

معیار ارزش گذاری کلیدهای فشار

ضعیف

تهیه کنندگان:

دکتر عباس باباجانی، مهندس مازیار حیدری،

مهندس کاوه عبهری، مهندس سعید ربیعی،

و مهندس رضا حمیدی

تهیه شده در:

شرکت تهران پادنا

مهر ماه ۱۳۸۳

فهرست

(۱) مقدمه

(۲) مشخصات کلید های فشار ضعیف

(۳) آزمایشات کلید های فشار ضعیف

(۱-۳) آزمایشات نوعی (Type tests)

(۲-۳) آزمایشات عادی (Routin tests)

(۴) دستور العمل بسته بندی کلید های فشار ضعیف

(۵) مدارک و مستندات

(۶) جدول ارزیابی نهایی کلید های فشار ضعیف

پیوست (۱) نمونه گزارش تست یک کلید گروه کاربردی A

پیوست (۲) نمونه گزارش تست یک کلید گروه کاربردی B

مراجع

(۱) مقدمه

با توجه به تنوع زیاد شرکتهای تولید کننده تجهیزات الکتریکی و با توجه به تفاوت قیمتی محصولات این شرکتهای، لازم است تا معیارهایی برای ارزش گذاری تولیدات این شرکتهای وضع شود تا بتوان از میان تولیدات متنوع موجود در بازار بهترین انتخاب را با توجه به کارایی و قیمت انجام داد.

در این گزارش برخی از مشخصات کلیدهای فشار ضعیف و خلاصه ای از آزمونهایی که بر روی کلیدهای فشار ضعیف با توجه به استاندارد IEC 60947 Part 2 انجام می شود بیان شده است تا بتوان با استفاده از این مطالب کلید های موجود در بازار را بهتر ارزیابی کرد. همچنین در تهیه این مجموعه سعی شده است که علاوه بر مطالب مندرج در استاندارد از تجربیات کارشناسان و دستور العملهای تهیه شده در شرکت تهران پادنا، که در زمینه کلید های اتوماتیک فشار ضعیف در ایران دارای سابقه بالایی می باشد، نیز برای غنی سازی این مطالب استفاده شود. به این ترتیب با استفاده از این اطلاعات می توان معیار مناسبی برای ارزش گذاری کلید های فشار ضعیف وضع کرد تا بر اساس نوع کاربرد ، کیفیت محصول و قیمت بهترین محصول انتخاب گردد.

۲) مشخصات کلید های فشار ضعیف

در جدول (۱) برخی از مشخصات های کلیدهای فشار ضعیف نشان داده شده اند و در ادامه تعاریف این

مشخصات بطور خلاصه بیان شده اند.

جدول (۱) مشخصات کلید های فشار ضعیف.

| تعداد قطبها | |
|--|---------------|
| نوع جریان | |
| ولتاژ مجاز کاری (U_e) | ولتاژهای مجاز |
| ولتاژ مجاز عایقی (U_i) | |
| ولتاژ مجاز ضربه (U_{imp}) | |
| جریان مجاز حرارتی در هوای آزاد (I_{th}) | جریانهای مجاز |
| جریان مجاز حرارتی در محیط بسته (I_{the}) | |

| | | |
|---|----------------------|----------------------------|
| جریان مجاز (I_n) | | |
| دوره کاری ۸ ساعته | | دوره کاری |
| دوره کاری پیوسته | | |
| قدرت وصل مجاز (I_{cm}) | | مشخصات اتصال کوتاه |
| قدرت قطع اتصال کوتاهی (I_{cu}) | قدرت قطع اتصال کوتاه | |
| قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه (I_{cs}) | | |
| جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه (I_{cw}) | | |
| گروه کاربردی (Utilization Category) | | |
| مدارات کنترلی | | |
| مدارات کمکی | | |
| رله شنت | | رله ها |
| آنی (بدون تاخیر زمانی) | رله اضافه جریان | |
| تأخیر زمانی معین | | |
| تأخیر زمانی معکوس | | |
| رله افت ولتاژ | | |
| رله های دیگر | | |
| تحمل پذیری مکانیکی | | تحمل پذیری* (Endurance) |
| تحمل پذیری الکتریکی | | |

* تحمل پذیری جزو مقادیری، که بر طبق استاندارد، باید در مشخصات کلید ذکر شود نمی باشد اما اکثر سازنده ها این مقدار را برای کلید خود ذکر می کنند.

۲-۱) تعداد قطبها

این عدد بیانگر تعداد قطبهای کلید می باشد.

۲-۲) نوع جریان

در مورد نوع جریان، نوع جریان از لحاظ AC یا DC بودن و همچنین در مورد جریانهای AC تعداد فازها

و فرکانس مجاز بیان می شود.

۲-۳) ولتاژهای مجاز

۲-۳-۱) ولتاژ مجاز کاری^۱ (U_e)

ولتاژ مجاز کاری، ولتاژی است که به همراه جریان مجاز کاری کاربرد کلید را مشخص می کند. همچنین آزمایشات مربوطه و گروه کاربرد (Utilization Category) کلید به این ولتاژ ارجاع داده می شوند. در مدار شکنهایی که برای استفاده در سیستمهایی هستند که اتصال کوتاه باعث ظاهر شدن ولتاژ بین فازی روی یک قطب نمی شود، U_e عموماً ولتاژ بین فازها را بیان می کند.

توضیح: برای استفاده در کانادا و آمریکا

(a) برای سیستم های سه فاز چهار سیمه که نول آنها زمین شده باشد، U_e بیان کننده ولتاژ بین فازها و زمین به همراه ولتاژ بین فازی است (به عنوان مثال 277 / 480 V).

(b) برای سیستم های سه فاز سه سیمه و یا سیستمهایی که از طریق یک امپدانس زمین شده اند فقط ولتاژ فازی بیان می شود (به عنوان مثال 480V).

در مدار شکنهایی که برای استفاده در سیستمهایی هستند که اتصال کوتاه باعث ظاهر شدن ولتاژ بین فازی بر روی یک قطب می شود، U_e بیان کننده ولتاژ بین فازی است و یک حرف C قبل از آن قرار می گیرد.

۲-۳-۲) ولتاژ مجاز عایقی^۲ (U_i)

ولتاژ مجاز عایقی، ولتاژی است که دی الکتریکها می توانند از جهش آن جلوگیری کنند. در صورتیکه عددی برای آن ذکر نشده باشد، بالاترین مقدار ولتاژ مجاز کاری برای آن در نظر گرفته می شود. توضیح: آزمایشات دی الکتریک و فاصله خزش به این ولتاژ ارجاع داده می شوند و در هیچ شرایطی ولتاژ مجاز کاری از این مقدار فراتر نمی رود.

۲-۳-۳) ولتاژ مجاز ضربه^۳ (U_{imp})

¹ Rated Operational Voltage

ولتاژ مجاز ضربه، حداکثر ولتاژ ضربه ای است که تجهیزات می توانند در شرایط استاندارد بدون بروز نقصی تحمل کنند. این ولتاژ می بایستی از حداکثر اضافه ولتاژ گذاری که ممکن است در سیستم بوجود آید بزرگتر باشد.

۴-۲) جریانهای مجاز

۱-۴-۲) جریان متعارف حرارتی در هوای آزاد^۴ (I_{th})

جریان مجاز حرارتی در هوای آزاد، جریانی است که در آزمایش افزایش دما (Temperature Rise) بکار می رود. این جریان می بایست از حداکثر جریان مجاز کاری (در دوره وظیفه ۸ ساعته) بیشتر باشد. توضیح: این جریان جزء مقادیر مجاز نیست و لزومی ندارد که بر روی دستگاه ثبت شده باشد.

۲-۴-۲) جریان حرارتی مجاز در محیط بسته^۵ (I_{the})

تعریف این جریان نیز همانند I_{th} می باشد با تفاوت که کلید در محفظه مخصوص خودش نصب شده است.

۳-۴-۲) جریان مجاز^۶ (I_n)

در کلیدها، جریان مجاز همان جریان پیوسته مجاز I_u است که مساوی با I_{th} می باشد. توضیح: I_u مقدار جریانی است که کلید می تواند به طور پیوسته از خود عبور کند.

۵-۲) فرکانس مجاز^۷

² Rated Insulation Voltage

³ Rated Impulse Withstand Voltage

⁴ Conventional Free Air Thermal Current

⁵ Conventional Enclosed Thermal Current

⁶ Rated Current

فرکانس مجاز، فرکانسی است که دستگاه برای کار در آن فرکانس طراحی شده است.

توضیح : فرکانس مجاز می تواند، فقط دارای یک مقدار باشد، یک محدوده مقادیر داشته باشد و یا برای AC و DC باشد.

۲-۶) دوره کاری مجاز

۲-۶-۱) دوره کاری ۸ ساعته^۸

در دوره کاری ۸ ساعته، اتصالات اصلی یک کلید بسته می مانند در حالیکه جریانی مانا از آنها عبور می کند و می بایست در این مدت کلید به شرایط تعادل دمایی رسیده باشد ولی کل زمان نمی بایست از ۸ ساعت بیشتر باشد.

۲-۶-۲) دوره کاری پیوسته^۹

در این دوره کاری، اتصالات اصلی بسته می مانند و جریانی مانا از آنها عبور می کند. این دوره کاری معمولاً بیشتر از ۸ ساعت می باشد (هفته، ماه یا حتی سالها).

۲-۷) مشخصات اتصال کوتاه ۲-۷-۱) قدرت وصل مجاز^{۱۰} (I_{cm})

قدرت وصل مجاز توسط کارخانه سازنده در ولتاژ مجاز کاری، فرکانس مجاز، ضریب توان مشخص در AC و یا ثابت زمانی مشخص در DC بیان می شود. برای AC این پارامتر نباید کمتر از قدرت قطع نهایی کلید ضرب شده در ضریب n (موجود در جدول (۲)) باشد. برای جریانهای DC این پارامتر نباید کمتر از قدرت قطع نهایی کلید باشد.

⁷ Rated Frequency

⁸ Eight-Hour Duty

⁹ Uninterrupted Duty

¹⁰ Rated Short-Circuit Making Capacity

جدول (۲). نسبت n ، بین قدرت وصل اتصال کوتاه و قدرت قطع اتصال کوتاه و ضریب توان مربوطه.

