شرکت مدیریت تولید، انتقال
و توزیع نیروی برق ایران(توانیر)
معاونت هماهنگی توزیع
دفتر پشتیبانی فنی

دستورالعمل‌های نصب، نظارت برنصب، بهره برداری و سرویس و نگهداری

کلید قدرت خلا داخلی

ویرایش یک - شهریور ۱۳۹۰

شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

دستورالعمل نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری

کلید قدرت خلا داخلی

وضعیت سند	تاریخ	تهیه کننده	تایید کننده	تصویب کننده
چاپ صفر ویرایش یک	شهریور ماه سال ۱۳۹۰	پژوهشگاه نیرو- کمیته تخصصی تجهیزات قطع و وصل فشار متوسط	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	شرکت توانیر
		امضا	امضا	امضا

پیشگفتار

در دهه‌های اخیر شاهد توسعه کمی و کیفی بسیار شتابدار در تمام وجوه علم وصنعت هستیم و صنعت برق نیز بعنوان صنعت پیشرفته و پیچیده با استفاده از تکنولوژی مدرن دارای تجهیزات بسیار متنوع در رسته‌های مختلف از این قاعده مستثنا نبوده و هر روزه با توجه به روند تغییرات در نوع و سطح نیاز بهره‌برداران، انجام تغییرات در نوع توپولوژی شبکه‌ها و بواسطه آن استفاده از تجهیزات جدید در شبکه‌ها ضروری می‌گردد. صنعت توزیع نیروی برق نیز بواسطه نزدیکی با نقطه مصرف و تنوع در شرایط و تجهیزات دارای بیشترین سطح تغییرات می‌باشد که ضرورت دارد کاربران از این تغییرات آگاه و متناسب با آن نسبت به ارتقای قابلیت‌های عملیاتی و نیروی انسانی خود اقدام نمایند. این مهم در مجاورت سیاست‌ها و استراتژی‌های کلی صنعت برق کشور مبنی بر واگذاری فعالیت‌های اجرایی به بیرون از سازمان‌ها، اهمیتی دوچندان می‌یابد که بتوان علاوه بر ایجاد زبان مشترک فنی، روابط مابین ارکان دست‌اندرکاران پروژه‌ها را نیز از بدو انجام طراحی طرح تا بهره‌برداری، سرویس و نگهداری از تجهیزات پروژه را شفاف نموده و در چارچوب آن اقدام گردد که در اینصورت با ایجاد وحدت نظر فنی، ارتقای اثربخشی طرح‌ها و کاهش هزینه‌های جاری را شاهد خواهیم بود.

معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر در راستای سیاست‌های شرکت توانیر در راهبرد شرکت‌های توزیع و ایجاد بسترهای مناسب برای ارتقای سطح مهندسی و اجرای پروژه‌های توزیع به موازات برنامه تدوین "دستورالعمل‌های تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های مترتب بر کالاهای کثیرالمصرف" برنامه تدوین "دستورالعمل‌های نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تجهیزات کثیرالمصرف" را در دستور کار قرارداده و با توجه به پتانسیل کارشناسی و مدیریتی موجود در شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ، دبیرخانه مدیریت و تدوین دستورالعمل‌های مذکور را در قالب تفاهم‌نامه‌ای به شرکت مذکور واگذار نمود که در اینجا لازم است از جناب آقای مهندس سید محمد هاشمی رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ که با بلندنظری متقبل زحمت انجام این پروژه شدند تشکر و قدردانی شود.

اینک با لطف و عنایت حضرت خداوند متعال *دستورالعمل حاضر* در معرض استفاده عموم کارشناسان و صاحبنظران قرار می‌گیرد. بدیهی است کاستی‌های آن با رهنمودهای ارزنده دست‌اندرکاران صنعت مرتفع خواهد شد.

غلامرضا خوش خلق

معاون هماهنگی توزیع شرکت توانیر

مقدمه و تاریخچه سند

پس از تبادل تفاهم‌نامه و واگذاری مسئولیت مدیریت تهیه "دستورالعمل‌های نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تجهیزات شبکه‌های توزیع" با هدف تدوین راهنمای دست‌اندرکاران در زمینه نصب، نظارت، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تجهیزات توزیع از طرف شرکت توانیر به شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ، استفاده از خدمات نهادهای مشاوره‌ای جهت تدوین پیش‌نویس دستورالعمل‌های مذکور در دستور کار قرار گرفت.

