۲۰۰۰ ولت باشد و در زمان یک دقیقه به مدار اعمال گردد. مدارهای کمکی و کنترل باید در هر قسمت دچار هیچ شکست عایقی نشوند تا از تستها موفق بیرون آیند.

معمولاً ولتاژ تست موتورها و بقیه وسایلی که در مدارهای کمکی و کنترلی به کار می‌روند باید با ولتاژ تست این مدارها یکسان باشد.

توجـه: اگـر در مدارهـای کمکی و کنترلی قطعات الکترونیکی استفاده شده باشد ممکن است روشها و مقادیر متفاوتی برای تست آنها به کار رود که باید مورد توافق سازنده و خریدار باشد.

۱-۴- اندازه گیری مقاومت الکتریکی کلید

۱-۴-۱- مدار اصلی

انـدازه گـیری مقاومـت مـدار اصلی با اندازه گیری افت ولتاژ مستقیم دوسر ترمینالهای هر قطب کلید انجـام مـی‌گـیرد. جـریان در طـول هر تست باید یک مقدار ثابت دلخواه بین A ۵۰ و جریان نامی داشته باشد.

انـدازه گـیری افـت ولـتاژ مسـتقیم باید یکبار قبل از تست افزایش دما و بار دیگر بعد از آن، وقتی که کلـید سـرد شـده و بـا محیط هم دما شده است انجام شود. نتایج این دو اندازه گیری نباید بیش از ۲۰٪ اختلاف داشته باشد.

مقـدار افت ولتاژ مستقیم اندازه‌گیری شده و مقاومت اندازه‌گیری شده باید در گزارش تست نوعی ذکر شـود. همچنین شرایط عمومی حین تست (جریان ، دمای هوای محیط، نقاط اندزه گیری و..) نیز باید در گزارش آورده شود.

۱-۴-۲- مدارهای کم انرژی

هر کنتاکت کمکی کم انرژی باید در یک مدار با بار مقاومتی و با منبع ولتاژ ۶ ولت dc قرار گیرد به طوریکه جریان مدار، ۱۰ میلی آمپر باشد. مقاومت کنتاکت کم انرژی بسته، نباید بیشتر از ۵۰ اهم باشد.

۱-۵- آزمونهای افزایش دما

۱-۵-۱- شرایط کلید و آرایش تجهیزات هنگام تست

قبل از تست باید در صورت امکان کنتاکتهای کلید تمیز باشند و فشار گاز یا روغن داخل آنها در کمترین حد مجاز باشد. تست باید در فضای بسته بدون جریان هوا صورت گیرد. تنها جریان هوای ناشی از تولید گرما توسط کلید مجاز است. عملاً چنین شرایطی وقتی مهیاست که سرعت باد از ۰/۵ متر بر ثانیه بیشتر نشود.

کلید باید در موقعیتی که در حالت کار عادی قرار دارد باشد و تمام پوششهای محافظ باید در جای خود قرار داشته باشند. در صورتیکه کلید در محل توصیه شده توسط سازنده نصب نشده باشد تست افزایش دما باید در بدترین حالت از لحاظ مکان انجام شود. اتصالات موقت مدار اصلی باید به گونه‌ای باشد که گرمای قابل توجهی دفع یا جذب آنها نشود. افزایش دما در ترمینالهای مدار اصلی و اتصالات موقت، در فاصله یک متری ترمینالها باید اندازه گیری شود. تفاوت افزایش دمای این دو اندازه گیری نباید بیش از ۵۰k باشد. نوع و ابعاد اتصالات موقتی باید درگزارش تست ثبت شود.

تست باید با منبع سه فاز سینوسی در جریان I_r (جریان نامی کلید) انجام گیرد. کلیدها و تجهیزات (به جز تجهیزات کمکی با تغذیه dc) باید در فرکانس نامی با تلرانس ۲٪ تا ۵٪- تست شوند و فرکانس تست باید در گزارش تست درج شود. مدت زمان تست باید برای تثبیت دما کافی باشد. تثبیت دما وقتی حاصل می‌شود که تغییرات دما از۱k در ساعت تجاوز نکند. این معیار معمولاً پس از گذشت زمان ۵ برابر ثابت زمانی حرارتی کلید تحت تست ایجاد می‌شود. زمان کل تست را می‌توان با گرم کردن مدار با یک جریان بیشتر، کاهش داد مگر در مواردی که اندازه گیری ثابت زمانی حرارتی مورد نظر باشد.

۱-۵-۲- اندازه گیری دما

در سیم پیچها، معمولاً از روی تغییر مقاومت الکتریکی، افزایش دما را اندازه گیری می‌کنند. روشهای دیگر فقط در مواردی که این روش غیر ممکن باشد مجاز است. دمای اجزای مختلف کلید به جز سیم پیچها، باید با استفاده از ترمومتر یا ترموکوپل یا هر وسیله حساس به دمای دیگر اندازه گیری شود. اگر

محاسبه ثابت زمانی حرارتی مورد نیاز باشد، افزایش دما باید در فواصل زمانی تنظیم در طول تست ثبت شود. دمای سطح یک قطعه غوطه ور در روغن باید فقط به وسیله ترموکوپلی که به سطح آن قطعه متصل شده است اندازه گیری شود. اندزه گیری دمای خود روغن باید در لایه‌های بالایی آن انجام شود.

برای اندازه گیری دما بوسیله ترمومتر یا ترموکوپل باید احتیاطات زیر رعایت شود:

الف) حباب ترمومتر یا ترموکوپل باید دربرابر سرمای بیرونی محافظت شود (با پشم خشک). سطح حفاظت شده باید کمترین تطبیق را با سطح خنک کننده تجهیز تحت تست داشته باشد.

ب) اطمینان کافی از هدایت حرارتی خوب بین ترموستات با ترموکوپل و سطح بخش تحت تست باید حاصل گردد.

ج) وقتی که از ترمومتر حبابدار در مکانهایی که میدان مغناطیسی متغیر وجود دارد استفاده می‌شود ، پیشنهاد می‌گردد که به جای ترمومترهای جیوه‌ای از ترمومترهای الکلی استفاده گردد زیرا ترمومتر جیوه‌ای بیشتر تحت تأثیر این میدان قرار می‌گیرد.

۱-۵-۳- دمای هوای محیط:

دمای هوای محیط عبارتست از متوسط دمای هوای اطراف کلید خانه. (برای کلید خانه‌های تمام بسته، دمای هوای داخل محفظه در نظر گرفته می‌شود). دمای هوای محیط باید در آخرین ربع زمانی مدت زمان تست با استفاده از حداقل ۳ ترمومتر ،ترموکوپل یا دیگر وسایل اندازه گیری دما که به طور یکسان در اطراف کلید خانه در ارتفاع متوسط اجزای حامل جریان الکتریکی و در فاصله یک متر از کلید خانه نصب شده‌اند اندازه گیری شود. ترمومترها یا ترموکوپلها باید در مقابل جریانهای هوا و گرمای ناخواسته محافظت شده باشند.

جهت جلوگیری از خطای ناشی از تغییرات سریع دما، ترموستاتها یا ترموکوپلها باید در بطریهای محتوی ۰/۵ لیتر روغن قرار گیرند. در آخرین ربع زمان انجام تست ، تغییر دمای هوای محیط نباید از ۱K در یک ساعت بیشتر شود. اگر چنین چیزی به دلیل شرایط دمایی نامطلوب محل تست ممکن است، می‌توان دمای یک کلید خانه مشابه در آن شرایط، در حالت بدون جریان جایگزین دمای هوای محیط شود.

۱-۵-۴- تست افزایش دمای تجهیزات کمکی و کنترلی

این تست با منابع تغذیه مناسب (AC یا DC) صورت می‌گیرد. اگر منبع تغذیه، AC باشد باید فرکانس آن با تلرانس ۲٪ تا ۵٪- ، برابر فرکانس نامی باشد.

تجهیزات کمکی باید در ولتاژ نامی و جریان نامی منبع، تست شوند و شکل موج ولتاژ باید سینوس باشد. تجهیزاتی که به طور دائم بر قدار هستند باید اعمال جریان تا رسیدن به دمای ثابت ادامه یابد.

در تجهیزاتی که فقط هنگام عملکرد کلید برقدار می‌شوند تستها باید تحت شرایط زیر انجام شوند:

الف) وقتی که کلید مجهز به تجهیزات کمکی قطع خودکار است که به سیم پیچ قطع کننده، در پایان عملکرد کلید وقفه می‌دهد، مدار باید ۱۰ مرتبه و هر بار بمدت یک ثانیه برقدار شود. فاصله زمانی بین دفعات برقدار کردن باید ۱۰ ثانیه باشد. چنانچه ساختار تجهیز، چنین اجازه‌ای نمی‌دهد باید کمترین فاصله زمانی ممکن در نظر گرفته شود.