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-2 چاپ سال ۲۰۰۳، جدول ۲، صفحه ۳۷)

| Short-circuit breaking capacity kA r.m.s | Power factor | Minimum value required for n $n = \frac{\text{Short - circuit making capacity}}{\text{Short - circuit breaking capacity}}$ |
|---|--------------|---|
| $4.5 \leq I \leq 6$ | 0.7 | 1.5 |
| $6 < I \leq 10$ | 0.5 | 1.7 |
| $10 < I \leq 20$ | 0.3 | 2.0 |
| $20 < I \leq 50$ | 0.25 | 2.1 |
| $50 < I$ | 0.2 | 2.2 |

۲-۷-۲) قدرت قطع اتصال کوتاه

قدرت قطع اتصال کوتاهی است که توسط سازنده برای شرایط مجاز ذکر می گردد. وقتی عددی به عنوان قدرت قطع اتصال کوتاه ذکر می شود یعنی کلید می تواند تمامی جریانهای اتصال کوتاه کمتر و مساوی با آن عدد را تحت شرایط مجاز قطع کند. در جریانهای AC عدد ضریب توان از عدد ذکر شده در جدول (۳) نباید کمتر باشد و در جریانهای DC ثابت زمانی نباید بزرگتر از مقدار جدول (۳) باشد.

جدول (۳) مقادیر ثابتهای زمانی و ضریب توان نسبت به جریان.

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-2 چاپ سال ۲۰۰۳، جدول ۱۱، صفحه ۸۱)

| TEST CURRENT I kA | Power Factor | | | Time constant ms | | |
|----------------------|---------------|------------------------------------|----------|---------------------|------------------------------------|----------|
| | Short circuit | Operational Performance Capability | Overload | Short circuit | Operational Performance Capability | Overload |
| $I \leq 3$ | 0.9 | 0.8 | 0.5 | 5 | 2 | 2.5 |
| $3 < I \leq 4.5$ | 0.8 | | | | | |
| $4.5 < I \leq 6$ | 0.7 | | | | | |
| $6 < I \leq 10$ | 0.5 | | | | | |
| $10 < I \leq 20$ | 0.3 | | | | | |
| $20 < I \leq 50$ | 0.25 | | | | | |
| $50 < I$ | 0.2 | | | | | |

۲-۷-۲-۱) قدرت قطع اتصال کوتاه نهایی^{۱۱} (I_{cu})

این عدد توسط سازنده برای ولتاژ مجاز کاری مجاز بیان می شود. شرایطی که برای آزمایش این جریان ذکر می شود شامل عبور پیوسته جریان مجاز قبل از آزمایش این قدرت قطع نمی باشد.

۲-۷-۲-۲) قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه^{۱۲} (I_{cs})

این عدد توسط سازنده برای ولتاژ مجاز کاری مجاز بیان می شود. اما شرایطی که برای آزمایش این جریان ذکر می شود شامل عبور پیوسته جریان مجاز قبل از آزمایش این قدرت قطع می باشد. مقدار این جریان برحسب kA و یا درصدی از I_{cu} بیان می شود و به نزدیکترین مقدار موجود در جدول ۴ گرد می شود. به عنوان مثال : $I_{cs} = 25\% I_{cu}$

۲-۷-۳) جریانهای مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه

این پارامتر در یک کلید مقدار مقاومت در برابر جریان در زمان کوتاه را مشخص می کند و بوسیله سازنده ارائه می گردد.

۲-۸) گروه کاربردی^{۱۳}

گروه کاربردی یک مدار شکن با توجه به اینکه این کلید به منظور عملکرد انتخابی دارای توانایی ایجاد تأخیر زمانی نسبت به سایر کلیدهایی که به طور سری با آن قرار گرفته اند هست یا نه تعیین میشود.

گروه کاربردی A:

¹¹ Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity

¹² Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity

¹³ Utilization Category

مدار شکنهایی که در شرایط اتصال کوتاه دارای توانایی عملکرد انتخابی نسبت به سایر شرایط کلیدهایی که به طور سری با آنها قرار گرفته اند نیستند. این کلیدها فاقد قدرت ایجاد تأخیر زمانی کوتاه مدت در زمان اتصال کوتاه هستند و در نتیجه جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه (I_{cw}) برای آنها تعریف نمی شود.

گروه کاربردی B:

کلیدهایی که مخصوص انتخاب در شرایط اتصال کوتاه با توانایی ایجاد تأخیر زمانی نسبت به سایر کلیدهایی که به طور سری در طرف بار با آن قرار گرفته اند می باشند. در مشخصات این گروه از کلیدها می بایست مقداری به عنوان جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه (I_{cw}) ذکر شود.

توضیح: یک کلید گروه کاربردی A ممکن است دارای توانایی ایجاد تأخیر زمانی عمدی کوتاه مدت، در شرایطی غیر از شرایط اتصال کوتاه، باشد.

۹-۲) مدارات کنترلی^{۱۴}

مدارات کنترلی، بر طبق تعریف استاندارد، کلیه مداراتی (به غیر از مدار اصلی) هستند که در عمل قطع و وصل کلید بکار می روند.

۱۰-۲) مدارات کمکی^{۱۵}

مدارات کمکی، بر طبق تعریف استاندارد، کلیه مداراتی (به غیر از مدار اصلی و مدارات کنترلی) هستند که می توانند در یک کلید اضافه شوند.

¹⁴ Control Circuits

¹⁵ Auxiliary Circuits

۲-۱۱) رله ها

۲-۱۱-۱) رله شنت^{۱۶}

رله شنت، رله ای است که توسط یک منبع ولتاژ فعال می شود.

توضیح: منبع ولتاژی که برای فعال کردن این رله استفاده می گردد می تواند مستقل از ولتاژ مدار اصلی باشد.

۲-۱۱-۲) رله اضافه جریان^{۱۷}

رله اضافه جریان رله ای است که با افزایش جریان از مقداری از قبل مشخص شده، باعث قطع کلید می شود.

این رله می تواند با تاخیر زمانی و یا بدون آن عمل کند.

توضیح ۱: واژه رله اضافه بار برای تعریف رله های اضافه جریانی که به منظور محافظت در برابر اضافه بار استفاده می

شوند، بکار می رود و واژه رله اتصال کوتاه برای تعریف رله اضافه جریانی که به منظور محافظت در برابر اتصال کوتاه

استفاده می شود بکار می رود.

توضیح ۲: واژه رله قابل تنظیم که در این استاندارد استفاده می شود، شامل انواع رله های قابل تعویض نیز می گردد.

۲-۱۱-۲-۱) آنی (بدون تاخیر زمانی)^{۱۸}

این رله، با عبور جریان از مقداری از قبل مشخص شده، بدون تاخیر زمانی عمدی عمل می کند.

۲-۱۱-۲-۲) با تأخیر زمانی معلوم^{۱۹}

این رله، با عبور جریان از مقداری از قبل مشخص شده، با تاخیری زمانی، که می تواند تنظیم پذیر باشد ولی

مستقل از مقدار اضافه جریان است، عمل می کند.

¹⁶ Shunt Release

¹⁷ Over-Current Release

¹⁸ Instantaneous Over-Current Release

¹⁹ Definite Time-Delay Over-Current Release

۲-۱۱-۳) با تأخیر زمان معکوس^{۲۰}

این رله، با عبور جریان از مقداری از قبل مشخص شده، با تاخیری زمانی، که به طور معکوس با مقدار اضافه جریان است، عمل می کند.

۲-۱۱-۳) رله افت ولتاژ^{۲۱}

رله افت ولتاژ، رله ای است که با پایین آمدن ولتاژ از مقداری از قبل تعیین شده، اجازه باز شدن کلید را می دهد.

۲-۱۱-۴) رله دیگر

۲-۱۱-۵) مشخصات رله ها

مشخصات زیر می بایست برای رله ذکر شود.

- برای رله شنت و افت ولتاژ
 - ولتاژ مجاز مدار کنترل (V_C)
 - نوع جریان
 - فرکانس مجاز اگر جریان AC بود

- برای رله اضافه جریان
 - جریان مجاز
 - نوع جریان
 - فرکانس مجاز اگر جریان AC بود

- تنظیم جریانی (یا محدوده تنظیمات)

- تنظیم زمانی (یا محدوده تنظیمات)

۲-۱۲) تحمل پذیری^{۲۲}

این عدد بیانگر تعداد دفعاتی است که یک کلید در طول عمر خود می تواند قطع و وصل شود.

۳) آزمایشات کلیدهای فشار ضعیف

بطور کلی انواع آزمایشاتی که برای اطمینان از کیفیت یک محصول، بر روی آن انجام می شود به چهار دسته

تقسیم می شود.

آزمایشات نوعی (Type tests): آزمایشاتی هستند که بر روی یک و یا چند دستگاه که از روی طرح مشخصی

ساخته شده اند، انجام می شوند، تا نشان دهند که آن طرح می تواند مشخصات خاصی را بر آورده سازد.

²¹ Under-Voltage Release

آزمایشات عادی (Routin tests): آزمایشاتی هستند که بسته به مورد در حین ساخت، پس از ساخت و یا در هر دو مرحله، بر روی هر دستگاهی که ساخته می شود، انجام می شوند تا اطمینان حاصل شود که آن دستگاه با معیارهای معینی مطابقت دارد.

آزمایشات نمونه ای (Sampling tests): آزمایشاتی هستند که بر روی تعدادی از تولیدات که به طور تصادفی از بین یک دسته از تولیدات انتخاب شده اند انجام می شوند.

آزمایشات خاص (Special tests): آزمایشاتی هستند که علاوه بر آزمایشات عادی و آزمایشات نوعی بنا به صلاحدید سازنده و یا بنا به توافق بین سازنده و مصرف کننده انجام می شوند.

در مورد کلید های فشار ضعیف، بر طبق استاندارد آزمایشاتی که برای اطمینان از صحت مشخصات کلیدها بر روی آنها انجام می شوند به دو گروه کلی تقسیم می شوند.