دستورالعمل حاضر تحت عنوان ***" دستورالعمل نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی"*** مشتمل بر چهار دستورالعمل به منظور استفاده پیمانکاران و مجریان در حوزه نصب تجهیزات و همکاران و پیمانکاران شاغل در حوزه بهره‌برداری و سرویس و نگهداری و همچنین دستگاه‌های نظارت جهت کنترل و نظارت بر اجرای عملیات نصب و بهره‌برداری تجهیزات توسط پژوهشکده انتقال و توزیع نیروی پژوهشگاه نیرو و با حضور اعضا به شرح زیر تدوین گردیده است.

صفر	فرضعلی‌زاده	رئیس پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
محمدرضا	شریعتی	مدیر گروه پژوهشی خط و پست
حمیده	قدیری	مدیر گروه تدوین
سینا	سلطانی	کارشناس تدوین
سارا	خیامیم	کارشناس تدوین
دینیار	ترکی	مشاور

پیش‌نویس مذکور با حضور و مشارکت متخصصین و صاحبنظران صنعت برق در قالب کمیته‌ای با حضور اعضای گروه تدوین و افراد مشروحه ذیل در تاریخ ۹۰/۶/۲۰ مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفته است.

محمد علی	احمدی	شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
حسین	اردکانی	شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران
فرزان	آزاد	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
محمد	بادامی	شرکت منیران
حسن	حبیب پورکاشی	شرکت توزیع نیروی برق استان مازندران
محمود	حقی‌فام	دانشگاه تربیت مدرس
آرش	خلیل‌پور	شرکت توزیع نیروی برق شیراز
رحیم	سلیمان‌آذر	شرکت پایش نیرو
محمدعلی	صفاری	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان تهران
مجتبی	طاهریانفر	شرکت مهندسین البرز نیرو تابش
اکبر	فخاری	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
محمدرضا	فراهانی	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
علی	کمالزاده	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان تهران

مسعود	ملاسعیدی	شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران
علی	نادری‌آسا	شرکت نورگستر

بر خود لازم می‌دانم از آقای مهندس محمدرضا مشهدی فراهانی – مدیر پروژه، آقای مهندس اکبر یاورطلب – مدیر کل پشتیبانی فنی توزیع شرکت توانیر و آقای مهندس عبدالحمید ارسطو – قائم مقام و معاون مهندسی و نظارت شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ به جهت حمایت و پشتیبانی و از آقای دکتر سید ابراهیم موسوی ترشیزی – ریاست پژوهشگاه نیرو و آقای مهندس محسن مرجانمهر – معاونت پژوهشی و کلیه اعضای تیم پروژه پژوهشگاه نیرو به جهت تدوین پیش‌نویس و کلیه اعضای محترم کمیته فنی که زحمت بررسی دستورالعمل را متقبل شدند و همچنین از آقای مهندس اکبر فخاری نیز به جهت اهتمام و پیگیری تدوین و تصویب دستورالعمل مذکور، تشکر و قدردانی نمایم. موجب امتنان خواهد بود اگر متخصصین، کارشناسان و دست‌اندرکاران با رهنمودهای ارزنده خویش ما را در رفع کاستی‌ها یاری نمایند.

سید محمد هاشمی

رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل

شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

درباره دستورالعمل نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی

مطالعه دقیق این دستورالعمل و سایر مدارک فنی و دستورالعمل‌های سازنده کلید قدرت خلا داخلی که به هنگام تحویل همراه تجهیز می‌باشند، به کاربران این اجازه را می‌دهد تا استفاده بهینه را از تجهیز ببرند. لذا توجه به نکات زیر الزامی است:

- قبل از نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری یا تست کلید قدرت خلا داخلی این دستورالعمل و دستورالعمل سازنده تجهیز مورد نظر به دقت مطالعه شود. بهره برداری، سرویس و نگهداری نادرست تجهیز می‌تواند منجر به مرگ یا صدمات جانی بسیار شدید شود.
- کارایی رضایت‌بخش کلید قدرت گازی خارجی به نصب صحیح، تنظیمات دقیق و سرویس و نگهداری کافی آن بستگی دارد.
- تجهیز باید توسط پرسنل دارای صلاحیت و آموزش دیده نصب، بهره‌برداری، سرویس و نگهداری شود.
- توجه شود که شکسته شدن یا آسیب‌دیدگی کلید قدرت خلا داخلی هنگام نصب یا عدم بهره‌برداری صحیح از آن عملکرد درست آن را تحت الشعاع قرار می‌دهد.
- لازم بذکر است توضیحات کامل درباره روش های استاندارد رفع عیب، اصول حفظ سلامتی و عملیات تعمیر خارج از حوزه مطالب این دستورالعمل است.