ب) وقتی که کلید مجهز به تجهیزات کمکی قطع خودکار که بتواند به سیم پیچ قطع کننده در پایان عملکرد کلید وقفه دهد، نباشد تست باید با برقرار کردن مدار کمکی یک بار به مدت ۱۵ ثانیه انجام شود.

۱-۵-۵- ارزیابی تستهای افزایش دما

افزایش دمای اجزای مختلف کلید با تجهیزات کمکی که در آزمونها اندازه گیری شده‌اند نباید از حد مجاز ذکر شده در جدول ۱-۱ بخش طراحی و مهندسی بیشتر باشد. در غیر اینصورت تست کلید موفقیت آمیز نبوده است و کلید نتوانسته است با موفقیت از تست بیرون آید. اگر عایق یک سیم پیچ از چند ماده عایقی مختلف تشکیل شده باشد افزایش دمای مجاز سیم پیچ باید برابر کمترین افزایش دمای مجاز مواد به کار رفته در آن می‌باشد.

۱-۶- تستهای جریان کوتاه مدت و پیک جریان قابل تحمل

مدار اصلی و مدارهای زمین کلیدها (درصورت وجود) باید تحت تستی برای اثبات قابلیت عبور جریان نامی کوتاه مدت و پیک جریان قابل تحمل قرار گیرند. این تستها باید درفرکانس نامی با تلرانس ۱۰٪ ± در هر ولتاژ مناسب در هر دمای دلخواه انجام شود.

۱-۶-۱- آرایش کلید خانه و مدار تست

کلید باید روی پایه خود یا روی پایه مشابه، نصب شده باشد. کلید باید درحالت بسته و با کنتاکتهای تمیز باشد. قبل از هر تست باید یک عملکرد بی‌بار کلید و اندازه گیری مقاومت مدار اصلی انجام شده باشد.

اتصالات ترمینالهای کلید باید به گونه‌ای باشد که از بروز تنشهای غیر واقعی روی ترمینالها جلوگیری شود. فاصله بین ترمینالها و نزدیکترین هادیها در دو طرف باید طبق دستور العمل سازنده باشد. آرایش کلید حین تست باید درگزارش ذکر شود. اگر کلید مجهز به رلهٔ جریان زیاد است باید برای تست سیم پیچ حداقل جریان عملکرد در بیشترین جریان و تأخیر زمانی ممکن تنظیم شود. این سیم پیچ باید در طرف منبع مدار تست متصل شود. اگر کلید بتواند بدون رلهٔ جریان زیاد بکار رود، باید بدون حضور آن تست شود.

۱-۶-۲- اندازه جریان و طول مدت تست

مؤلفه AC جریان تست باید اساساً برابر مؤلفه AC جریان نامی کوتاه مدت کلید (I_k) باشد. پیک جریان نباید کمتر از پیک جریان قابل تحمل (I_p) باشد و نباید بیش ۵٪ ازآن بیشتر باشد. این جریان باید در زمان t_t که برابر با مدت زمان اتصال کوتاه کلید (t_k) است به کلید اعمال شود.

۱-۶-۳- رفتار کلید حین تست

تمام کلیدها باید قابلیت تحمل پیک جریان قابل تحمل و جریان نامی کوتاه مدت را داشته باشند، بدون اینکه دچار خسارات مکانیکی یا جدایی کنتاکتها از یکدیگر شوند.

هنگام تست ممکن است افزایش دمای بخش عبوردهنده جریان واجزای مکانیکی نزدیک به آن از مقادیر ذکر شده در جدول ۱-۱ بخش طراحی و مهندسی بیشتر شود. محدودیتهای این جدول در مورد افزایش دما ناشی از جریان نامی کوتاه مدت صدق نمی کند، اما حداکثر دمای اجزای کلید نباید به حدی زیاد شود که اجزای نزدیک به هم دچار صدمه شوند.

۱-۶-۴- شرایط کلید پس از تست

پس از تست، کلید باید بتواند عملکرد عادی داشته باشد، بدون افزایش دمای غیر مجاز جریان نامی را عبور دهد و دارای تحمل عایقی مشخص شده در تستهای دی الکتریک باشد. اگر کلید دارای ظرفیت

قطـع و وصـل خاصـی است شرایط کنتاکتها نباید به گونه‌ای باشد که روی عملکرد کلید در قطع و وصل جریانهای بالاتر از حد نامی اثر بگذارد.

موارد زیر برای بررسی شرایط فوق کافی است

الـف) یـک عملکـرد قطع بی‌بار کلید باید بلافاصله پس ازتست انجام گیرد و کنتاکتها باید بی‌درنگ باز شوند.

ب) مقاومـت مدار اصلی باید اندازه گیری شود. اگر مقاومت بیش از ۲۰٪ افزایش یافته باشد و نتوان با بررسی ظاهری وضعیت کنتاکتها را بررسی کرد باید تست افزایش دما را انجام داد.

اگر کلید شرایط پس از تست مطلوبی داشته باشد از تست موفق بیرون آمده است.

۱-۷- تستهای مکانیکی و محیطی

۱-۷-۱- مشخصات و تنظیم‌های کلید

مشخصه ها و تنظیمهای کلید که باید قبل و بعد از تستها ثبت شوند عبارتند از:

- زمان بسته شدن کلید
- زمان قطع کلید
- پراکندگی زمانی بین عملکرد اجزای مختلف یک قطب
- پراکندگی زمانی بین عملکرد قطبها
- زمان شارژ دوباره مکانیزم عملکرد
- مصرف توان مدارهای کنترلی
- مصرف توان تجهیزات تریپ دهنده
- مدت زمان اعمال پالسهای فرمان وصل
- آب بندی
- فشار و چگالی گاز
- مقاومت الکتریکی مدار اصلی
- و دیگر مشخصه‌های مهم که توسط سازنده تعیین می‌شود

درصورت امکان از لحاظ طرح کلید باید اندازه گیریهای زیرانجام شود:

- سرعت بسته شدن کلید
- سرعت باز شدن کلید

۱-۷-۲- شرایطی که کلید حین و بعد از تست باید دارا باشد

حین تست و بعد از آن کلید باید قابلیت عملکرد عادی، عبور جریان نامی، قطع و وصل جریان اتصال کوتاه نامی و تحمل ولتاژهای استقامت عایقی خود را داشته باشد. به این منظور کلید باید شرایط زیر را دارا باشد:

- در طول تمام تستها کلید باید بدون گرفتن فرمان عمل نکند.
- حین تست و بعد از آن مشخصه‌های کلید که در بند ۱-۷-۱ ذکر شده‌اند نباید خطایی بیشتر از محدوده تعیین شده توسط سازنده داشته باشند.
- حین تستها، و پس از آن در هیچ یک از اجزای کلید از جمله کنتاکتها نباید فرسودگی مشاهده گردد.
- پس از تستها، کنتاکتهای روکش دار باید به گونه‌ای باشند که یک لایه از ماده روکش روی آنها باشد.
- حین تست و پس از آن هیچ یک از اجزا نباید به گونه‌ای خراب شده باشند که روی عملکرد صحیح کلید اثر نامطلوب داشته باشد یا مانع درست جاخوردن بخشهای قابل تعویض شوند.

۱-۷-۳- شرایط تجهیزات کمکی و کنترلی حین تست و بعد از آن

- در طول تستها، احتیاط لازم باید برای جلوگیری از گرم شدن بیش از حد تجهیزات کمکی و کنترلی صورت گیرد.
- در طول تستها یک سری کنتاکت باید برای قطع ووصل جریان مدارهایی که تحت کنترل هستند قرار داده شود.
- حین تستها و پس از آن تجهیزات کمکی و کنترلی باید تمام عملیات خود را به طور کامل بتوانند انجام دهند.
- حین تستها و پس ازآن مدارهای کمکی سوئیچهای کمکی نباید صدمه ببینند. در صورت تردید در این مورد باید تستهای بند ۱-۳-۵ انجام شوند.
- حین تستها و پس از آن، مقاومت کنتاکت سوئیچهای کمکی نباید تحت تأثیر قرار گیرد و افزایش دما هنگام عبور جریان نامی نباید از مقادیر تعیین شده تجاوز کند.

۱-۷-۴- تست عملکرد مکانیکی در دمای هوای محیط

۱-۷-۴-۱-کلیات

دمای محیط باید در گزارش تست ثبت شود. تست عملکرد مکانیکی باید در ۲۰۰۰ سیکل کاری انجام شود. به جز کلیدهای مجهز به رلهٔ جریان زیاد، بقیه کلیدها باید بدون اعمال ولتاژ یا جریان به مدار اصلی آنها تست شوند.