- آزمایشات نوعی (Type Tests)

- آزمایشات عادی (Routine Tests)

در ادامه این آزمایشات به طور خلاصه شرح داده می شوند.

توضیح : کلید آزمایشات ذکر شده در این بخش با توجه به استاندارد IEC 60947-1, 2001 و IEC 60947-2, 2003 بیان شده اند و می بایست با توجه به شرایط و ضوابط مندرج در این استاندارد ها انجام شوند.

۳-۱) آزمایشات نوعی^{۲۳}

آزمایشات نوعی، آزمایشاتی هستند که روی یک یا چند نمونه، که از یک طرح خاص ساخته شده اند، انجام می شوند تا نشان دهند که آن طرح دارای ویژگیهای مشخصی می باشد. آزمایشات نوعی که بر روی کلید های فشار ضعیف انجام می شوند به شرح زیر هستند.

- آزمایش افزایش دما (Temperature Rise)
- آزمایش محدوده ها و مشخصات قطع (Tripping Limits & Characteristics)
- آزمایش ویژگیهای عایقی (Dielectric Properties)
- آزمایش قابلیت عملکرد موثر (Operational Performance Capability)
- آزمایش عملکرد در اضافه بار (Overload Performance)
- آزمایش ظرفیتهای قطع اتصال کوتاه (Short-Circuit Breaking Capacities)
- آزمایش تحمل جریان زمان کوتاه (Short-Time Withstand Current)
- آزمایش عملکرد کلیدهای همراه با فیوز (Performance of Integrally Fused Circuit Breakers)

۳-۱-۱) سکانسهای آزمایشات^{۲۴}

آزمایشات نوعی در چند سکانس دسته بندی شده اند. برای هر سکانس، آزمایشات می بایست به ترتیب گفته شده و با شرایط مندرج در استاندارد انجام شوند. در جدول (۴) این سکانسها نشان داده شده اند.

²³ Type Tests

²⁴ Test Sequences

جدول (۴). سکانسهای آزمایشات.

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-2 چاپ سال ۲۰۰۳، جدول ۹، صفحه ۶۹)

| Test sequence | Applicable to | Tests |
|---|---|--|
| I General performance characteristic | All circuit-breakers | Tripping limits and characteristic Dielectric properties Mechanical operation and operational performance capability Overload performance (where applicable) Verification of dielectric withstand Verification of overload release Verification of main contact position (where applicable) |
| II Rated service short-circuit Breaking capacity | All circuit-breakers | Rated service short-circuit breaking capacity Verification of dielectric withstand Verification of temperature-rise Verification of overload release Operational performance capability |
| III Rated ultimate short-circuit Breaking capacity | All circuit-breakers of utilization category A and circuit-breakers of utilization category B with instantaneous override | Verification of overload release Rated ultimate short-circuit breaking capacity Verification of dielectric withstand Verification of overload release |
| IV Rated short-time withstand current | Circuit-breakers of utilization category B | Verification of overload release Rated short-time withstand current Verification of temperature-rise Short-circuit breaking capacity at maximum short-time withstand current Verification of dielectric withstand Verification of overload release |
| V Performance of integrally fused Circuit-breakers | Stage 1 { Integrally fused circuit-breakers Stage2 { | Short-circuit at the selectivity limit current Verification of temperature-rise Verification of dielectric withstand Verification of overload release Short-circuit at take-over current Short-circuit at rated ultimate short-circuit capacity Verification of dielectric withstand Verification of overload release |
| Combined test sequence | Circuit-breakers of utilization Category B: When $I_{cw}=I_{cs}$ (replaced test sequence II and IV) When $I_{cw}=I_{cs}=I_{cu}$ (replaced test sequence II, III and IV) | Verification of overload releases Rated short-time withstand current Rated service short-time breaking capacity Verification of dielectric withstand Verification of temperature-rise Verification of overload release Operational performance capability |
| Individual pole short-circuit test sequence | Circuit-breakers for use on phase-earthed systems | Individual pole short-circuit breaking capacity (I_{su}) Verification of dielectric withstand Verification of overload release |
| Individual pole short-circuit test sequence | Circuit-breakers for use in IT systems | Individual pole short-circuit breaking capacity (I_{IT}) Verification of dielectric withstand Verification of overload release |

۳-۱-۲) آزمایشات سکانس ا: مشخصات عملکرد عمومی^{۲۵}

آزمایشات این سکانس بر روی همه کلیدهای فشار ضعیف انجام می گیرند و شامل آزمایشات زیر می باشد.

– آزمایش محدودده ها و مشخصات قطع (Tripping Limits & Characteristics)

²⁵ General performance characteristics

- آزمایش ویژگیهای عایقی (Dielectric Properties)
- آزمایش عملکرد مکانیکی و قابلیت عملکرد موثر (Mechanical Operation and Operational Performance Capability)
- آزمایش عملکرد در اضافه بار (Overload Performance) (در جایی که در کلید کاربرد دارد)
- بررسی تحمل عایقی (Verification of Dielectric Withstand)
- بررسی افزایش دما (Verification of Temperature-Rise)
- بررسی صحت عملکرد رله های افت ولتاژ و شنت (Verification of Operation of Undervoltage and Shunt Release) (اگر کاربرد دارد)
- بررسی موقعیت کنتاکت اصلی (Verification of Main Contact Position) (برای کلیدهایی که برای ایزولاسیون مناسب هستند)

۳-۱-۲-۱-۳) آزمایش محدوده ها و مشخصات قطع^{۲۶}

این آزمایش می بایست در شرایط مندرج در استاندارد انجام شود و شامل موارد زیر است.

۳-۱-۲-۱-۳) باز شدن در شرایط اتصال کوتاه^{۲۷}

عملکرد رله اتصال کوتاه می بایست در 80% و 120% مقدار تنظیمی رله بررسی شود. رله نمی بایست در جریانی معادل 80% جریان تنظیمی، که به مدت معینی اعمال می شود، عمل کند. همچنین رله می بایست در مدت معینی، در جریانی معادل 120% جریان نامی عمل کند.

۳-۱-۲-۱-۳) باز شدن در شرایط اضافه بار^{۲۸}

رله اضافه بار آنی و یا دارای تاخیر زمانی معین

²⁶ Test of Tripping Limits and Characteristics

²⁷ Opening under Short-Circuit Conditions

²⁸ Opening under Overload Conditions

در مورد این نوع از رله های اضافه بار می بایست عملکرد رله در 90% و 110% جریان تنظیمی رله بررسی شود. رله نمی بایست در جریانی معادل 90% جریان تنظیمی، که به مدت معینی اعمال می شود، عمل کند. همچنین رله می بایست در مدت معینی، در جریانی معادل 110% جریان نامی عمل کند.

۳-۱-۲-۱-۲-۱) رله اضافه بار دارای تاخیر زمانی معکوس

برای بررسی صحت عملکرد این رله ها می بایست عملکرد آن در 1.05 جریان تنظیمی و 1.30 جریان نامی بررسی شود. در 1.05 جریان تنظیمی این رله نمی بایست در زمان مندرج در جدول (۵) عمل کند و در 1.30 جریان تنظیمی این رله می بایست در زمانی کمتر از زمان مندرج در جدول (۵) عمل کند. در مواردی که مشخصات رله اضافه بار وابسته به دما است، می بایست تصحیحات دمایی انجام شود. همچنین برای تست کلیدهایی که دارای قطبی برای نول هستند که دارای رله اضافه بار است شرایط تست کمی متفاوت است.

جدول (۵) جریانهها و زمانهای مورد استفاده در آزمایش رله اضافه بار با تاخیر زمانی معکوس.

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-2 چاپ سال ۲۰۰۳، جدول ۶، صفحه ۵۵)

| All poles loaded | | Conventional time h |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Conventional non-tripping current | Conventional tripping current | |
| 1.05 times current setting | 1.30 times current setting | 2* |
| * 1hour when $I_n \leq 63A$ | | |

۳-۱-۲-۱-۳) آزمایشات اضافی برای رله های با تاخیر زمانی معلوم

این آزمایش در 1.5 برابر جریان تنظیمی انجام می شود تا مشخص شود که تاخیر زمانی در محدوده مشخص شده توسط سازنده قرار دارد یا خیر. همچنین در این آزمایش زمانی که در آن رله قطع نمی کند (Non-Tripping Duration) بررسی می شود.

۳-۱-۲-۲) آزمایش ویژگیهای عایقی^{۲۹}

این آزمایش مطابق با شرایط استاندارد انجام می شود و شامل موارد زیر است.

- بررسی تحمل ولتاژ ضربه (Verification of Impulse Withstand Voltage)

- بررسی تحمل ولتاژ با فرکانس قدرت عایقه‌های جامد (Power-Frequency Withstand

(Verification of Solid Insulation

- بررسی تحمل ولتاژ با فرکانس قدرت پس از آزمایشات اتصال کوتاه (Power-Frequency

(Withstand Verification after Switching and Short-Circuit Tests

- بررسی تحمل ولتاژ با فرکانس قدرت پس از عملکرد رطوبت (Power-Frequency

(Withstand Verification after Humidity Treatment

- بررسی تحمل ولتاژ DC (Verification of DC Withstand Voltage) DC

- بررسی فاصله خزش (Verification of Creepage Distance)

- بررسی جریان نشتی تجهیزاتی که برای ایزولاسیون مناسب هستند (Verification of Leakage

(Current of Equipment Suitable for Isolation

در آزمایشات بالا مقدار ولتاژ ضربه و ولتاژ فرکانس قدرتی که تجهیز می بایست با آن آزمایش شود از جداول

(۶) و (۷) بدست می آید. همچنین در مورد کلیدهایی که برای ایزولاسیون مناسب هستند، جریان نشتی در هر قطب،

در حالی که کنتاکتها باز هستند، در ولتاژ $1.1U_e$ نمی بایست از $0.5mA$ بیشتر باشد.

جدول (۶) ولتاژ ضربه برای آزمایش تحمل ولتاژ ضربه.