فهرست نسخ:

چاپ	ویرایش	تاریخ	توضیحات
صفر	یک	شهریو ماه ۱۳۹۰	این نسخه توسط پژوهشگاه نیرو تهیه و در کمیته تخصصی تجهیزات قطع و وصل فشار متوسط مورخ ۹۰/۶/۲۰ برگزار شده در پژوهشگاه نیرو مورد تایید اعضای کمیته قرار گرفته است.

دریافت‌کنندگان سند:

فهرست مطالب

۱-هدف و دامنه کاربرد ۱۳

۲- مراجع ۱۳

۳- محدوده اجرا ۱۴

۴- تعاریف و علائم ۱۴

۵- کلید قدرت خلا داخلی ۱۷

۵-۱- بخش‌های مختلف کلید قدرت خلا داخلی ۲۲

۵-۱-۱- پلاک مشخصات ۲۲

۵-۱-۲- پل ۲۳

۵-۱-۳- ترمینال فوقانی ۲۳

۵-۱-۴- ترمینال تحتانی ۲۳

۵-۱-۵- ترانس جریان کلید ۲۳

۵-۱-۶- نشانگر وضعیت ۲۳

۵-۱-۷- محفظه کلید ۲۳

۵-۱-۸- شمارنده تعداد عملکرد ۲۴

۵-۱-۹- تابلوی کنترل ۲۴

۵-۱-۱۰- رله ۲۴

۶- دستورالعمل نصب ۲۵

۶-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز ۲۵

۶-۲- انبارداری و حمل و نقل ۲۶

۶-۲-۱- انبارداری ۲۶

۶-۲-۲- حمل و نقل ۲۷

۶-۲-۲-۱- بلند کردن ۲۸

۶-۲-۲-۲- بیرون آوردن مکانیزم فرمان از داخل جعبه حمل ۲۸

۶-۲-۲-۳- بیرون آوردن کلید از داخل جعبه حمل ۲۸
۶-۳- مراحل نصب ۲۸
۶-۳-۱- بلند کردن کلید ۲۹
۶-۳-۲- قرار دادن کلید داخل تابلو ۳۰
۶-۳-۳- وصل سیم‌های مدار فرمان ۳۱
۶-۴- آزمون‌های مورد نیاز ۳۱
۶-۵- الزامات قبل از راه‌اندازی ۳۱
۶-۶- مراحل راه‌اندازی ۳۲
۷- دستورالعمل نظارت بر نصب تجهیز ۳۳
۷-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز ۳۳
۷-۲- آیین‌کار و روش اجرایی ۳۳
۸- دستورالعمل بهره‌برداری ۳۵
۸-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز ۳۵
۸-۲- شرایط بهره‌برداری ۳۵
۸-۳- روش بهره‌برداری ۳۷
۸-۳-۱- بهره‌برداری دستی ۳۷
۸-۳-۲- بهره‌برداری موتوری ۳۸
۸-۳-۳- بهره‌برداری با استفاده از کنترل از راه دور و سیستم اتوماسیون ۳۹
۸-۳-۳-۱- بهره‌برداری در شرایط بروز خطای شبکه ۳۹
۸-۳-۴- عملیات قطع و وصل کلید ۳۹
۸-۳-۴-۱- چگونگی شارژ دستی فنر کلید ۴۰
۸-۳-۴-۲- چگونگی شارژ الکتریکی فنر کلید ۴۱
۸-۳-۴-۳- وصل کلید ۴۱
۸-۳-۴-۴- قطع کلید ۴۲
۹- دستورالعمل سرویس و نگهداری ۴۳
۹-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز ۴۳

۹-۲- سرویس و نگهداری دوره‌ای ۴۴
۹-۲-۱- الزامات سرویس و نگهداری ۴۵
۹-۲-۲- روانکاری کلیدهای قدرت ۴۷
۹-۳- آیین‌کار و روش اجرایی ۴۷
۹-۳-۱- نگهداری پس از وقوع خطای عملکرد تجهیز ۴۹
پیوست (۱): زمین ۵۰
پیوست (۲): ضریب تصحیح K_A ۵۲