در کلیدهایی که مجهز به رلهٔ جریان زیاد هستند تقریباً ۱۰٪ سیکلهای کاری باید به قطع جریان مدار اصلی اختصاص یابد. جریان کلید در این حالت باید کمترین جریان لازم برای عملکرد رله جریان زیاد باشد و این جریان باید توسط یک منبع با ولتاژ کم تأمین شود.

در طول تست، روغنکاری اجزای کلید مطابق دستور العمل سازنده مجاز است اما هیچگونه تعمیرات مجاز نمی‌باشد.

کلید باید مطابق جدول ۱-۴ تست شود.

جدول (۱-۴) : آزمونهای عملکرد مکانیکی کلید

ترتیب عملکرد	ولتاژ کنترل و فشار عملکرد	تعداد دفعات عملکرد
$C-t_a-O-t_a$	حداقل	۵۰۰
	نامی	۵۰۰
	حداکثر	۵۰۰
$CO-t_a$	نامی	۵۰۰

در جدول ۱-۴ در ستون ترتیب عملکرد حرف O نشان دهنده باز شدن کلید، C نشان دهنده بسته شدن کلید، co به معنای باز شدن کلید بلافاصله پس از بسته شدن آن است. ta نیز فاصله زمانی بین دو عملکرد جهت بازیابی شرایط ابتدایی یا جلوگیری از افزایش دمای بیش از حد اجزای کلید می‌باشد (بستگی به نوع مکانیزم عمل دارد.)

۱-۷-۴-۲-تستهای دوام مکانیکی توسعه یافته جهت کلیدهای خاص

در کلیدهای کاربرد خاص از قبیل کلیدهایی که مرتباً باید قطع ووصل شوند تستهای دوام مکانیکی توسعه یافته باید به ترتیب زیر صورت گیرد:

الف) این تستها باید شامل ۱۰۰۰۰ سیکل کاری، معادل ۵ بار تکرار تستهای جدول ۱-۴ باشد. بین هر سری تست، روغنکاری و برخی تعمیرات طبق دستور العمل سازنده بلا مانع است اما تعویض کنتاکتها

مجاز نیست. روند تعمیرات باید درگزارش تست ثبت شود.

ب) قبل و بعد از تست اعمال زیر باید انجام گردد:

- ۵ مرتبه بستن وباز کردن کلید در ولتاژ نامی منبع
- ۵مرتبه بستن وباز کردن کلید در کمترین ولتاژ منبع
- ۵ مرتبه بستن وباز کردن کلید در بیشترین ولتاژ منبع
- ۵ مرتبه بستن وباز کردن دستی

در هنگام انجام این تستها، مشخصات عملکرد، ذکر شده در بند ۱-۷-۱ باید ثبت و ارزیابی شوند.

ج) پس از هر ۲۰۰۰ سیکل کاری باید مشخصات آمده در بند ۱-۷-۱ ثبت شوند.

د) پس از اتمام تست، کلید باید شرایط ذکر شده بند ۱-۷-۲ را داشته باشد.

۱-۷-۵- تستهای دمای پایین و بالا

۱-۷-۵-۱-کلیات

تستهای دمای زیاد و دمای کم باید تنها با توافق سازنده و مصرف کننده صورت گیرد. این دو تست نباید به صورت پی درپی انجام شود. برای کلیدهای کلاس ۵- داخلی، تست دمای پایین لازم نیست. در طول این تستها هیچگونه تعمیرات، تعویض اجزا، روغنکاری یا تنظیم مکانیکی مجاز نمی‌باشد.

دمای هوای محیط باید در فاصله ۱متری از کلید و در ارتفاعی برابر نصف ارتفاع کلید، اندازه گیری شود. تفاوت دمای هوا در ارتفاع کلید نباید بیش از 5k باشد.

۱-۷-۵-۲-تست دمای پایین

دیاگرام تست دمای پایین در شکل ۱-۲ الف آورده شده است. اگر تست دمای پایین بخواهد بلافاصله پس از تست دمای بالا صورت گیرد باید پس از مرحله ۱۰، تست دمای بالا انجام شود و در اینصورت مراحل ۱و ۲ تست دمای پایین حذف خواهد شد.

تست دمای پایین شامل مراحل زیر است:

۱- کلید تحت تست باید مطابق دستورالعمل‌های سازنده تنظیم شود.

۲- مشخصات و تنظیمات کلید باید مطابق بند ۱-۷-۱ در دمای (T_A) ۲۰ ± ۵ $^{\circ}C$ ثبت شود. تست آب بندی (در صورت لزوم) باید در حالتی که کلید بسته است انجام گیرد.

۳- هنگامیکه کلید درحالت بسته است دمای هوا باید مطابق کلاس کلید به مقدار T_L کاهش یابد. مقدار T_L می‌تواند ۲۵- $^{\circ}C$ یا ۴۰- $^{\circ}C$ باشد. کلید باید پس از تثبیت دمای هوا در T_L به مدت

۲۴ ساعت در حالت بسته بماند.

۴- در طول ۲۴ ساعتی که کلید دردمای T_L بسته است در صورت امکان باید تست آب بندی انجام شود. در این دما نرخ نشتی افزایش می‌یابد. این افزایش نشتی نباید از مقدار مجازی که توسط سازنده تعیین شده است بیشتر شود.(نرخ نشتی پس از برگشتن به دمای T_A دوباره به مقدار اولیه‌اش باز می‌گردد).

۵- پس از ۲۴ ساعت بسته بودن کلید در دمای T_L ، کلید باید در ولتاژ نامی منبع تغذیه عملکرد، باز وبسته شود. زمان باز شدن و بسته شدن کلید باید به عنوان مشخصات عملکرد دمای پایین کلید ثبت شوند. در صورت امکان باید سرعت کنتاکتها نیز ثبت شود.

۶- جهت تعیین رفتار کلید و سیستمهای آلارم و قفل کننده[1]، باید تغذیه وسایل گرمکن کلید به مدت tx قطع شود. در طول این مدت باید آلارم عمل کند ولی قفل کننده نباید عمل نماید. در پایان زمان tx، کلید باید در ولتاژ نامی منبع عملکرد، باز شود. زمان باز شدن باید بیشتر شود وسرعت کنتاکتها (در صورت امکان) باید اندازه گیری شود. سازنده باید زمان tx را که در آن کلید بدون وسایل گرمکن قادر به کار است بیان کند در صورتیکه tx بیان نشده باشد مقدار آن را می‌توان ۲ ساعت قرار داد.

۷- کلید باید ۲۴ ساعت در حالت باز باقی بماند.

۸- در طول مدت ۲۴ ساعتی که کلید در دمای T_L باز است در صورت امکان باید تست آب بندی انجام گیرد. افزایش نرخ نشتی نباید از حد مشخص شده توسط سازنده تجاوز کند.

۹- پس از ۲۴ ساعت باید ۵۰ عمل باز شدن و بسته شدن در ولتاژ نامی منبع، در دمای T_L انجام شود .بین هر دو عمل باز وبسته شدن باید حداقل ۳ دقیقه فاصله باشد.زمان اولین بسته وباز شدن کلید باید به عنوان مشخصه‌های عملکرد دمای پایین کلید ثبت شود. در صورت امکان باید سرعت کنتاکتها نیز اندازه گیری گردد.به دنبال اولین عمل بستن کلید و اولین عمل باز کردن کلید باید ۳ عمل باز بست کلید انجام شود. بقیه عملیات باز کردن و بستن باید به صورت C – ta – O- ta انجام گیرد.

۱۰- پس از انجام مرحله ۹، دمای هوای محیط باید با نرخ $10\ ^{\circ}K$ در ساعت افزایش یابد تا به مقدار T_A برسد. در طول افزایش دما کلید باید در ولتاژ نامی منبع به طور پی درپی به ترتیب عملکرد

1.Lockout

C – ta – O – ta – C و O – ta – C – ta – O، باز وبسته شود. فاصله زمانی بین دو ترتیب عملکرد فوق باید ۳۰ دقیقه باشد.

۱۱- پس از تثبیت دما در T_A ، بررسی مجدد مشخصات و تنظیمات کلید، مطابق مراحل ۱ و ۲ باید انجام گیرد و با مشخصات کلید در مراحل ۱ و ۲ مقایسه گردد.