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-1 چاپ سال ۲۰۰۱، جدول ۱۲، صفحه ۱۹۷)

| Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV | Test voltages and corresponding altitudes | | | | |
|---|---|------|------|-------|-------|
| | $U_{1.2/50}$ kV | | | | |
| | Sea Level | 200m | 500m | 1000m | 2000m |
| 0.33 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.34 | 0.33 |

| | | | | | |
|-----|------|------|------|------|-----|
| 0.5 | 0.55 | 0.54 | 0.53 | 0.52 | 0.5 |
| 0.8 | 0.91 | 0.9 | 0.9 | 0.85 | 0.8 |
| 1.5 | 1.75 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 1.5 |
| 2.5 | 2.95 | 2.8 | 2.8 | 2.7 | 2.5 |
| 4.0 | 4.8 | 4.8 | 4.7 | 4.4 | 4.0 |
| 6.0 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.7 | 6.0 |
| 8.0 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 9.0 | 8.0 |
| 12 | 14.8 | 14.5 | 14 | 13.3 | 12 |

جدول (۷) ولتاژ آزمایش عایقی، بر حسب ولتاژ مجاز عایقی تجهیز.

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-1 چاپ سال ۲۰۰۱، جدول 12A، صفحه ۱۹۷)

| Rated insulation voltage U_i V | AC test Voltage (r.m.s.) V | DC test voltage V |
|--|----------------------------------|----------------------|
| $U_i \leq 60$ | 1000 | 1415 |
| $60 < U_i \leq 300$ | 1500 | 2120 |
| $300 < U_i \leq 690$ | 1890 | 2670 |
| $690 < U_i \leq 800$ | 2000 | 2830 |
| $800 < U_i \leq 1000$ | 2200 | 3110 |
| $1000 < U_i \leq 1500^*$ | - | 3820 |

* for DC only

۳-۱-۲-۳) آزمایش عملکرد مکانیکی و قابلیت عملکرد موثر^{۳۰}

آزمایشات زیر می بایست در شرایط استاندارد انجام شوند.

۳-۱-۲-۱-۳) ساختمان و عملکرد مکانیکی

³⁰ Test of mechanical operation and of operational performance capability

کلید های قابل جداسدن (Withdrawable) می بایست در این قسمت بررسی شوند تا مشخص شود که آیا دارای شرایط مندرج در استاندارد هستند یا خیر. همچنین کلید هایی که برای عملکرد دارای سیستم ذخیره انرژی (فنر، وزنه ، ...) هستند، می بایست بررسی شوند تا با استاندارد مطابقت داشته باشند. در این کلید ها می بایست به وجود نشانگر شارژ و وجود نشانگر جهت ذخیره انرژی دستی توجه شود.

پس از بررسی های فوق، آزمایشات زیر می بایست انجام شوند تا از مسایل زیر اطمینان حاصل شود.

- قطع رضایت بخش کلید با انرژی دار شدن سیستم وصل

- رفتار رضایت بخش کلید وقتی که عمل وصل آغاز می شود در حالی که سیستم قطع فعال شده است.

- اطمینان از اینکه عملکرد دستگاهی که با توان کار می کند (Power-Operated Device) در

هنگامی که کلید قبلا بسته شده است، باعث آسیب دیدگی کلید و یا به خطر انداختن کاربر نمی شود.

رله افت ولتاژ نیز باید در این قسمت بررسی شود تا مشخص شود که آیا با معیار های استاندارد مطابقت دارد

یا خیر. برای این کار باید در شرایط استاندارد بررسی های زیر بر روی رله افت ولتاژ انجام شود.

- ولتاژ خروج (Drop-out voltage): در این قسمت می بایست بررسی شود که رله در محدوده

ولتاژی مشخص شده عمل می کند. برای این کار می بایست ولتاژ از مقدار مجاز خود بطوری کم شود که تقریباً در

مدت ۳۰ ثانیه به صفر برسد. در این حالت رله می بایست در ولتاژی بین 70% و 35% ولتاژ مجاز خود عمل کند.

- آزمایش برای محدوده های عملکرد (Test for limits of operation): وقتی ولتاژ مدار کنترل

30% حداکثر مقدار مجاز ولتاژ مدار کنترل باشد، نمی بایست کلید بسته شود و وقتی ولتاژ مدار کنترل 85% حداقل

مقدار مجاز ولتاژ مدار کنترل باشد، می بایست کلید بسته شود.

- عملکرد در شرایط اضافه ولتاژ (Performance under overvoltage conditions): رله

افت ولتاژ می بایست که 110% ولتاژ مجاز مدار کنترل را به مدت ۴ ساعت تحمل کند بدون اینکه خراب شود.

پس از آزمایش رله افت ولتاژ می بایست رله شنت نیز بررسی شود تا از مطابقت آن با استاندارد اطمینان

حاصل شود. برای این کار می بایست در شرایطی که دمای محیط $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

می باشد و کلید ماکزیمم جریان مجاز خود را عبور می دهد، رله شنت بتواند در 70% مینیمم ولتاژ کنترل خود کلید را

باز کند.

۳-۱-۲-۳-۲) قابلیت عملکرد موثر بدون جریان^{۳۱}

کلید می بایست بدون جریان به تعدادی که در جدول (۸) آورده شده باز و بسته شود. تعداد قطع و وصلها در

ساعت می بایست مطابق اعداد ذکر شده در جدول (۸) باشد.

جدول (۸) تعداد دفعات قطع و وصل کلیدو

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-2 چاپ سال ۲۰۰۳، جدول ۸، صفحه ۶۱)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------|---|----------------------------|--------------|-------|
| Rated current A | Number of operating cycles per hour | Number of operating cycles | | |
| | | Without current | With current | Total |
| $I_n \leq 100$ | 120 | 8500 | 1500 | 10000 |
| $100 < I_n \leq 315$ | 120 | 7000 | 1000 | 8000 |
| $315 < I_n \leq 630$ | 60 | 4000 | 1000 | 5000 |
| $630 < I_n \leq 2500$ | 20 | 2500 | 500 | 3000 |
| $2500 < I_n$ | 10 | 1500 | 500 | 2000 |

در مورد کلید هایی که خودشان دارای مکانیزم وصل هستند مقدار افزایش دما نمی بایست از مقادیر جدول (۹) بیشتر شود.

جدول (۹) مقادیر مجاز افزایش دما.

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-2 چاپ سال ۲۰۰۳، جدول ۷، صفحه ۵۹)

| Description of part | Temperature-rise limits K |
|---------------------|------------------------------|
|---------------------|------------------------------|

³¹ Operational performance capability without current

| | |
|---|----|
| - Terminals for external connections | 80 |
| - Manual operating means: | |
| metallic | 25 |
| non-metallic | 35 |
| - Parts intended to be touched but not hand-held: | |
| metallic | 40 |
| non-metallic | 50 |
| - Parts which need not be touched for normal operation: | |
| metallic | 50 |
| non-metallic | 60 |

۳-۱-۲-۳ قابلیت عملکرد موثر با جریان^{۳۲}

در این قسمت کلید می بایست با جریان به تعدادی که در جدول (۸) آورده شده باز و بسته شود. مقدار ضریب توان از جدول (۳) بدست می آید.

۳-۱-۲-۴ آزمایش اضافی قابلیت عملکرد موثر بدون جریان برای کلیدهای قابل جدا

شدن^{۳۳}

در این قسمت کلیدهای قابل جدا شدن می بایست به تعداد ۱۰۰ بار آزمایش شوند. تا از عملکرد صحیح سیستم جدا ساز اطمینان حاصل شود.

۳-۱-۲-۴ عملکرد در اضافه بار^{۳۴}

این آزمایش در مورد کلید های تا جریان 630A بکار می رود. در این آزمایش کلید در شرایط استاندارد و در ولتاژ و جریان ذکر شده در جدول (۱۰) آزمایش می شود. ضریب توان مدار می بایست مطابق جدول (۳) باشد. در این شرایط کلید می بایست نه بار به صورت دستی و سه بار به صورت اتوماتیک باز شود. اگر تنظیمات رله اتصال کوتاه به گونه ای باشد که در جریان مورد نظر عمل کند، هر دوازده بار این آزمایش می بایست به طور اتوماتیک انجام شود.

³² Operational performance capability with current

³³ Additional test of operational performance capability without current for withdrawable circuit-breakers

³⁴ Overload Performance

جدول (۱۰) مشخصات مدار آزمایش در آزمایش اضافه بار.

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-2 چاپ سال ۲۰۰۳، جدول ۱۲، صفحه ۱۰۱)

| | a.c. | d.c. |
|--|------------------------------|--------------------------------|
| Current recovery voltage | $6 I_n$ $1.05 U_{e \max}$ | $2.5 I_n$ $1.05 U_{e \max}$ |
| $U_{e \max} = \text{maximum operational voltage of the circuit-breaker}$ | | |

۳-۱-۲-۵) بررسی تحمل عایقی^{۳۵}

در این قسمت کلید می بایست در شرایط استاندارد با ولتاژ $2U_e$ و با حداقل $1000V \text{ r.m.s}$ و یا $1415V \text{ DC}$ آزمایش شود تا از سلامت عایقی کلید اطمینان حاصل شود. همچنین برای کلید هایی که برای ایزولاسیون مناسب هستند، می بایست جریان نشتی مطابق قسمت (۳-۱-۲-۲) اندازه گیری شود با این تفاوت که در اینجا جریان نشتی نمی بایست از $2mA$ در هر فاز بیشتر شود.

۳-۱-۲-۶) بررسی افزایش دما^{۳۶}

در این قسمت کلید می بایست در شرایط استاندارد و با جریان نامی حرارتی I_{th} آزمایش شود. در پایان آزمایش مقادیر افزایش دما نمی بایست از مقادیر ذکر شده در جدول (۹) بیشتر باشد.

۳-۱-۲-۷) بررسی رله های اضافه بار^{۳۷}

بلافاصله بعد از آزمایش قسمت قبل می بایست رله های اضافه بار با جریانی معادل 1.45 برابر جریان تنظیمی و در دمای مرجع آزمایش شوند.