پیش نویس

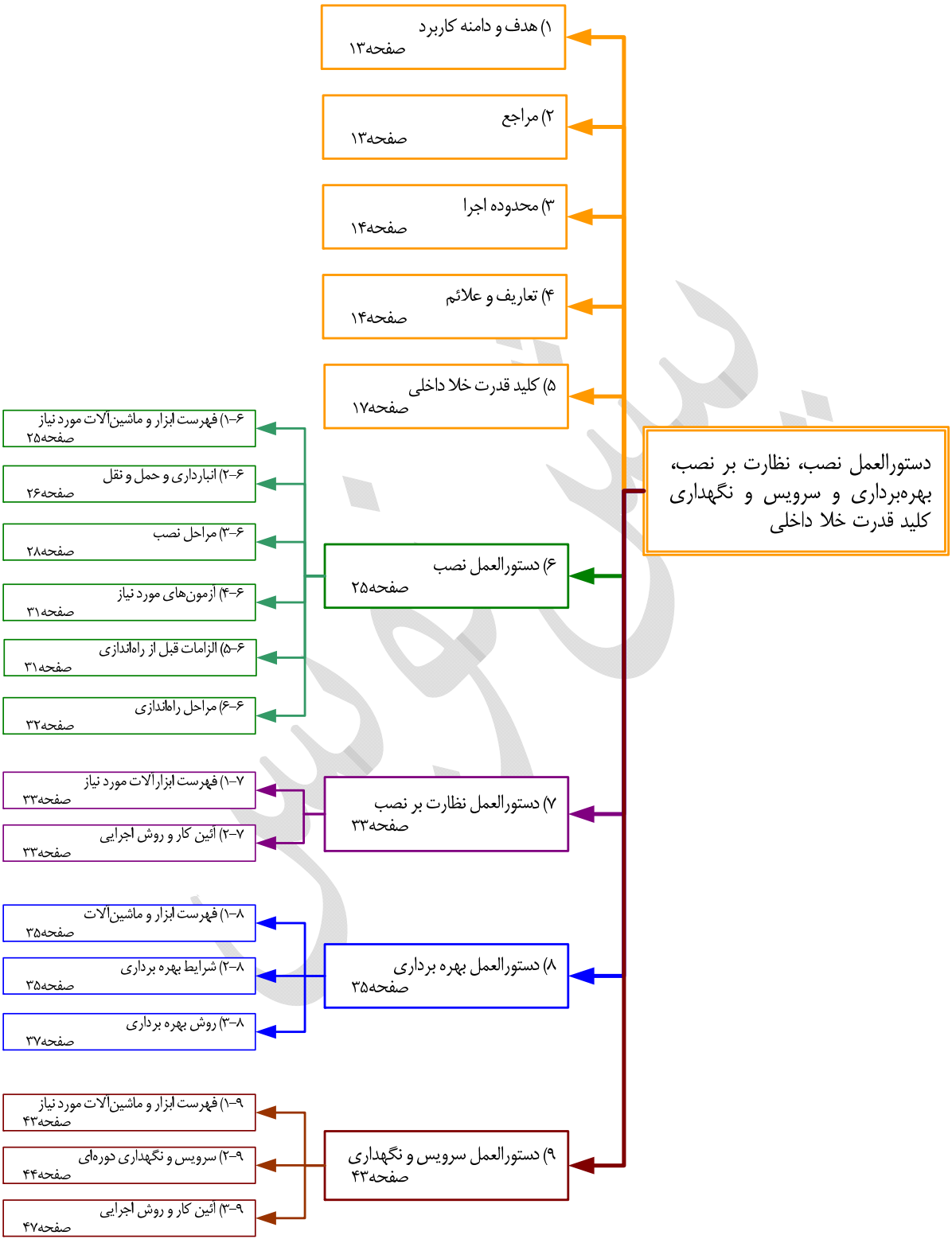
فهرست اشکال

شکل (۱): نمونه‌هایی واقعی از کلید قدرت خلا داخلی ۲۰
شکل (۲): نمودار شماتیکی یک کلید خلا داخلی در وضعیت قطع ۲۱
شکل (۳): طرح سنتی یک کلید قدرت خلا ۲۱
شکل (۴): نمونه‌ای از رله‌های ثانویه ۲۴
شکل (۵): نحوه بلند کردن کلید قدرت خلا داخلی نمونه ۲۹
شکل (۶): نحوه حمل کلید خارج شده از جعبه حمل ۳۰
شکل (۷): تجهیزات عملکرد و ارسال سیگنال کلید قدرت خلا داخلی ۴۰
شکل (۸): پایین آوردن اهرم شارژ فنر ۴۰
شکل (پ-۱-۱): یک نمونه چاه زمین و الکترود اتصال زمین که با الکترولیت سدیم بنتونیت ۵۱
شکل (پ-۲-۱): تعیین ضریب K_a برای تصحیح ارتفاع محل نصب کلید قدرت ۵۲

فهرست جداول

جدول (۱): مقایسه کلیدهای گازی، خلا و کم روغن ۱۸
جدول (۲): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت نصب کلید قدرت خلا داخلی ۲۵
جدول (۳): فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب کلید قدرت خلا داخلی ۳۳
جدول (۴): چک‌لیست نظارت بر نصب کلید قدرت خلا داخلی ۳۴
جدول (۵): فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت بهره‌برداری از کلید قدرت خلا داخلی ۳۵
جدول (۶): پارامترهای محیطی و شرایط کاری استاندارد برای کلیدخانه های فشار متوسط ۳۶
جدول (۷): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی ۴۳
جدول (۸): کارت مشخصه سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی ۴۸

رهیابی سریع مطالب



۱- هدف و دامنه کاربرد

این سند با هدف ایجاد وحدت رویه در تعیین روش‌های نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی و هماهنگ‌سازی و شفافیت در نحوه انجام فرآیندهای مربوطه تهیه و تدوین گردیده است. موارد مرتبط با تعیین الزامات و معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای تجهیزات شبکه‌های توزیع در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار نمی‌گیرد.

۲- مراجع