۱-۷-۵-۳-تست دمای بالا

دیاگرام مراحل تست دمای بالا کلید درشکل ۱-۲ ب آورده شده است. اگر تست دمای بالا بخواهد بلافاصله پس از تست دمای پایین انجام گیرد باید پس از مرحله ۱۱، تست دمای پایین انجام شود و در اینصورت انجام مراحل ۱ و ۲ تست دمای بالا لازم نیست. مراحل انجام تست دمای بالا به شرح زیر است:

۱- کلید تحت تست باید مطابق دستوالعملهای سازنده تنظیم گردد.

۲- مشخصات و تنظیمات کلید باید مطابق بند ۱-۷-۱ در دمای هوای $20 \pm 5\ ^{\circ}C$ (TA) ثبت شود. تست آب بندی باید درصورت امکان هنگام بسته بودن کلید انجام گیرد.

۳- همچنانکه کلید بسته است دمای هوا باید تا $40\ ^{\circ}C$ افزایش یابد و کلید به مدت ۲۴ ساعت در حالت بسته دراین دما بماند.

توجه: اگر اثر نفوذ نور خورشید در نظرگرفته شده است لازم است که شرایط عادی تابش نور خورشید اعم از شدت و جهت تابش شبیه سازی شود. باید توجه داشت که با افزایش دما نمی‌توان اثر تابش را شبیه سازی نمود.

۴- در طول مدت ۲۴ ساعتی که کلید در دمای $40\ ^{\circ}C$ در حالت بسته است تست آب بندی در صورت امکان باید انجام شود. نرخ نشتی در این حالت بسته به دمای TA افزایش می‌یابد. افزایش نشتی کلید نباید از حد تعیین شده توسط سازنده بیشتر باشد.

۵- پس از طی ۲۴ ساعت کلید باید در ولتاژ و فشار نامی منبع عملکرد باز وبسته شود. زمان باز شدن و زمان بسته شدن کلید باید به عنوان مشخصات دمای بالای کلید ثبت شود. در صورت امکان سرعت حرکت کنتاکت نیز باید ثبت گردد.

۶- کلید باید بازشود و به مدت ۲۴ ساعت در دمای $40\ ^{\circ}C$ باز بماند.

۷- درطول ۲۴ ساعتی که کلید در دمای $40\ ^{\circ}C$ باز است تست آب بندی در صورت امکان باید انجام شود. افزایشی در نرخ نشتی ایجاد می‌شود که نباید بیشتر از حد تعیین شده توسط سازنده باشد.

۸- در پایان ۲۴ ساعت، ۵۰ عملکرد بستن و باز کردن کلید در ولتاژ نامی منبع عملکرد و دمای

$40^{\circ}C$ باید انجام شود. یک فاصله زمانی حداقل ۳ دقیقه‌ای باید بین هر عملکرد باشد. زمان اولین عملکرد بستن وباز شدن باید به عنوان مشخصات دمای بالای کلید ثبت شود. سرعت حرکت کنتاکت نیز در صورت امکان باید ثبت گردد. به دنبال اولین عملکرد بستن کلید و اولین باز شدن کلید، ۳ عملکرد باز بست (باز شدن بی‌درنگ کلید پس از بسته شدن) باید انجام گردد. بقیه عملیات باز کردن و بستن باید به ترتیب C – ta – O – ta انجام پذیرد.

۹- پس از انجام ۵۰ بار بستن و باز کردن، دمای هوا باید با نرخ $10^{\circ}K$ در ساعت به دمای TA کاهش یابد. در طول مدت کاهش دما، کلید باید درولتاژ و فشار نامی منبع، به طور متوالی به ترتیبهای عملکرد O – ta – C- ta –O و C – ta – O – ta – C عمل کند. فاصله زمانی بین هر دو ترتیب عملکرد باید ۳۰ دقیقه باشد.

۱۰- پس از اینکه دمای هوا در TA تثبیت شد یک بررسی مجدد روی تنظیمات و مشخصات کلید مطابق مراحل ۱ و ۲ و مقایسه با مشخصات اولیه باید صورت گیرد.

۱-۷-۶- تست رطوبت

تست رطوبت باید با توافق بین سازنده و مصرف کننده انجام شود و به قطعات تحت تأثیر رطوبت کلید محدود می‌شود.

۱-۷-۶-۱-روند تست

قطعات کلید باید در یک اتاق تست در حضور جریان هوا و با شرایط دما ورطوبت زیر تست شوند:

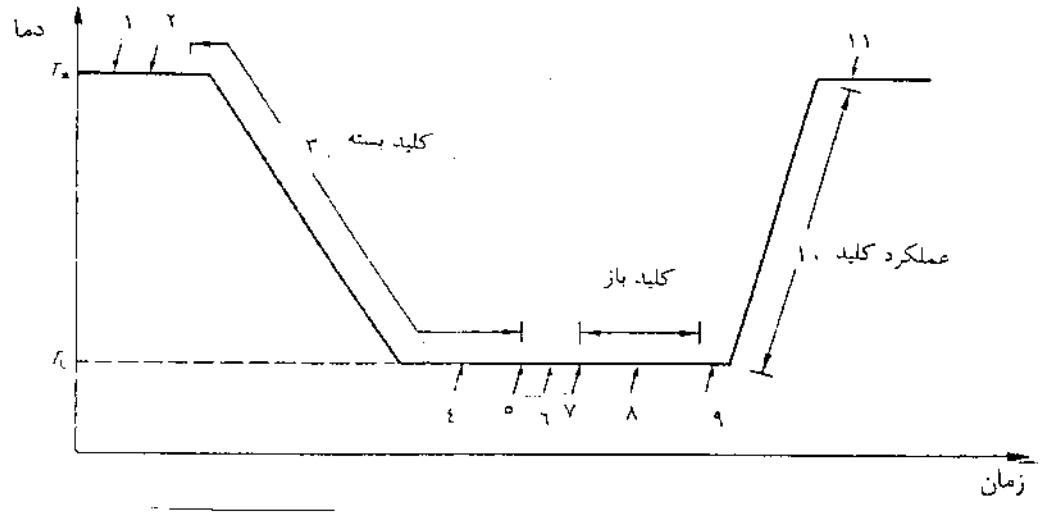
- دمای اتاق باید مطابق شکل ۶-۳ بین دو مقدار $5^{\circ}C \pm 25$ و $2^{\circ}C \pm 40$ به طور متناوب تغییر کند.
- رطوبت نسبی اتاق هنگامی که دما افزایش می‌یابد و نیز در طول مدتی که دما در $40^{\circ}C$ نگه داشته می‌شود به طور ثابت بالای ۹۵٪ نگه داشته می‌شود.

توجه : برای دست یافتن به شرایط فوق، بخار آب باید به داخل اتاق تزریق شود یا اینکه آب داغ به داخل اتاق پاشیده شود. افزایش دما از $25^{\circ}C$ به $40^{\circ}C$ می‌تواند با استفاده گرمای بخار یا آب داغ پاشیده شده در اتاق ایجاد شود. همچنین می‌توان از گرمکن اضافی در اتاق تست استفاده کرد.

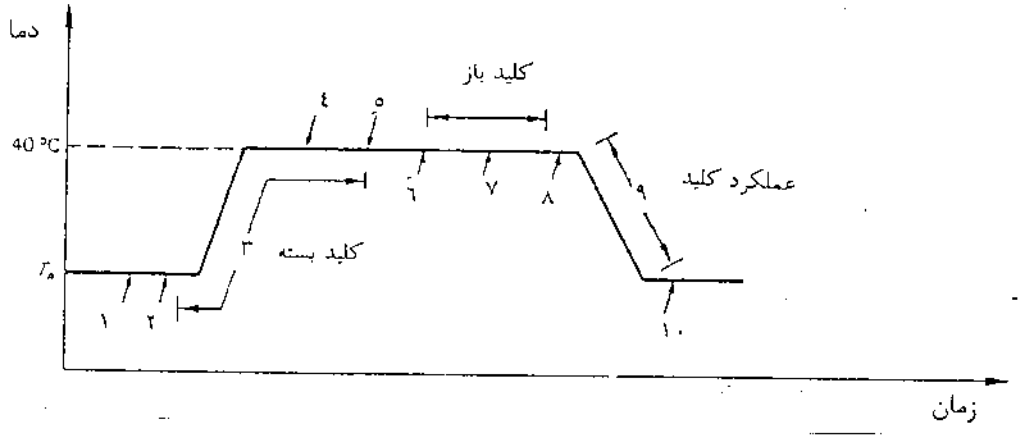
- هنگامی که دما از $40^{\circ}C$ به $25^{\circ}C$ کاهش می‌یابد رطوبت نسبی خاصی لازم نیست اما پس از تثبیت دما در $25^{\circ}C$ رطوبت نسبی باید بالای ۸۰٪ باشد. جهت دستیابی به توزیع یکنواخت رطوبت، هوا باید در اتاق گردش داشته باشد.