۳-۱-۲-۸) بررسی رله های افت ولتاژ و شنت^{۳۸}

³⁵ Verification of dielectric withstand

³⁶ Verification of Temperature-rise

³⁷ Verification of overload releases

³⁸ Verification of undervoltage and shunt releases

در این قسمت می بایست عملکرد صحیح رله افت ولتاژ بررسی شود. وقتی ولتاژ رله مطابق شرایط استاندارد پایین می آید رله نمی بایست در 70% حداقل ولتاژ مجاز خود عمل کند و می بایست در 35% حداکثر ولتاژ مجاز خود عمل کند. رله شنت نیز می بایست بتواند در شرایط دمایی اطاق آزمایش، در 70% حداقل ولتاژ خود عمل کند.

۳-۱-۲-۹) بررسی موقعیت کنتاکتهای اصلی^{۳۹}

کلیدهایی که مناسب برای ایزولاسیون هستند می بایست بعد از آزمایش قسمت ۳-۱-۲-۷ آزمایش شوند، تا مشخص شود، که آیا در این کلیدها موقعیت کنتاکتهای اصلی به طور موثر، با توجه به شرایط مندرج در استاندارد، نشان داده می شود یا خیر.

۳-۱-۳) آزمایشات سکانس II: قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه^{۴۰}

بجز مواقعی که آزمایشات سکانس ترکیبی (Combined test sequence) انجام می شود. آزمایشات سکانس II بر روی همه کلیدها انجام می شود. این سکانس شامل آزمایشات زیر است.

- آزمایش قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه (Rated service short-circuit breaking capacity)

- بررسی قابلیت عملکرد (Verification of operational capability)

- تحمل عایقی (Dielectric withstand)

- بررسی افزایش دما (Verification of temperature-rise)

- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)

۳-۱-۳-۱) آزمایش قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه^{۴۱}

³⁹ Verification of the main contacts position

⁴⁰ Rated short-circuit breaking capacity

⁴¹ Test of rated service short-circuit breaking capability

این آزمایش در شرایط استاندارد و با مقدار I_{CS} که توسط سازنده اعلام شده، انجام می شود. مقدار ضریب توان می بایست از جدول (۳) انتخاب شود. ترتیب آزمایش به صورت زیر است.

O - t - CO - t - CO

O در بالا به معنی بازکردن کلید، C به معنی بستن کلید و t به معنی وقفه زمانی است. اگر کلید دارای فیوز داخلی بود فیوز های سوخته پس از هر بار آزمایش می بایست تعویض شوند.

۳-۱-۳-۲) بررسی قابلیت عملکرد^{۴۲}

بعد از آزمایش مرحله قبل، قابلیت عملکرد می بایست با توجه به شرایط قسمت (۳-۳-۲-۱-۳) بررسی شود. با این تفاوت که در این مرحله ولتاژ آزمایش همان ولتاژ آزمایش مرحله قبل است و تعداد دفعات آزمایش 5% مقدار ذکر شده در جدول (۸) است.

۳-۱-۳-۳) بررسی مقاومت عایقی^{۴۳}

بعد از انجام آزمایش مرحله قبل آزمایش مقاومت عایقی مطابق قسمت (۳-۱-۲-۵) انجام می شود. اگر کلید مناسب برای ایزولاسیون باشد می بایست جریان نشتی نیز اندازه گیری شود.

۳-۱-۳-۴) بررسی افزایش دما^{۴۴}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، آزمایش افزایش دما می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۲-۶) انجام شود. افزایش دما در ترمینالهای اصلی می بایست اندازه گیری شود و این مقدار نباید از مقدار مندرج در جدول (۹) بیشتر شود.

⁴² Verification of operational capability

⁴³ Verification of dielectric withstand

۳-۱-۳-۵) بررسی رله های اضافه بار^{۴۵}

بلافاصله پس از آزمایش مرحله قبل رله های اضافه بار می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۲-۷) بررسی شوند.

۳-۱-۴) آزمایشات سکانس III: قدرت قطع اتصال کوتاه نهایی^{۴۶}

بجز در مواردی که آزمایشات سکانس ترکیبی (Combined test sequence) انجام می شود، آزمایشات این سکانس بر روی همه کلید های گروه کاربردی A و کلید هایی از گروه کاربردی B که قدرت قطع اتصال کوتاه نهایی آنها از جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه آنها بیشتر است انجام می شود. در مواقعی که $I_{CS}=I_{CU}$ باشد آزمایشات این سکانس انجام نمی شود و فقط به آزمایشات سکانس II موارد زیر اضافه می شود.

- بررسی (۳-۱-۴-۱) در اول آزمایشات.

- بررسی (۳-۱-۴-۴) در آخر آزمایشات.

آزمایشات این سکانس شامل آزمایشات زیر است.

- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)

- آزمایش قدرت قطع اتصال کوتاه نهایی (Rated ultimate short-circuit breaking

capacity)

- بررسی مقاومت عایقی (Verification of dielectric withstand)

- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)

۳-۱-۴-۱) بررسی رله های اضافه بار^{۴۷}

عملکرد رله های اضافه بار می بایست در دو برابر جریان تنظیمی بر روی هر قطب بطور مجزا بررسی شود.

این آزمایش می تواند در هر ولتاژی انجام شود.

⁴⁴ Verification of temperature-rise

⁴⁵ Verification of overload releases

⁴⁶ Rated ultimate short-circuit breaking capacity

⁴⁷ Verification of overload releases

۳-۱-۴-۲) آزمایش قدرت قطع اتصال کوتاه نهایی^{۴۸}

این آزمایش در شرایط استاندارد و با مقدار I_{cu} که توسط سازنده اعلام شده، انجام می شود. ترتیب آزمایش به صورت زیر است.

O – t – CO

O در بالا به معنی بازکردن کلید، C به معنی بستن کلید و t به معنی وقفه زمانی است.

۳-۱-۴-۳) بررسی تحمل عایقی^{۴۹}

پس از آزمایش قسمت قبل می بایست کلید با دو ولتاژ مجاز کاری و حداقل 1000V آزمایش شود دارد تا از سلامت عایقی آن اطمینان حاصل شود.

۳-۱-۴-۴) بررسی رله های اضافه بار^{۵۰}

پس از آزمایش قسمت قبل می بایست رله های اضافه بار همانند قسمت (۳-۱-۴-۴) آزمایش شوند و فقط این بار با 2.5 برابر جریان نامی.

۳-۱-۵) آزمایشات سکانس IV: بررسی جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه^{۵۱}

بجز در مواقعی که آزمایشات سکانس ترکیبی انجام می شود، آزمایشات این سکانس بر روی همه کلید های گروه کاربردی B و کلید هایی از گروه کاربردی A، که دارای جریان مجاز قابل تحمل در شرایطی به غیر از شرایط اتصال کوتاه می باشند، انجام می شود. این سکانس شامل آزمایشات زیر است.

⁴⁸ Test of rated short-circuit breaking capacity

⁴⁹ Verification of dielectric withstand

⁵⁰ Verification of overload releases

⁵¹ Rated short-time withstand current

- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)
- جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه (Rated short-time withstand current)
- بررسی افزایش دما (Verification of temperature-rise)
- قدرت قطع اتصال کوتاه در حداکثر جریان قابل تحمل در زمان کوتاه (Short-circuit breaking capacity at maximum short-time withstand current)
- بررسی تحمل عایقی (Verification of dielectric withstand)
- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)

۳-۱-۵-۱) بررسی رله های اضافه بار^{۵۲}

این قسمت مطابق قسمت (۳-۱-۴-۱) انجام می شود.

۳-۱-۵-۲) آزمایش جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه^{۵۳}

این قسمت مطابق شرایط استاندارد، با مقدار I_{CW} که توسط سازنده مشخص شده و با ولتاژ نامی انجام می شود. در صورتی که امکان انجام آزمایش با ولتاژ نامی وجود نداشته، می توان از ولتاژ کاهش یافته نیز استفاده کرد. در هنگام این آزمایش اگر امکان عملکرد رله اضافه جریان در حین آزمایش وجود داشته، رله می بایست غیر فعال شود. این آزمایش برای جریانهای AC در فرکانس نامی و با محدوده های مشخص شده در استاندارد انجام می شود. برای جریانهای DC، جریان می بایست به مدت مشخص شده اعمال شود و میانگین آن از مقدار مشخص شده کمتر نباشد.

۳-۱-۵-۳) بررسی افزایش دما^{۵۴}

⁵² Verification of overload releases

⁵³ Test of rated short-time withstand current

⁵⁴ Verification of temperature-rise

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، آزمایش افزایش دما می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۲-۶) انجام شود. افزایش دما در ترمینالهای اصلی می بایست اندازه گیری شود و این مقدار نباید از مقدار مندرج در جدول (۹) بیشتر شود.

۳-۱-۵-۴) آزمایش قدرت قطع اتصال کوتاه در حداکثر جریان قابل تحمل در زمان کوتاه^{۵۵}

این آزمایش در شرایط استاندارد و با مقدار I_{OU} که توسط سازنده اعلام شده، انجام می شود. ترتیب آزمایش به صورت زیر است.

O – t – CO

O در بالا به معنی بازکردن کلید، C به معنی بستن کلید و t به معنی وقفه زمانی است. در این آزمایش،

تنظیم زمانی رله اتصال کوتاه می بایست در حداکثر مقدار خود قرار گیرد و رله قطع سریع (Instantaneous override) نمی بایست عمل کند.

۳-۱-۵-۵) بررسی تحمل عایقی^{۵۶}

پس از آزمایش مرحله قبل مقاومت عایقی می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۲-۵) بررسی شود.

۳-۱-۵-۶) بررسی رله های اضافه بار^{۵۷}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، این قسمت مطابق قسمت (۳-۱-۴-۱) انجام می شود.

۳-۱-۶) آزمایشات سکانس V: عملکرد کلیدهای همراه با فیوز^{۵۸}

آزمایشات این سکانس بر روی کلیدهای همراه با فیوز انجام می شوند. این سکانس جایگزین آزمایشات

سکانس III می شود. آزمایشات این سکانس شامل موارد زیر است.