IEC 62271-100: 2008	High Voltage Switchgear and Controlgear – Part 100: Alternating Current Circuit-Breaker .
IEC 60694: 2010	Common Specification for High-Voltage Switchgear and Controlgear Standards.
IEC 61208: 1996	High Voltage Alternating Current Circuit-Breaker- Guide for Maintanence.
ARMY TM 5-684: 1996	Facilities Engineering Elactrical Exterior Facilities.
Maintenance of Power Circuit Breakers: 1999.	Facilities instructions, standards and techniques, United states department of the interior bureau of reclamation denver, Colorado.
نشریه شماره ۳۷۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	مشخصات فنی و عمومی و اجرایی پست های توزیع هوایی و زمینی ۲۰ و ۳۳ کیلوولت

بروشورها و مدارک سازندگان

۳- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل دربرگیرنده کلیه شرکت‌های توزیع، مشاوران، سازندگان، تامین‌کنندگان و پیمانکاران صنعت توزیع نیروی برق کشور است.

۴- تعاریف و علائم

کلید قدرت[۱] کلیدی مکانیکی است که توانایی عبور جریان نامی به طور دایم و تحمل جریان اتصال کوتاه در مدت زمانی مشخص را داشته و قادر به قطع و وصل جریان نامی و اتصال کوتاه تعریف شده برای کلید باشد.

کلید قابل قطع زیر بار وسیله‌ای است مکانیکی که توانایی عبور جریان نامی به طور دائم و تحمل جریان اتصال کوتاه در مدت زمانی مشخص را دارا بوده و قادر به قطع و وصل جریان نامی است.

پل قسمتی از کلید قدرت است که تنها شامل هادی‌های مربوط به مدار اصلی در یک فاز بوده و وظیفه قطع و وصل مدار اصلی را برعهده دارد.

مدار اصلی[۲] قسمتی از هادی‌های جریان کلید قدرت است که جهت عمل قطع و وصل کردن مدار طراحی شده است.

مدار کنترلی[۳] مدارهای مورد نیاز جهت قطع و وصل کردن کلید قدرت (به جز مدار اصلی) را هستند.

مدارهای کمکی[۴] تمامی قسمت‌های هادی کلید قدرت به جز مدارهای اصلی و کنترلی هستند از مدارهای کمکی در کلید قدرت می‌توان به تجهیزات اینترلاک، سیگنال‌ها، شمارنده‌ها و... اشاره کرد.