- آبی که برای ایجاد رطوبت در اتاق به کار می رود باید به گونه‌ای باشد که هنگام جمع شدن در اتاق دارای مقاومت الکتریکی برابر یا بیشتر از $۱۰۰\ \Omega m$ باشد و شامل هیچگونه نمک یا مواد خورنده نباشد.

عمل تست باید ۳۵۰ بار انجام گردد. پس از تست، مشخصات عملکرد قطعات کلید نباید تحت تأثیر قرار گرفته باشند. مدارهای کمکی و کنترلی باید ولتاژ فرکانس قدرت ۱۵۰۰ ولت را به مدت یک دقیقه تحمل نمایند. درجه خوردگی، در صورت وجود باید در گزارش تست ذکر شود.

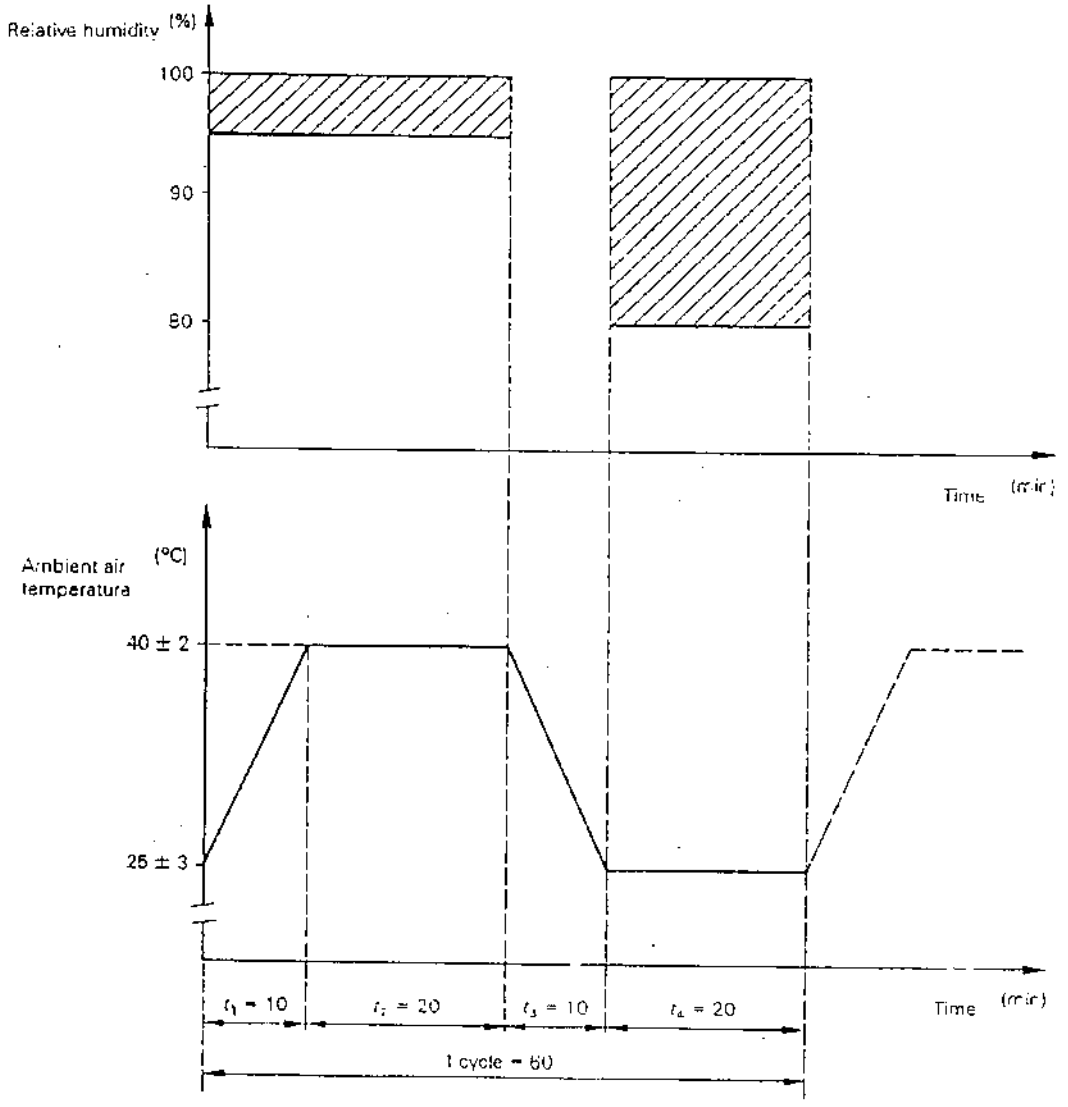


الف) تست دمای پایین



ب) تست دمای بالا

شکل (۶-۲) : آزمونهای دمای بالا و دمای پایین



شکل (۶-۳) : آزمون رطوبت

۱-۷-۷- تستهای آب بندی

۱-۷-۷-۱-آب بندی کلیدهای گازی

کلیدهای گازی از لحاظ آب بندی به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

الف) کلیدهای با فشار کنترل شده: کلیدهایی که به طور خودکار از منبع خارجی یا داخلی گاز پر می‌شوند. بعضی از کلیدهای sf6 از این نوعند.

ب) کلیدهای فشار بسته: کلیدهایی که به طور متناوب در دوره‌های زمانی مشخص به طور دستی با وصل شدن به یک منبع گاز خارجی پر می‌شوند. برخی از کلیدهای sf6 از این نوعند.

ج) کلیدهای کاملاً آب بندی شده: کلیدهایی هستند که در طول عمر مفیدشان هیچ نیازی به پرکردن گاز ندارد و به طور کامل در کارخانه سازنده، مونتاژ و تست شده‌اند. کلیدهای خلاء و برخی از کلیدهای sf6 از این نوع هستند.

۱-۷-۷-۱-۱- تعاریف

- فشار نامی (pr): فشار گاز داخلی کلید در دمای $۲۰^{\circ}C$ که باید برای پر کردن کلید از گاز مد نظر قرار بگیرد.
- فشار حداقل (pm) : فشار است که درآن، کلید برای اینکه بتواند به طور صحیح عمل کند باید از گاز پر شود.
- نرخ نشتی مطلق (F) : مقدار گازی که در واحد زمان از کلید خارج می‌شود و بر حسب $bar.cm^3/s$ بیان می‌شود.
- نرخ نشتی مجاز (Fp) : بیشترین نرخ نشتی که کلید می‌تواند داشته باشد و توسط سازنده کلید تعیین می‌گردد.
- نرخ نشتی نسبی (F_{rel}): نسبت نرخ نشتی مطلق به کل مقدار گاز داخل کلید در فشار نامی گاز که بر حسب در صد در سال یا درصد در روز بیان می‌شود.
- افت فشار (Δp): تغییر فشارگاز کلید در یک زمان معین که از نرخ نشتی گاز (f)، بدون پر شدن مجدد ناشی می‌شود.
- نمودار هماهنگی آب بندی (Tc): نموداری است که سازنده تهیه می‌کند و برای تست قطعات کلید و بررسی ارتباط بین آب بندی و قطعات آن به کار می‌رود.

۱-۷-۱-۲- مشخصه‌های آب بندی کلیدهای گازی

در کلیدهای فشارکنترل شده، آب بندی کلید با تعداد دفعات پر شدن سیتسم در طول روز یا افت فشار ایجاد شده در طول روز، مشخص می‌شود که مقدار مجاز آن توسط سازنده داده می‌شود.

در کلیدهای فشار بسته، آب بندی کلید با دو مشخصه زیر شناخته می‌شود:

- نرخ نشتی نسبی (F_{rel}) که مقدار ترجیحی آن ۱٪ در سال است.
- فاصله زمانی بین پر شدنهای مجدد که مقادیر ۳ و ۱۰ روز ترجیح داده می‌شوند.

درکلیدهای کاملاً آب بندی شده استحکام کلید با عمر مفید کلید مشخص می‌شود که مقادیر ترجیحی آن ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سال است.

۱-۷-۱-۳- مراحل انجام آزمونها

هدف از آزمونهای آب بندی کلیدها بررسی این موضوع است که نرخ نشتی گاز (F) از نرخ نشتی مجاز (Fp) تجاوز نکند. در صورت امکان، تست باید روی کل کلید در فشار نامی (Pr) انجام گیرد. در غیر اینصورت، تستها باید روی قطعات کلید انجام گیرد و نرخ نشتی مجاز قطعات تحت تست نسبت به نرخ نشتی کل کلید باید به وسیله نمودار هماهنگی آب بندی (Tc) نشان داده شود. تستها باید در دو حالت باز وبسته کلید صورت پذیرد، مگر اینکه نرخ نشتی از وضعیت کلید (باز یا بسته بودن) مستقل باشد.