مرحله اول:

⁵⁵ Test of short-circuit breaking capacity at the maximum short-time withstand current

⁵⁶ Verification of dielectric withstand

⁵⁷ Verification of overload releases

⁵⁸ Performance of integrally fused circuit-breakers

- اتصال کوتاه در جریان حدی انتخابی (Short-circuit at the selectivity limit current)

- بررسی افزایش دما (Verification of temperature-rise)

- بررسی تحمل عایقی (Verification of dielectric withstand)

مرحله دوم:

- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)

- اتصال کوتاه در 1.1 برابر جریان take-over (Short-circuit at 1.1 times take-over)

(over current)

- اتصال کوتاه در ظرفیت قطع نهایی (Short-circuit at ultimate short-circuit)

(breaking capacity)

- بررسی تحمل عایقی (Verification of dielectric withstand)

- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)

این دو مرحله می توانند بر روی دو کلید مجزا انجام شوند و یا بر روی یک کلید انجام شوند ولی بین دو

مرحله تعمیرات صورت گیرد.

۳-۱-۶-۱) اتصال کوتاه در جریان حدی انتخابی^{۵۹}

این آزمایش می بایست در شرایط استاندارد و با جریانی معادل جریان حدی انتخابی که توسط سازنده اعلام

شده انجام شود. در این آزمایش کلیه فیوزهای کلید می بایست نصب شوند. این آزمایش شامل یکبار باز کردن کلید

است. در انتهای آزمایش فیوزها می بایست دست نخورده باقی بمانند.

۳-۱-۶-۲) بررسی افزایش دما^{۶۰}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، آزمایش افزایش دما می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۲-۶) انجام شود.

افزایش دما در ترمینالهای اصلی می بایست اندازه گیری شود و این مقدار نباید از مقدار مندرج در جدول (۹) بیشتر شود.

⁵⁹ Short-circuit at the selectivity limit current

⁶⁰ Verification of temperature-rise

۳-۱-۳-۳) بررسی تحمل عایقی^{۶۱}

پس از آزمایش مرحله قبل مقاومت عایقی می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۲-۵) بررسی شود.

۳-۱-۳-۴) بررسی رله های اضافه بار^{۶۲}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، این قسمت مطابق قسمت (۳-۱-۴-۱) انجام می شود.

۳-۱-۳-۵) اتصال کوتاه در 1.1 برابر جریان take-over^{۶۳}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، این آزمایش می بایست در شرایط استاندارد و با جریانی معادل 1.1 برابر جریان take-over که توسط سازنده اعلام شده انجام شود. در این آزمایش کلیه فیوزهای کلید می بایست نصب شوند. این آزمایش شامل یکبار باز کردن کلید است. در انتهای آزمایش حداقل دو عدد از فیوزها می بایست سوخته باشند.

۳-۱-۳-۶) آزمایش قدرت قطع اتصال کوتاه در حداکثر جریان قابل تحمل در زمان کوتاه^{۶۴}

این آزمایش در شرایط استاندارد و با مقدار I_{cu} که توسط سازنده اعلام شده، انجام می شود. ترتیب آزمایش به صورت زیر است.

O – t – CO

O در بالا به معنی بازکردن کلید، C به معنی بستن کلید و t به معنی وقفه زمانی است. در این آزمایش، در زمان وقفه زمانی می بایست مجموعه فیوزهای جدیدی روی کلید نصب شود.

۳-۱-۳-۷) بررسی تحمل عایقی^{۶۵}

⁶¹ Verification of dielectric withstand

⁶² Verification of overload releases

⁶³ Short-circuit at 1.1 times the take-over current

پس از آزمایش مرحله قبل، یک مجموعه فیوز جدید می بایست روی کلید نصب شود و مقاومت عایقی می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۲-۵) بررسی شود.

۳-۱-۶-۸) بررسی رله های اضافه بار^{۶۶}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، این قسمت مطابق قسمت (۳-۱-۴-۱) انجام می شود. با این تفاوت که این آزمایش با 2.5 برابر جریان تنظیمی انجام می شود. زمان عملکرد نمی بایست از حداکثر زمان اعلام شده توسط سازنده بیشتر شود.

۳-۱-۷) آزمایشات سکانس ترکیبی^{۶۷}

با صلاحدید سازنده و یا با موافقت آن می توان این سکانس را بر روی کلید های گروه کاربردی B اجرا کرد. در صورتی که جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه (I_{cw}) کلید و قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه (I_{cs}) کلید برابر باشند، این سکانس جایگزین سکانسهای II و IV می شود. در صورتی که جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه (I_{cw}) کلید، قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه (I_{cs}) کلید و قدرت قطع اتصال کوتاه نهایی (I_{cw}) کلید برابر باشند، این سکانس جایگزین سکانسهای II ، III و IV می شود.

این سکانس در شرایط استاندارد انجام می شود و شامل آزمایشات زیر است.

- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)
- جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه (Rated short-time withstand current)
- آزمایش قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه (Rated service short-circuit breaking capacity)
- بررسی قابلیت عملکرد (Verification of operational capability)

⁶⁴ Test of short-circuit breaking capacity at the maximum short-time withstand current

⁶⁵ Verification of dielectric withstand

⁶⁶ Verification of overload releases

⁶⁷ Combined test sequence

- بررسی تحمل عایقی (Verification of dielectric withstand)

- بررسی افزایش دما (Verification of temperature-rise)

- بررسی رله های اضافه بار (Verification of overload releases)

۳-۱-۷-۱) بررسی رله های اضافه بار^{۶۸}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، این قسمت مطابق قسمت (۳-۱-۴-۱) انجام می شود.

۳-۱-۷-۲) آزمایش جریان مجاز قابل تحمل در زمان کوتاه^{۶۹}

این قسمت مطابق قسمت (۳-۱-۵-۲) انجام می شود.

۳-۱-۷-۳) آزمایش قدرت قطع اتصال کوتاه وظیفه^{۷۰}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، آزمایشی با جریانی معادل I_{CS} که توسط سازنده اعلام شده است انجام می

شود. کلید می بایست به اندازه حداکثر زمان تاخیر قابل تنظیم بسته بماند. در این آزمایش رله قطع سریع

(Instantaneous override) نمی بایست عمل کند.

۳-۱-۷-۴) بررسی قابلیت عملکرد^{۷۱}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، قابلیت عملکرد می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۳-۲) بررسی شود.

۳-۱-۷-۵) بررسی تحمل عایقی^{۷۲}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، قابلیت عایقی کلید می بایست مطابق قسمت (۳-۱-۲-۵) بررسی شود.

⁶⁸ Verification of overload releases

⁶⁹ Test of rated short-time withstand current

⁷⁰ Test of rated service short-circuit breaking capability

⁷¹ Verification of operational capability

⁷² Verification of dielectric withstand

۳-۱-۷-۶) بررسی افزایش دما^{۷۳}

پس از انجام آزمایش مرحله قبل، آزمایش افزایش دما می بایست انجام شود. افزایش دما نباید از مقادیر مندرج در جدول (۹) بیشتر شود.

۳-۱-۷-۷) بررسی رله های اضافه بار^{۷۴}

پس از خنک شدن، این قسمت مطابق قسمت (۳-۱-۲-۷) انجام می شود. پس از آن عملکرد رله های اضافه بار می بایست در هر قطب بطور جداگانه مطابق قسمت (۳-۱-۴-۱) بررسی شود. با این تفاوت که جریان می بایست 2.5 برابر جریان تنظیمی باشد.

۳-۲) آزمایشات عادی^{۷۵}

آزمایشات عادی، آزمایشاتی هستند که بر تمامی دستگاههای تولیدی در حین و پس از ساخت انجام می شوند. این آزمایشات به این جهت انجام می شوند که معلوم شود آیا تولیدات با معیارهای مشخصی مطابقت دارند یا خیر. آزمایشات عادی که بر روی کلیدهای فشار ضعیف انجام می شوند، شامل آزمایشهای زیر می باشند.

- آزمایش عملکرد مکانیکی (Mechanical Operation)

- بررسی صحت درجه بندی رله اضافه جریان (Verification of Calibration of)

(Overcurrent Release)

- بررسی صحت عملکرد رله های افت ولتاژ و شنت (Verification of Operation of)

(Undervoltage and Shunt Release)

- آزمایشات اضافی برای CBRs (Additional Tests for CBRs)

- آزمایشات عایقی (Dielectric Tests)

⁷³ Verification of temperature-rise

⁷⁴ Verification of overload releases

⁷⁵ Routine Tests

- بررسی فواصل هادیها (Verification of Clearances)

۱-۲-۳) آزمایش عملکرد مکانیکی^{۷۶}

در این قسمت آزمایشات بخشهای (۱-۱-۲-۳) و (۲-۱-۲-۳) می بایست بطور متوالی انجام شوند. در این آزمایشات نمی بایست جریان از مدار اصلی عبور کند بجز در مواردی که برای عملکرد رله لازم است. در حین انجام این آزمایشات نمی بایست هیچ تنظیمی انجام شود.

(۱-۱-۲-۳)

آزمایشات زیر می بایست بر روی کلید های دستی انجام شود.

- دو بار عمل قطع و وصل

- دو بار عمل تریپ (Trip)

(۲-۱-۲-۳)

آزمایشات زیر می بایست بر روی کلید های عمل کننده با توان انجام شوند. این آزمایشات می بایست در 110% مقدار ولتاژ مدار کنترل و همچنین در 85% ولتاژ مدار کنترل انجام شوند.

- دو بار عمل قطع و وصل

- دو بار عمل تریپ (Trip)

- در مورد کلید هایی که دارای مکانیزم وصل مجدد هستند، دو بار عمل وصل مجدد اتوماتیک

(Automatic reclosing).

۲-۲-۳) بررسی تنظیم بودن رله های اضافه جریان^{۷۷}

⁷⁶ Mechanical operation

⁷⁷ Verification of the calibration of overcurrent releases

۳-۲-۱) رله های دارای تاخیر زمانی معکوس^{۷۸}

برای اطمینان از صحت عملکرد رله های با تاخیر زمانی معکوس می بایست کلید با مضربی از جریان تنظیمی آزمایش شود و بررسی شود که زمان قطع با منحنی مطابقت دارد یا خیر.