---

[۱]- در زمان تدوین این دستورالعمل "کلید قدرت" با عنوان "دژنکتور" نیز شناخته شده است.

[2]- Main Circuit

[3]- Control Circuit

[4]- Auxiliary Circuit

کنتاکت[۱] هادی‌های ثابت و متحرک در کلید قدرت هستند که برای قطع و وصل کلید طراحی و ساخته می‌شوند با تماس این هادی‌ها به یکدیگر مدار کلید بسته و با جدا شدن آنها از یکدیگر مدار باز می‌شود.

کنتاکت اصلی[۲] کنتاکتی است که در مدار اصلی کلید قدرت قرار داشته و هنگام وصل کلید قدرت وظیفه عبور دادن جریان مدار را بر عهده دارد.

کنتاکت کنترل[۳] کنتاکت‌های مکانیکی هستند که در مدار کنترل کلید به کار گرفته می‌شوند.

کنتاکت کمکی[۴] کنتاکت‌های مکانیکی که در مدارهای کمکی به کار گرفته می‌شوند.

کلید کمکی[۵] این کلید شامل یک یا چند کنتاکت مکانیکی و کمکی یا کنترلی بوده و همزمان با سایر اجزای کلید قدرت عمل می‌کند.

کنتاکت "a"[۶] کنتاکتی است که همزمان با کنتاکت اصلی بسته و یا باز می‌شود.

کنتاکت "b"[۷] کنتاکتی است که برخلاف کنتاکت اصلی قطع و وصل می‌شود. به عبارت دیگر با باز شدن کنتاکت اصلی این کنتاکت بسته و با بسته شدن کنتاکت اصلی باز می‌شود.

نشان‌دهنده وضعیت[۸] این نشان‌دهنده در کلیدهای مکانیکی حالات قطع و وصل و در مواقع خاص اتصال به زمین کلید قدرت را نشان می‌دهد.

ترمینال[۹] ترمینال برای اتصال اجزای کلید به هادی‌های خارجی تعبیه می‌گردد.

---

[1]- Contact
[2]- Main Contact
[3]- Control Contact
[4]- Auxilary Contact
[5]- Auxiliary Switch
[6]- Make Contact
[7]- Break Contact
[8]- Postion Indicating Device
[9]- Terminal

رله[1] — در کلیدهای مکانیکی قطعه‌ای است که وظیفه رهاسازی فنر باز و یا بستن کلید را بر عهده دارد.

ولتاژ بازیابی گذرا (TRV)[2] — ولتاژ گذرایی است که بین ترمینال‌های تجهیزات کلیدزنی (اعم از کلید قدرت، سکسیونر و یا کات‌اوت فیوز) بعد از قطع جریان بوجود آید.

ولتاژ قوس — ولتاژ لحظه‌ای است که به هنگام قطع جریان توسط کلید قدرت بین دو کنتاکت آن به وجود می‌آید.

ظرفیت قطع[3] — بیشترین جریانی است که کلید قدرت و یا فیوز توانایی قطع آن را داشته گویند.

زمان وصل — در یک کلید قدرت فاصله زمانی است بین زمان تحریک مدار کنترلی کلید هنگامی که باز است تا زمانی که دو کنتاکت کلید در هر سه قطب به هم برسند.

زمان قطع — در یک کلید قدرت به فاصله زمانی بین اعمال سیگنال تحریک به مدار کنترل کلید، هنگام بسته نبودن کلید، تا جدا شدن کامل کنتاکت‌ها از هم و قطع کامل قوس زمان قطع گویند.

ولتاژ نامی (U_r) — ولتاژ نامی برای کلیدهای قدرت بایستی بزرگترین ولتاژ کاری سیستم انتخاب شود. برای سطوح ولتاژ ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت این ولتاژ به ترتیب ۱۲، ۲۴ و ۳۶ کیلوولت انتخاب می‌شود.

اتوماسیون توزیع — مدیریت شبکه‌های توزیع برق به صورت کنترل از راه دور به کمک فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بسترهای مخابراتی و تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را اتوماسیون توزیع می‌نامند.

قابلیت اطمینان — وضعیت تامین برق مشترکین از لحاظ تعداد قطعی‌ها و پایداری و استمرار شبکه را قابلیت اطمینان گویند.