گزارش تست نوعی آب بندی باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۱- توصیف مشخصات کلید یا قطعه تحت تست شامل حجم داخلی و طبیعت گاز داخل آن.

۲- باز یا بسته بودن کلید در حین تست

۳- فشار و دمای ثبت شده در شروع و پایان تست و تعداد دفعات پر کردن مجدد کلید

۴- تنظیمات دستگاه کنترل فشار گاز

۵- نشان دادن کالیبراسیون وسایل اندازه گیری

۶- نتایج اندازه‌گیری‌ها

آزمونهای آب بندی باید در طول عملکرد مکانیکی وتستهای دمای بالا و دمای پایین انجام شوند. نرخ نشتی کلیدها در دمای مرزی و همچنین حین عملکرد کلید، افزایش می‌یابد، اما پس از بازگشت دما به مقدار عادی یا کامل شدن عملکرد کلید، نرخ نشتی دوباره به مقدار اولیه‌اش برمی‌گردد. در هنگام افزایش دمای موقتی، نرخ نشتی کلید نباید بیش از ۳ برابر نرخ نشتی مجاز (Fp) شود.

آزمونهای آب بندی انواع کلیدها به شرح زیر می باشد:

الف) کلیدهای فشارکنترل شده:

نرخ نشتی (F_{rel}) باید با اندازه گیری افت فشار (Δp) در یک دوره زمانی کافی (t) بررسی شود. در طول این دورهٔ زمانی، وسایل پر کردن مجدد نباید عمل کنند.

ب) کلیدهای فشار بسته:

با اندازه‌گیری نرخ نشتی و با استفاده از نمودار هماهنگی آب بندی، مقادیر زیر محاسبه می‌شود:

- نرخ نشتی نسبی (F_{rel})

- فاصله زمانی بین پر شدن های مجدد کلید

توجه : به خاطر نرخ نشتی نسبتاً کم این کلیدها، اندازه گیری افت فشار آنها عملاً غیر ممکن است و اندازه گیری نرخ نشتی نیز ممکن است در عمل حدود ۵۰٪ خطا داشته باشد.

ج) کلیدهای کاملاً آب بندی شده:

کلیدهای sf6 آب بندی شده باید مطابق بند (الف) تست شوند. کلیدهای خلاء باید توسط روش الکترومغناطیسی تست شوند. یک میدان مغناطیسی بین دوکنتاکت باز کلید اعمال می‌شود و یک پالس ولتاژ با پریود حداکثر ۱۰۰ میلی ثانیه به آن اعمال می‌گردد. خلاء داخلی با اندازه جریان مشخص می‌شود. روند زیر در این روش باید صورت پذیرد.

۱- بیشترین فشار خلاء که در آن کلید هنوز قادر به حفظ مشخصات نامی خود است باید توسط سازنده تعیین شود.

۲ــرابطه بین سطح فشار خلاء و پارامترهای الکتریکی باید برای هر نوع کلید کالیبره گردد. این عمل می‌تواند با انجام روش الکترومغناطیسی همزمان با اندازه گیری فشار خلاء به روش متداول قبل از آب بندی کلید انجام گیرد. دقت این رابطه باید با تکرار تست ثابت شود.

سطح فشار خلاء باید دوبار بدون عملکرد کلید، اندزه گیری شود و فاصله زمانی بین دو اندازه‌گیری باید به اندازه‌ای باشد که نرخ تغییرات خلاء به خوبی قابل تشخیص باشد. این نرخ باید به گونه‌ای باشد که سطح فشار خلاء در طول مدت عمر مفید کلید به آستانه حداکثر مقدار قابل قبول (مجاز) نرسد. حداقل فواصل زمانی بین دو اندازه گیری بستگی به ابعاد کلید خلاء و حساسیت روش تست دارد. به طور معمول یک فاصله زمانی ۴ هفته‌ای به کار می‌رود.

۱-۷-۷-۲-آب بندی کلیدهای روغنی

کلیدهای روغنی از لحاظ آب بندی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱- کلیدهای فشار کنترل شده: به طور خودکار در موقع لزوم از روغن پر می‌شوند.

۲- کلیدهای فشار بسته: باید به طور دستی در فواصل زمانی از روغن پر شوند.

۱-۷-۷-۲-۱- مشخصه های آب بندی کلیدهای روغنی

آب بندی کلیدهای روغنی با فشار کنترل شده، با تعداد دفعات پر کردن کلید از روغن در روز یا افت فشار بدون پر کردن مجدد کلید مشخص می‌شود و مقدار مجاز این اقلام توسط سازنده داده می‌شود.

منظور از آب بندی کامل کلید اینست که هیچ نشت روغنی مشاهده نگردد و اگر تحت شرایط زیر مقدار کمی نشت روغن داشته باشیم آب بندی نسبی حاصل گردیده است:

- نرخ نشتی کمتر از نرخ نشتی مجاز باشد.
- نرخ نشتی با گذشت زمان یا افزایش تعداد عملکردهای کلید افزایش یابد.

نشت روغن موجب عملکرد اشتباه کلید یا وارد شدن صدمه به اپراتور مربوطه گردد.

۱-۷-۷-۲-۲- مراحل انجام آزمونها

کلید باید در وضعیتی مشابه وضعیت عادی سرویس قرار گیرد. تست آب بندی کلیدهای روغنی باید در خلال تستهای عملکرد مکانیکی و تست دمای بالا ودمای پایین کلید انجام گیرد و انتظار می‌رود در دماهای مرزی و حین عملکرد کلید نشتی افزایش یابد و پس از بازگشت دما به مقدار حالت عادی یا کامل شدن عملکرد کلید نرخ نشت روغن به مقدار اولیه خود بر گردد. افزایش موقتی نشت روغن نباید به عملکرد ایمن کلید آسیبی بزند.

کلید باید در طول یک دوره کافی تحت نظر باشد تا مقدار نشت روغن یا افت فشار آن مشخص شود.

گزارش تست باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۱- توصیف عمومی از کلید تحت تست.

۲- تعداد عملکردهایی که کلید پس از پر شدن اولیه داشته است.

۳- طبیعت و فشار روغن.

۴- دمای هوای محیط در طول مدت تست.

۵- نتایج تست هنگامیکه کلید در وضعیت بسته یا باز است.

فهرست مطالب

۲- آزمونهای جاری[1]

آزمونهای جاری به منظور آشکارکردن خطاهای مواد یا ترکیبات به کار می‌رود. این آزمونها به ویژگیها و قابلیت اطمینان کلید تحت تست آسیبی وارد نمی‌سازد.

آزمونهای جاری شامل موارد زیر می‌باشد:

۱) تست عایقی روی مدار اصلی

۲) تست عایقی روی مدارهای کمکی و کنترلی

۳) اندازه گیری مقاومت مدار اصلی

۴) آزمونهای عملکرد مکانیکی

۵) بررسی‌های صوری

گزارش نویسی برای تستهای جاری لازم نیست مگر اینکه بین سازنده و خریدار توافقی حاصل شده باشد.

۲-۱- تست عایقی روی مدار اصلی

تست استقامت عایقی در برابر ولتاژ فرکانس قدرت در هوای خشک مطابق بند ۱-۳-۲ باید انجام گیرد.

با توجه به شکل ۶-۱ ولتاژ تست باید مطابق جدول ۶-۵ به کلید اعمال شود.

جدول (۶-۵) : آزمونهای استقامت عایقی مدار اصلی

شماره تست	وضعیت کلید	ترمینالهایی که ولتاژ تست به آنها اعمال می‌شود	ترمینالهای زمین شده
۱	بسته	AaCc	Bbf
۲	بسته	Bb	AaCcf
۳	باز	ABC	abcf
۴	باز	abc	ABcf

۲-۲- تست عایقی روی مدارهای کمکی و کنترلی

تست عایقی مدارهای کمکی و کنترلی طبق بند ۱-۳-۵ باید انجام شود. در صورت توافق با سازنده مدت زمان اعمال ولتاژ تست می‌تواند به ۱ ثانیه کاهش یابد.

1.Routine tests

- بررسی عملکرد تجهیزات آلارم و اینترلاکهای هیدرولیکی، نیوماتیکی و مکانیکی
- بازرسی ترمینالهای زمین کلید

در کلیدهایی که مجهز به رلهٔ جریان زیاد هستند، تنظیم جریانی رله باید در حداقل مقدار قابل تنظیم باشد. باید نشان داده شود که رله جریان زیاد باز کردن کلید را در جریانهای بالای ۱۱۰٪ جریان تنظیمی‌اش شروع می‌کند. جریان عبوری از رله جریان زیاد برای این تست می‌تواند توسط یک منبع ولتاژ پایین تأمین شود.