۳-۲-۲) رله های دارای تاخیر زمانی معلوم و رله های آنی^{۷۹}

در این قسمت می بایست رله های اضافه جریان با تاخیر زمانی معلوم و رله های آنی مطابق قسمتهای (۳-۱-۲-۱) و (۳-۱-۲-۱-۲-۱-۲-۱) آزمایش شوند. اما اندازه گیری زمان قطع در این آزمایش لازم نیست.

۳-۲-۳) بررسی عملکرد رله های افت ولتاژ و شنت^{۸۰}

۳-۲-۳-۱) رله های افت ولتاژ

آزمایشات زیر می بایست بر رله افت ولتاژ انجام شود.

- ولتاژ نگهدارنده (Hold-in voltage): در 85% حداقل ولتاژ کنترل رله می بایست اجازه بسته شدن

کلید را بدهد.

- ولتاژ خروج (Drop-out voltage): وقتی ولتاژ کنترل با شرایط قسمت (۳-۲-۱-۲-۱-۲-۱) پایین می

آید رله می بایست در ولتاژی بین 70% مقدار ولتاژ مدار کنترل و 35% آن ولتاژ، کلید را باز کند.

۳-۲-۳-۲) رله های شنت

در این قسمت رله می بایست آزمایش شود. رله شنت می بایست در 70% حداقل ولتاژ مدار کنترل عمل

کند.

⁷⁸ Inverse time-delay releases

⁷⁹ Instantaneous and definite time-delay releases

۳-۲-۴) آزمایشات اضافی برای CBRs^{۸۱}

آزمایشات زیر می بایست بر روی CBR ها و r.c. ها انجام شوند.

- عملکرد دستگاه آزمایش (Operation of test Device) CBR ها می بایست دو بار قطع و وصل شوند و در مورد r.c. ها می بایست دو بار عمل reset-trip انجام شود. در این آزمایش CBR می بایست با حداقل ولتاژ مجاز کاری خود تغذیه شود.

- بررسی تنظیم بودن دستگاه جریان پسماند CBR (verification of the calibration of)
CBR (the residual current tripping device of the CBR): در این قسمت می بایست بررسی شود که CBR با جریان پسماندی معادل نصف $I_{\Delta n}$ در هر فاز عمل نمی کند و همچنین CBR در جریانی معادل $I_{\Delta n}$ عمل می کند.

۳-۲-۵) آزمایشات عایقی^{۸۲}

در این قسمت آزمایش می تواند به صلاحدید سازنده به یکی از صورتهای زیر انجام شوند.

- در این حالت ابتدا دستگاه تحت آزمایش ولتاژ ضربه قرار می گیرد. مقدار ولتاژ ضربه مورد استفاده می بایست 30% ولتاژ ضربه مجاز و یا $2U_i$ ، هر کدام که بیشتر بود، باشد. پس از آن دستگاه می بایست با ولتاژ فرکانس قدرتی که مقدار آن $2U_{emax}$ و یا 1000V (هر کدام که بیشتر بود) می باشد، برای زمانی بطول حداقل 1s آزمایش شود.

- دستگاه با ولتاژ فرکانس قدرتی که پیک آن برابر مقدار حداکثر پیک ولتاژهای $30\%U_{imp}$ ، $2U_i$ ، $2U_{emax}$ و 1000V می باشد، همانند بالا آزمایش شود.

- آزمایش مقاومت عایقی با ولتاژ 500V DC انجام شود. در این آزمایش در هیچ نقطه ای نمی بایست مقدار مقاومت عایقی از $1M\Omega$ کمتر باشد.

⁸⁰ Verification of the operation of undervoltage and shunt releases

⁸¹ Additional tests for CBRs

⁸² Dielectric tests

Case ۳-۲-۶) آزمایش بررسی فواصل هادی‌هایی که مقدار فاصله آنها از مقادیر مندرج در Case

A جدول ۱۳ استاندارد IEC 60947-1 کمتر هستند^{۸۳}

در این قسمت فواصل هادی‌هایی که مقدار آنها از مقادیر مندرج در Case A جدول (۱۱) کمتر است، می

بایست با ولتاژ ضربه متناسب خود آزمایش شوند.

جدول (۱۱) حداقل فواصل هادی‌ها در هوا

(برگرفته از استاندارد IEC 60947-1 چاپ سال ۲۰۰۱، جدول ۱۳، صفحه ۱۹۹)

| Rated impulse voltage U_{imp} kV | Minimum clearances Mm | | | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|
| | Case A Inhomogeneous field conditions | | | | Case B Homogeneous field ideal conditions | | | |
| | Pollution degree | | | | Pollution degree | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0.33 | 0.01 | 0.2 | 0.8 | 1.6 | 0.01 | 0.2 | 0.8 | 1.6 |
| 0.5 | 0.04 | | | | 0.04 | | | |
| 0.8 | 0.1 | 0.5 | 1.5 | 3 | 0.1 | 0.6 | 1.2 | 1.2 |
| 1.5 | 0.5 | | | | 0.3 | | | |
| 2.5 | 1.5 | 3 | 3 | 3 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 4.0 | 3 | | | | 1.2 | | | |
| 6.0 | 5.5 | | | | 2 | | | |

⁸³ Test for the verification of clearances less than those corresponding to case A of table 13 of IEC 60947-1

| | | | | | | | | |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 8.0 | 8 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 12 | 14 | 8 | 8 | 8 | 4.5 | 3 | 3 | 3 |
| | | 14 | 14 | 14 | | 4.5 | 4.5 | 4.5 |

۴) دستورالعمل بسته بندی کلیدهای فشار ضعیف

این دستورالعمل روش بسته بندی کلیدهای MCCB^{۸۴} و کلید های هوایی (ACB) را مشخص می کند. این دستورالعمل به منظور جلوگیری از وارد آمدن خسارت ناشی از ضربه و همچنین وجود ملزومات همراه کلید در بسته بندی تدوین شده است.

۴-۱) بسته بندی کلیدهای MCCB

۴-۱-۱) بسته بندی اولیه کلیدهای MCCB




کلیدهای MCCB دارای یک بسته بندی اولیه هستند که در ادامه شرح داده شده است. هر کلید MCCB پس از تکمیل (مونتاژ) و تأیید در داخل کارتن مخصوص به خود گذاشته می شود. پس از قرار دادن کلید و ملزومات آن در کارتن برچسب شماره سریال مطابق با شماره سریال کلید بر روی کارتن نصب می شود. پس از تأیید واحد کنترل کیفی درب کارتن بسته می شود.

محتویات کارتن کلید بسته به کارخانه سازنده آن و نیازمندی های هر کلید می تواند متفاوت باشد اما عموماً می بایست کارتن کلید شامل موارد زیر باشد.

- کلید
- دفترچه راهنمای کلید
- پیچ ، مهره و واشر جهت نصب کلید
- کارت گارانتی (در صورت وجود)

۴-۱-۲) بسته بندی نهایی کلیدهای MCCB

پس از بسته بندی اولیه، بسته به نوع کلید هر چند عدد از کارتنهای اولیه در یک بسته بزرگتر قرار میگیرند. این بسته می بایست دارای به علائم زیر باشند.

- مشخصات کلید و تعداد کلید های هر بسته
- علائم حفاظتی از قبیل جهت قرارگیری بسته با علامت ، علامت شکستگی با علامت ، لزوم حفاظت در برابر باران  و تعداد مجاز قرار گرفتن بسته

۴-۲) بسته بندی کلیدهای هوایی

بسته بندی کلیدهای هوایی برای جلوگیری از وارد آمدن خسارت ناشی از ضربه به صورت قرار گرفتن در داخل جعبه چوبی انجام می شود. به منظور سهولت نصب و نگهداری کلید، در جعبه هر کلید های هوایی می بایست موارد زیر قرار داشته باشد.

- کلید

- دفترچه راهنما کلید

- دفترچه تعمیر و نگهداری کلید


- پیچ ، مهره و واشر جهت نصب کلید

- کارت گارانتی (در صورت وجود)

بر روی بسته کلید های هوایی می بایست علائم و مشخصات زیر درج شده باشد.

- مشخصات کلید

- علائم حفاظتی از قبیل جهت قرارگیری بسته با علامت ، علامت شکستگی با علامت ، لزوم حفاظت

در برابر باران  و تعداد مجاز قرار گرفتن بسته

۵) مدارک و مستندات

مدارک و مستندات لازم برای ارزیابی توانایی تولیدکنندگان و یا واردت کنندگان کلیدهای اتوماتیک به شرح زیر می باشند.

۵-۱) کاتالوگ عمومی محصولات (Bussines Cataloge)

این کاتالوگ شامل مشخصات عمومی کلیه محصولات می باشد، بطوریکه کاربر بتواند بر راحتی اقلام مورد نظر خود انتخاب نماید. کاتالوگ مذکور باید شامل شماره سفارش (Order Code) و منابع تامین باشد.

۵-۲) کاتالوگ فنی (Technical Cataloge)

این کاتالوگ شامل مشخصات فنی کامل محصولات و تجهیزات جانبی ، استاندارد ها و ابعاد محصولات می باشد.

۵-۳) کاتالوگ تعمیرات و نگهداری (Maintenance Cataloge)

دفترچه مذکور باید امکان بهره برداری بهینه را فراهم آورده و در صورت بروز عیب راهنمای بهره بردار در تشخیص عیب باشد. در این راهنما باید سرویس های دوره ای به طور کامل به همراه زمان قید شده باشد.

۴-۵) تصویر گواهی نامه های تایپ تست از آزمایشگاه های معتبر بین المللی برای کلیه

محصولات

محصولات باید دارای گواهینامه تایپ تست از آزمایشگاه های بین المللی تایید شده وزارت نیرو بوده و حداقل باید برای هر نوع محصول تصویر آن را ارائه دهد.

۵-۵) تصویر نتایج تایپ تست از آزمایشگاه های معتبر بین المللی

این اطلاعات شامل پیوست های گواهینامه تایپ تست می باشد. این نتایج باید با استاندارد های IEC مطابقت داشته باشد.

۶-۵) دستورالعمل اجرایی روتین تست به همراه جداول مقایسه

این دستورالعمل مربوط به کارخانه سازنده می باشد و باید منطبق با رویه مندرج در IEC باشد.