---

[1]- Relay

[2]- Transient Recovery Voltage

[3]- Breaking Capacity

چوب پرچ وسیله‌ای که با داشتن بازوی عایق با طول مناسب، امکان قطع و وصل ایمن تجهیزات قطع و وصل فشار متوسط را مهیا می‌کند.

دوربین ترموویژن وسیله‌ای است که میزان حرارت اتصالات را نشان می‌دهد و به کمک آن می‌توان اتصالات سست را تشخیص داد.

این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگرکلید قدرت است.

۵- کلید قدرت خلا داخلی

کلیدهای قدرت یکی از اصلی‌ترین و اساسی‌ترین تجهیزات کلیدزنی شبکه برق هستند که هنگام بروز عیب و یا ضرورت بی‌برق نمودن بخشی از شبکه قطع و وصل شده و قسمتی از شبکه مورد نظر را از شبکه جدا یا به شبکه وارد می‌سازند.

از آنجایی که بروز خطا در شبکه امری طبیعی و غیرقابل پیش‌بینی است، قطع و وصل مناسب و به‌موقع کلیدهای فشارمتوسط از الزامات حفظ پایداری و افزایش قابلیت اطمینان شبکه است. زیرا چنانچه با بروز عیب و ضرورت قطع اتوماتیک، کلید به عللی عمل نکرده یا قطع جریان ناشی از خطا انجام نگیرد، خطا گسترش یافته و خسارات سنگینی به تجهیزات شبکه وارد خواهد آمد. بنابر این کلید قدرت در زمره حساس‌ترین و مهمترین تجهیزات شبکه محسوب می‌گردد.

کلیدهای قدرتی که امروزه در سطوح ولتاژ فشار متوسط مورد استفاده قرار می‌گیرند، به سه نوع روغنی، خلا و گازی از لحاظ نوع محیط خاموش کردن قوس تقسیم‌بندی می‌شوند.

در کلیدهای خلا کنتاکت‌های کلید داخل محفظه خلا قرار داشته و قوس ایجاد شده به هنگام قطع به دلیل خاصیت عایقی بالای محفظه خلا کلید بلافاصله قطع می‌گردد.

از مزایای بارز این نوع از کلیدها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود.

- عدم وقوع انفجار و اشتعال
- ابعاد کوچکتر و حجم کم، این کلیدها را برای بکارگیری در تابلوهای کمپکت مناسب کرده است. همچنین وزن این کلیدها به میزان قابل توجهی کمتر از انواع دیگر است.
- صدای کمتر نسبت به انواع دیگر
- خاموش شدن جرقه در محیط خلا بر خلاف کلیدهای روغنی و گازی کاملا با محیط زیست سازگار است.
- کلیدهای خلا غیر قابل اشتعال هستند.

- نگهداری و تعمیرات کلیدهای خلا در مقایسه با کلیدهای دیگر با توجه به مکانیزم آنها و کاهش چشمگیر تعداد قطعات به کار رفته بسیار ساده‌تر است.
- عمر مکانیکی کلیدهای خلا اغلب ۵ تا ۱۰ برابر کلیدهای گازی است.
- سرعت قطع و وصل بالاتر نسبت به انواع گازی و روغنی
- تلفات حرارتی این نوع از کلیدها پایین‌تر از سایر انواع کلیدهاست.
- تغییرات جریانی این نوع کلیدها نسبت به تغییرات دما نسبت به انواع دیگر کلیدها کمتر است.

در جدول (۱) مقایسه‌ای بین انواع کلیدهای قدرت درج شده است.