۲-۵- بررسیهای صوری

مطابقت مشخصات کلید با فرم درخواست کلید باید بررسی شود. به طور خاص اقلام زیر باید بررسی گردد.

- زبان و اطلاعات پلاک شناسایی
- شناسایی تمام تجهیزات کمکی
- رنگ و کیفیت رنگ آمیزی و حفاظت در برابر خوردگی سطوح فلزی

بخش چهارم
آئین‌کار و روشهای اجرایی

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-کلیات ۱
۲-شرایط حین حمل ونقل، نگهداری و نصب کلید ۱
۳-نصب ۱
۴-بهره برداری ۲
۵-تعمیرات و بازرسی ۲
۵-۱-توصیه‌هایی برای سازنده ۲
۵-۲-توصیه‌هایی به خریدار (مصرف کننده) ۳
۵-۳-گزارش نقص فنی کلید ۳
۵-۴-بازرسی ۵
۵-۴-۱-بازرسی عمومی ۵
۵-۴-۲-کلیدهای کم روغن ۶
۵-۴-۳-کلیدهای خلاء ۶
۵-۴-۴-کلیدهای sf6 ..... ۷

فهرست مطالب

۱- کلیات

حمل ونقل ، نگهداری ، نصب ، بهره برداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدها باید مطابق با دستورالعملهای سازنده صورت گیرد. بنابراین سازنده کلید باید دستورالعملهای لازم در این زمینه را ارائه نماید. دستورالعملهای مربوط به حمل ونقل نگهداری باید در زمان مناسب قبل از تحویل کلید و دستورالعملهای نصب، بهره برداری و تعمیرات باید در زمان تحویل کلید ارائه گردد. در اینجا به مهمترین اطلاعاتی که باید توسط سازنده ارائه گردد اشاره می‌گردد.

۲- شرایط حین حمل ونقل، نگهداری و نصب کلید

در مواردی که شرایط محیطی از قبیل دما و رطوبت ذکر شده درفرم سفارش کلید در طول حمل ونقل، نگهداری و نصب کلید تضمین نشده باشد باید یک توافق ویژه در این زمینه بین سازنده و خریدار صورت گیرد.

احتیاطات لازم جهت محافظت از عایقبندی کلید حین حمل ونقل، نگهداری و نصب، قبل از برقرار کردن کلید باید صورت گیرد به عنوان مثال باید از جذب رطوبت هنگام بارش باران یا برف جلوگیری شود. همچنین لرزش کلید هنگام حمل و نقل باید در نظر گرفته شود.

فهرست مطالب

۳- نصب

سازنده کلید باید دستور العملی ارائه نماید که حداقل شامل موارد زیر باشد:

- نکات ایمنی هنگام باز کردن بسته بندی و حرکت دادن کلید
- نحوه قرار گرفتن کلید و تجهیزات کمکی و کنترلی آن به همراه جزئیات کامل محل و پایه‌هایی که کلید روی آنها قرار می‌گیرد.
- اتصالات شامل نحوه اتصالات ترمینالهای کلید، مدارهای کمکی، ابعاد و نحوه اتصالات لوله‌های روغنی یا گاز و اتصال زمین.
- بازرسی‌ها و تستهای لازم پس از نصب کلید جهت ارزیابی عملکرد صحیح کلید، تنظیمات کلید (در صورت وجود) و معاینه نهایی کلید قبل از بهره برداری از آن.

پس از نصب کلید و وصل کردن اتصالات آن، باید آزمونهایی روی کلید انجام شود.

هـدف از ایـن آزمونها بررسی صدمه ندیدن کلید در حمل و نقل و نگهداری است. این آزمونها می‌تواند توسـط خـود سـازنده، یا توسط خریدار مطابق دستورات سازنده صورت گیرد و نتایج آن در گزارش تست ارائه گردد.

فهرست مطالب

۴- بهره برداری

دستورالعمل سازنده باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- توصـیف عمومی تجهیزات با تکیه بر مشخصات فنی به طوری که خریدار درک صحیحی از اساس عملکرد کلید داشته باشد.
- توصیف طرحهای ایمنی و عملکرد تجهیزات اینترلاک
- توضیحات مناسب برای عملکرد صحیح عایقبندی، سیستم زمین و تجهیزات دیگر کلید

۵- تعمیرات و بازرسی

۵-۱- توصیه‌هایی برای سازنده

الف) سازنده باید یک راهنمای تعمیرات شامل اطلاعات زیر ارائه نماید

۱- دوره‌هـای زمانی تعمیرات: برای مشخص کردن این مورد باید تعداد عملکرد کلید به همراه جریان وصـل یـا قطـع شونده که پس از آن باید تعمیرات انجام گیرد مشخص گردد. همچنین فاصله‌های زمانـی کـه کلید (مستقل ازتعداد عملکرد) باید تحت تعمیر قرار گیرد مشخص شود. در مشخص کردن پارامترهای بالا باید شرایط محیطی نیز ذکر گردد.

۲- جزئیات عمل تعمیر شامل: مکان پیشنهادی برای تعمیر، روند بازرسی ، تست و معاینه کامل کلید ، مـراجع نقشـه‌ها و شماره قطعات، استفاده از وسایل و تجهیزات مخصوص، احتیاطات لازم هنگام تعمیر و روش روغنکاری کلید.

۳- نقشه‌های جامع جزئیات قابل تعمیر کلید با مشخصات واضح قطعات

۴- محـدودهٔمقادیـری که اگر از آن محدوده خارج شوند باید تصحیح گردند. به عنوان مثال: محدوده چگالی و فشار، زمانهای عملکرد، مقاومت مدار اصلی، مشخصات روغن یا گاز کلید و...

۵- مشخصـات مـواد کمکـی جهت سرویس کلید وهشدارهای مربوط به عدم سازگاری این مواد با هم بعضی از این مواد عبارتند از: گریس ، روغن و مواد پاک کننده.

۶- لیست کامل وسایل مخصوص حرکت دادن کلید.

۷- آزمونهای پس از تعمیرات.

۸- لیست لوازم یدکی پیشنهادی و نحوه نگهداری آنها.

۹- تخمین زمان تعمیرات برنامه ریزی شده.

ب) سازنده مسؤول در دسترس بودن لوازم یدکی مورد نیاز برای تعمیرات به مدت حداقل ۱۰ سال پس از تولید کلید می‌باشد.

۵-۲- توصیه‌هایی به خریدار (مصرف کننده)

الف) مصرف کننده باید تعمیرات را انجام دهد و کارکنان باید اطلاعات کافی از جزئیات کلید تحت تعمیر داشته باشند.

ب) مصرف کننده باید اطلاعات زیر را ثبت نماید:

- شماره سریال و نوع کلید
- تاریخی که درآن شروع به بهره برداری از کلید نموده است
- نتایج تمام اندازه گیری‌ها و آزمونها
- تاریخ انجام تعمیرات
- سابقه سرویس کلید با استفاده از شمارنده عملکرد کلید یا سایر نشان دهنده‌ها

ج) در صورت بروز نقص فنی برای کلید، مصرف کننده باید یک گزارش نقص فنی به سازنده ارائه دهد.

۵-۳- گزارش نقص فنی کلید

منظور از گزارش نقص فنی کلید، استاندارد کردن ثبت نقص فنی کلید با اهداف زیر می‌باشد:

- توصیف نقص فنی با به کار گیری اصطلاحات و تعاریف مشترک.
- فراهم کردن اطلاعات آماری
- فراهم کردن یک فیدبک معنی دار به سازنده برای بهبود کیفیت کلیدها

گزارش نقص فنی باید شامل موارد زیر باشد:

الف) مشخصه‌های کلید دچار نقص فنی:

- نام پست
- مشخصات کلید(سازنده، نوع، شماره سریال و مقادیرنامی)
- محل نصب (داخلی ، بیرونی)
- مکانیزم عملکرد (هیدرولیک، نیوماتیکی، فنردستی یا فنر موتوری)

ب) سابقه کلید:

- تاریخ بازرسی کلید
- تاریخ بروز نقص فنی
- تعداد کل عملکردهای کلید
- زمان آخرین تعمیر
- جزئیات هر گونه تغییر ایجاد شده در کلید پس از ساخت
- تعداد کل عملکردهای کلید پس از آخرین بار تعمیر
- شرایط کلید (در حال کار، در حال تعمیرو...) هنگام بروز نقص فنی

ج) تنشهایی که در بروز نقص فنی دخالت داشته‌اند شامل شرایط محیطی نظیر: دما ، باد، باران، برف، یخبندان، آلودگی، صاعقه و...