۷-۵) تصویر نتایج روتین تست انجام شده در کارخانه^{۸۵}

نتایج مذکور باید با دستورالعمل مطابقت داشته و برای کلیه تولیدات به همراه شماره سریال موجود باشد.

۸-۵) سایر مستندات

سایر مستندات شامل تصویر گواهی نامه های مدیریت کیفیت (ISO 9002) و پروانه بهره برداری برای تولید کنندگان داخلی یا پروانه واردات برای شرکت های بازرگانی و غیره می باشد.

۶) جدول ارزیابی نهایی کلید های فشار ضعیف

با توجه به مطالب بیان شده در قسمتهای قبل، برای امتیاز دهی کلید های فشار ضعیف، استفاده از جدول زیر

پیشنهاد می شود.

جدول (۱۲) معیار پیشنهادی برای امتیاز دهی کلیدهای فشار ضعیف

| D | C | B | A | امتیاز بندی | ردیف |
|--------------|------------|--------------------------|---|--------------------|------|
| مشخصات عمومی | | | | | |
| - | متفرقه = ۲ | کره و اروپای شرقی = ۵ | امریکای شمال، ژاپن و اروپا غربی = ۱۰ | برند و کشور سازنده | 1 |

| | | | | | |
|----|--|--|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 2 | استانداردها | تعدد استاندارد ها (بیش از ۴ گواهی) = ۱۰ | تعدد استاندارد ها (تا ۴ گواهی) = ۷ | حداقل یک استاندارد مطابق پیوست = ۴ | بدون گواهی = مردود |
| 3 | گواهی مدیریت کیفیت (ISO) | با بیش از ۵ سال سابقه = ۷ | با بیش از ۳ سال سابقه = ۵ | با بیش از ۱ سال سابقه = ۲ | - |
| 4 | کیفیت | درجه ۱ بین الملل = ۱۰ | درجه ۲ بین الملل = ۷ | درجه ۳ بین الملل = ۴ | درجه ۴ بین الملل = ۱ |
| 5 | تنوع محصول | کلاس A و B + تجهیزات جانبی = ۱۰ | کلاس B + تجهیزات جانبی = ۷ | کلاس A + تجهیزات جانبی = ۳ | بدون تجهیزات جانبی = ۱ |
| 6 | گارانتی | بیش از ۲ سال = ۱۰ | یک تا ۲ سال = ۸ | یک سال = ۵ | بدون گارانتی = مردود |
| 8 | قیمت | قیمت ۳۰٪-۵۰٪ = ۸ | قیمت ۵۰٪-۷۰٪ = ۶ | قیمت ۷۰٪-۹۰٪ = ۴ | قیمت ۹۰٪-۱۰۰٪ = ۲ |
| 9 | بسته بندی | درجه ۱ بین الملل = ۱۰ | درجه ۲ بین الملل = ۷ | درجه ۳ بین الملل = ۴ | درجه ۴ بین الملل = ۱ |
| 10 | زیبایی | درجه ۱ بین الملل = ۱۰ | درجه ۲ بین الملل = ۷ | درجه ۳ بین الملل = ۴ | درجه ۴ بین الملل = ۱ |
| 11 | رویه حمل و نقل | مستقیم و کمتر از ۳ روز = ۱۰ | مستقیم و کمتر از ۵ روز = ۷ | باربری و کمتر از ۷ روز = ۵ | متفرقه = ۱ |
| 12 | دارا بودن نماینده رسمی در شهرستانها | تعدد نماینده ها (بیش از ۸) = ۱۰ | تعدد نماینده ها (بیش از ۴) = ۷ | تعدد نماینده ها (بیش از ۲) = ۵ | حداقل یک نماینده = ۳ |
| 13 | پاسخگویی صحیح به نیاز یا درخواست مشتری | 10 | 7 | 5 | 3 |
| 14 | زمان تحویل | فوری = ۱۰ | یک تا ۵ روز = ۸ | یک تا ۳ هفته = ۵ | بیش از ۳ هفته = ۱ |
| 15 | هزینه حمل | بیمه و حمل رایگان = ۷ | حمل رایگان = ۵ | - | - |
| 17 | قرارداد تعمیرات و نگهداری | وجود = ۳ | - | - | - |
| 18 | وجود واحد خدمات پس از فروش | وجود = ۵ | - | - | - |
| 19 | کیفیت خدمات پس از فروش | درجه ۱ بین الملل = ۱۰ | درجه ۲ بین الملل = ۷ | درجه ۳ بین الملل = ۴ | درجه ۴ بین الملل = ۱ |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| 20 | هزینه خدمات پس از فروش | یک تا سه سال رایگان = ۱۰ | تا یک سال رایگان = ۷ | تا شش ماه رایگان = ۴ | تا یک ماه رایگان = ۲ |
| | امکان برگزاری سمینار های آموزشی | وجود = ۴ | | | |
| 21 | سرعت خدمات پس از فروش | فوری = ۱۰ | یک تا ۵ روز = ۸ | یک تا ۳ هفته = ۵ | بیش از ۳ هفته = ۱ |
| مشخصات تولید | | | | | |
| 1 | شرایط تولید | تولید و مونتاژ = ۷ | تولید = ۵ | مونتاژ = ۳ | بازرگانی = ۱ |
| 2 | دسترسی قطعات یدکی | فوری = ۱۰ | یک تا ۵ روز = ۸ | یک تا ۳ هفته = ۵ | بیش از ۳ هفته = ۱ |
| 3 | امکانات تست - عمومی | وجود = ۵ | - | - | - |
| 4 | امکان type test | وجود = ۷ | - | - | - |
| 5 | امکان test routine | وجود = ۱۰ | - | - | - |
| 6 | امکان test endurance | وجود = ۸ | - | - | - |
| 7 | امکان تزریق جریان | وجود = ۷ | - | - | - |
| 8 | واحد تحقیق و توسعه الکترونیکال | وجود = ۵ | - | - | - |
| 9 | واحد تحقیق و توسعه مکانیکال | وجود = ۷ | - | - | - |
| 10 | امکانات ساخت فریم سفارشی | وجود = ۱۰ | - | - | - |
| مشخصات مکانیکی | | | | | |
| 1 | نوع نصب | fixed/withdrawable = 4 | fixed = 2 | | |
| 2 | محدوده دمای کاری کلید | بیش از استاندارد = ۱۰ | مطابق استاندارد = ۸ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 4 | طول عمر مکانیکی | بیش از استاندارد = ۱۰ | مطابق استاندارد = ۸ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 5 | طول عمر الکتریکی | بیش از استاندارد = ۱۰ | مطابق استاندارد = ۸ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 6 | ابعاد | بیش از استاندارد = ۱۰ | مطابق استاندارد = ۸ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 7 | IP | بیش از استاندارد = ۱۰ | مطابق استاندارد = ۸ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 8 | NO. POLE | 3/4/3+N = 7 | فقط ۳ پل = ۵ | - | - |

| | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|---|
| 9 | وزن | بیش از استاندارد = ۷ | مطابق استاندارد = ۵ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 10 | نوع قطع مکانیکی | Spring charged/ rotary = 3 | Spring charged = 2 | rotary = 1 | - |
| 11 | charge over switching | y=3 | - | - | - |
| 12 | inter lock | y=3 | - | - | - |
| 13 | تعداد فریم | یک فریم = ۵ | دو فریم = ۳ | بیش از ۲ فریم = ۱ | - |
| مشخصات الکتریکی | | | | | |
| 1 | جریان نامی متغیر | y=3 | - | - | - |
| 2 | Icu(380 V) AC~ | بیش از استاندارد = ۱۰ | مطابق استاندارد = ۸ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 3 | Ics(%ICU) | بیش از استاندارد = ۱۰ | مطابق استاندارد = ۸ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 4 | Icm | بیش از استاندارد = ۷ | مطابق استاندارد = ۵ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 5 | Icw | بیش از استاندارد = ۷ | مطابق استاندارد = ۵ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 6 | Ue | بیش از استاندارد = ۵ | مطابق استاندارد = ۳ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 7 | Ui | بیش از استاندارد = ۵ | مطابق استاندارد = ۳ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 8 | Uimp | بیش از استاندارد = ۵ | مطابق استاندارد = ۳ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 9 | Breaking time/ زمان قطع | بیش از استاندارد = ۷ | مطابق استاندارد = ۵ | کمتر از حد مجاز = مردود | - |
| 10 | نوع رله کلید | میکروپروسسوری = ۷ | الکترونیکی = ۵ | غیره = ۳ | - |
| 11 | قابلیت تنظیم منحنی اضافه بار | y=7 | - | - | - |
| 12 | قابلیت تنظیم منحنی اتصال کوتاه | y=7 | - | - | - |
| 13 | قابلیت تنظیم زمان اتصال کوتاه | y=7 | - | - | - |
| 14 | قابلیت تنظیم منحنی خطای زمین | y=5 | - | - | - |
| 15 | قابلیت تنظیم زمان خطای زمین | y=5 | - | - | - |

| | | | | | |
|---------------|---|---|-----|-----------------------------|----|
| - | - | - | y=5 | امکان تست رله (دستگاه تست) | 16 |
| تجهيزات جانبی | | | | | |
| - | - | - | y=7 | موتور الکتریکی | 1 |
| - | - | - | y=5 | رله افست ولتاژ | 2 |
| - | - | - | y=5 | رله شانت | 3 |
| - | - | - | y=5 | کنتاکت خطا | 4 |
| - | - | - | y=5 | کنتاکت های کمکی | 5 |
| - | - | - | y=3 | قابلیت نصب دسته گردان | 8 |

پیوست (۱)

نمونه گزارش تست یک کلید گروه

کاربردی A

پیوست (۲)

نمونه گزارش تست یک کلید گروه

B کاربردی

مراجع

- [1] International Standard IEC 60947-2, "Low-voltage switchgear and controlgear, Part 2: Circuit-breakers" , 2003
- [2] International Standard IEC 60947-1, "Low-voltage switchgear and controlgear, Part 1: General rules", 2001
- [3] Unelec catalogue, "Moulded case and air circuit-breakers", 1996
- [4] "دستور العمل بسته بندی کلیدهای کامپکت و هوایی"، شرکت تهران پادنا، ۱۳۸۰