د) مبدأ بروز نقص فنی (مکانیکی، الکتریکی، آب بندی) و علت آن (طراحی ، دستورات غیر دقیق ،نصب غیر صحیح، تعمیرات نادرست و...)

ه) نتایج ناشی از نقص فنی کلید:

- زمان خارج از مدار بودن کلید
- مدت زمان تعمیر
- هزینه کارگر (تعمیرکار)
- هزینه لوازم یدکی

گزارش نقص فنی همچنین باید شامل اطلاعات زیر باشند:

- نقشه‌ها و طرحها
- عکس قطعات دچار نقص فنی
- دیاگرام تک خطی
- نمودارها و جداول اطلاعات ثبت شده

۵-۴- بازرس:

۵-۴-۱- بازرسی عمومی

معاینه کلی کلید برای مشخص کردن هرگونه علامت خرابی، نشت روغن ، هرگونه بوی ناشی از گرم شدن بیش از حد و هر صدای ناشی از تخلیه الکتریکی یا لق بودن قطعات کلید باید همواره انجام گیرد.در صورت امکان باید تمام عایقهای خارجی، مکانیزم عملکرد، اتصال زمین و دیگر بخشهای قابل رویت برای تشخیص هر گونه حالت غیر عادی بررسی شوند. همچنین بی عیب بودن محفظه سلول کلید نیز باید بررسی شود.

این بازرسی باید شامل بررسی پاکیزگی تجهیزات و محیط اطراف آنها، مخصوصاً هر گونه درزی که برای جلوگیری از نشت دود، گاز یا روغن ایجاد شده است، باشد. پس از این معاینات توصیه می‌شود که چند بار کلید را باز و بسته کنند.

اگر در حین بازرسی یک قطعه داخلی مشکوک پیدا شد باید تجهیزات کلید پیاده شود و آزمونهای مربوط به قطعه مشکوک و همچنین بازرسی صوری آن انجام گیرد. در چنین مواردی باید جهت دسترسی به قطعات داخلی کلید با سازنده مشورت شود.

پس از وقوع هر خطا، کلید باید بازرسی شود. بازرسی کلید پس از اتصال کوتاه در سیستم، باید شامل موارد زیر باشد:

الف) عایقها و سایر بخشهایی که در معرض بخار فلز قرار دارند باید تمیز شوند و ترک خوردگی، سوختگی یا هر گونه صدمه دیگر باید بررسی شود.

ب) کنتاکتها باید جهت بررسی سوختگی یا هر صدمه دیگر معاینه شوند و در صورت لزوم باید تعمیر یا تعویض شوند. همچنین تمیز بودن و جفت شدن کنتاکتها باید بررسی شود.

ج) صحت مکانیزم عملکرد باید بررسی شود و روی تنظیمات و فواصل ایمنی پس از تعویض کنتاکتها باید توجه خاص صورت گیرد.

د) ساختار کلی کلید و مکانیزم عملکرد آن باید از لحاظ صدمات مکانیکی بازرسی گردد.

ه) قبل از اینکه کلید دوباره مورد بهره برداری قرار گیرد ابتدا تست مقاومت عایقی و پس از آن تست بررسی عملکرد کلید باید انجام گیرد.

۵-۴-۲- کلیدهای کم روغن

منافذ و مجاری عبور روغن از لحاظ جریان روان روغن و گاز باید بازرسی شوند. در صورت وجود اتصال و ارتباط بین بخشهای ثابت و متحرک باید از سالم بودن آن اطمینان حاصل کرد. به هیچ وجه مجاری عبور روغن نباید اضافه بر ظرفیت طراحی شده ، روغن عبور دهند.روغن مخزن مکانیزم عملکرد کنترل نشده کلید نباید تخلیه شود، مگر اینکه طبق دستورالعمل سازنده باشد.

نمونه‌ای از روغن کلید باید تحت تستهای استقامت الکتریکی و جذب رطوبت قرار گیرند و در صورتیکه شرایط لازم را ندارد (مطابق استاندارد IEC296) باید با روغن مناسب جایگزین شود. قبل از پر کردن مخزن کلید، باید داخل مخزن و قطعات غوطه ور در روغن کلید با روغن تمیز شستشو داده شوند. همچنین مخزن روغن و سطح هادی‌ها و عایقهای کلید باید عاری از هرگونه آلودگی یا رطوبت باشند. هنگام پر کردن مخزن از روغن باید از ورود هوا در خلال ورود روغن حتی الامکان جلوگیری شود و بهتر است مخزن از پایین پر شود و پس از پر کردن کلید باید مدتی برای جاگیری روغن در مخزن صبر شود. کلید به هیچ وجه نباید توسط روغن داغ پر شود. غلظت روغن کلید و علائم کاهش روغن کلید باید به طور مرتب بررسی شود.

جداره مخزن روغن باید بازرسی شود و سوختگی یا هر نوع صدمه دیگر به آن به خصوص پوسته کردن جداره که نشان دهنده وجود رطوبت است باید بررسی گردد. در صورتیکه در مورد وجود رطوبت تردید وجود دارد باید قسمتی از جداره در روغن داغ حدود $105^{\circ}C$ قرار گیرد تا وجود رطوبت با کف کردن روغن مشخص شود.

هنگام وقوع خطا، ممکن است مقادیری دود وگازهای قابل اشتعال درکلید تولید شود بنابراین باید مدتی صبر کرد و تا این گازها خارج شوند سپس اقدام به بازرسی و جدا کردن بخشهای کلید از یکدیگر نمود. در صورتیکه پس از وقوع خطا رنگ روغن به شدت تغییر کرده باشد یا ذرات کربن در روغن مشاهده گردد باید روغن با رعایت قواعدی که در بالا ذکر شده تعویض گردد. همچنین پس از هر خطا باید درزهای کلید از لحاظ آب بندی بررسی شوند.

۵-۴-۳- کلیدهای خلاء

به خاطر اینکه کلیدهای خلاء کاملاً آب بندی شده‌اند بازرسی و تعمیر قطعات داخلی آنها ممکن نیست. ساییدگی کنتاکتها وسالم بودن محفظه خلاء با بکارگیری روشهای پیشنهادی سازنده باید تعیین شود.

۵-۴-۴- کلیدهای sf6

گاز sf6 یک گاز بی اثر، بی رنگ ، بی مزه ، غیر قابل اشتعال ، غیر سمی، سنگین تر از هوا و از لحاظ شیمیایی پایدار است. در دماهای بالا (بیش از ۸۰۰۰C) و هنگام ایجاد قوس الکتریکی گاز sf6 به ترکیبات اکسید فلوئور می‌دهد. درکلیدهای sf6 از پودر آلومینا و زغال چوب استفاده می‌شود که به راحتی می‌توانند این ترکیبات را جذب کنند. در حضور رطوبت ترکیبات حاصل از تجزیه sf6 هیدرولیز می‌شوند و پودر خاکستری رنگ چسبناکی تشکیل می‌دهند. این پودر روی پوست، چشم و مخاط تنفسی ایجاد حساسیت می‌کند.

در ولتاژ ها توزیع مقدار گاز موجود درکلیدها بسیار کم است وحداکثر به چند صد لیتر درفشار اتمسفر می‌رسد. تجربه نشان داده است که نشت گاز از کلید فوق العاده ناچیز است و ترکیبات حاصل از ایجاد قوس درگاز sf6 توسط موادی که قبلاً به اندازه چند سانتیمتر از سطح محفظه را می‌پوشاند جذب می‌شوند. بنابراین خطری از این لحاظ وجود نخواهد داشت. در صورتیکه محفظه کلید دچار نقص شده باشد درهنگام بروز قوس الکتریکی، محصولات سمی حاصل ممکن است در فضا منتشر شوند در این حالت توصیه‌های زیر برای افرادی که در پست کار می‌کنند قابل اجراست:

الف) اگر هنگام باز کردن در نزدیک به محل نصب کلید بوی غیر عادی به مشام رسید باید پست به طور کامل تهویه شود.

ب) تا حدامکان باید از ورود به پست حین تهویه پست خودداری نمود.

ج) پس از تهویه، می‌توان قسمتهای صدمه دیده را تعویض و کلید و محفظه آن را تمیز کرد. البته محصولات جامد ناشی از ترکیب مواد حاصل از تجربه sf6 با آب ممکن است روی پوست اثر نامطلوب بگذارند بنابراین باید از عینک، دستکش وماسک استفاده گردد. سپس باید عینک ودستکشها به طور مکرر شستشو شوند.

لیست گزارشات