جدول (۱): مقایسه کلیدهای گازی، خلا و کم روغن

محیط قطع / مشخصه	کم روغن	SF_6	خلا
قابلیت قطع جریان اتصال کوتاه و جریان نامی	۵-۴ بار قطع اتصال کوتاه و تا ۱۰۰۰ بار قطع جریان نامی	تا ۲۵ بار قطع اتصال کوتاه و تا ۱۰۰۰۰ بار قطع جریان نامی	تا ۱۰۰ بار قطع اتصال کوتاه و تا ۳۰۰۰۰ بار قطع جریان نامی
تعداد دفعات قطع و وصل تا سرویس مکانیزم عملکرد	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ بار	۳۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ بار	۱۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ بار
هزینه‌های تعمیر محفظه قطع	دستمزد بالا ـ قطعات ارزان	دستمزد بالا ـ قطعات ارزان	کل محفظه قطع باید تعویض شود، دستمزد پایین ـ قطعات گران
تناسب با قطع و وصل مکرر	نامناسب	خوب	خیلی خوب
قابلیت استفاده در سویچینگ ترانسفورماتور	مناسب	مناسب	خیلی خوب
کلیدزنی خازن منفرد	نامناسب	خیلی خوب	خیلی خوب
کلیدزنی مجموعه‌های خازنی پشت به پشت	نامناسب	خیلی خوب	خیلی خوب
کلیدزنی راکتور	مناسب	مناسب	خیلی خوب
استقامت عایقی بین کنتاکت‌ها در حالت باز	پایین (چنانچه کیفیت روغن مطلوب باشد بالا)	بالا	خیلی بالا
نظارت بر شرایط محفظه کلید	نظارت چشمی بر سطح و وضع روغن	با اندازه گیری فشار گاز	قابل نظارت نیست
ایمنی پرسنل به هنگام خطای کلید	ضعیف	خوب	خیلی خوب
تأثیر در آلودگی محیط زیست	دارد	دارد	ندارد

حرکت مکانیکی کنتاکت‌ها جهت قطع و وصل کلید توسط چهار نوع مکانیزم فنری، هیدرولیکی، سلنوئیدی[1] و مغناطیسی[2] انجام می‌پذیرد.

مکانیزم فنری

در مکانیزم فنری از نیروی موتور و یا دست جهت شارژ فنر استفاده می‌شود، پس از شارژ فنر و با صدور فرمان وصل انرژی ذخیره شده در فنرها، باعث جابجایی و قطع و وصل دو کنتاکت کلید می‌گردد. ارزانی، ایمنی، امکان شارژ دستی و نگهداری ساده از جمله مزیت‌های عمده این نوع از کلیدها است.

مکانیزم هیدرولیکی

در مکانیزم هیدرولیکی (روغنی) که تقریبا مکانیزمی منسوخ شده است، روغن توسط پمپ هیدرولیک پمپاژ می‌گردد. به هنگام جابجایی مکانیکی پیستون، پمپ هیدرولیک (پنوماتیک) باعث شارژ فنر و قطع و وصل کلید می‌شود. صدای کم، از جمله مزیت‌های این مکانیزم است. تعمیر و نگهداری سخت، قیمت بالا و نیاز به بازدیدهای دوره‌ای بیشتر نسبت به سایر انواع از معایب آن به شمار می‌آید. از مکانیزم‌های هیدرولیکی وهوای فشرده بطور معمول بیشتر در کلیدهای سنگین و ولتاژهای بالاتر استفاده می‌شوند.

مکانیزم سلونوئیدی

مکانیزم قطع و وصل با سلونوئید برای کلیدهای مدرن که نیاز به جابجایی بسیار اندک کنتاکت و در ضمن نیروی کمی دارند، استفاده می‌شوند. در روش فوق هر یک از پل‌های کلید دارای یک سلونوئید مستقل هستند که هنگام تزریق جریان (با توجه به جهت جریان) کنتاکت‌های کلید قطع و وصل می‌شوند. برای قطع و وصل همزمان سه پل کلید، یک محور همزمان کننده بصورت مکانیکی وظیفه سنکرون کردن سه پل را به عهده خواهد داشت. در این روش بدلیل عدم نیاز به فنر و چرخ‌دنده و سایر قطعات مکانیکی، مکانیزم خیلی ساده و سبک و دارای طول عمر زیاد و بدون نیاز به تعمیر و نگهداری می باشند. این نوع مکانیزم حداقل ۳۰٫۰۰۰ بار و حتی تا ۱۵۰٫۰۰۰ بار امکان قطع و وصل کلید را دارد. در سطور آتی به بررسی تکنیک قطع در محیط خلا بطور خاص پرداخته خواهد شد.

طبق استاندارد IEC 62271-100 کلیدهای قدرت براساس توانایی کلیدزنی از نظر قطع جریان‌های خازنی به دو کلاس به شرح زیر تقسیم می‌شوند.

---

[1]- Solenoid actuator

[2]- Magnetic actuator

- کلاس C۱: کلیدهایی که به هنگام کلیدزنی جریان خازنی احتمال آسیب‌دیدگی آنها کم است.
- کلاس C۲: کلیدهایی که به هنگام کلیدزنی جریان خازنی احتمال آسیب‌دیدگی آنها خیلی کم است.

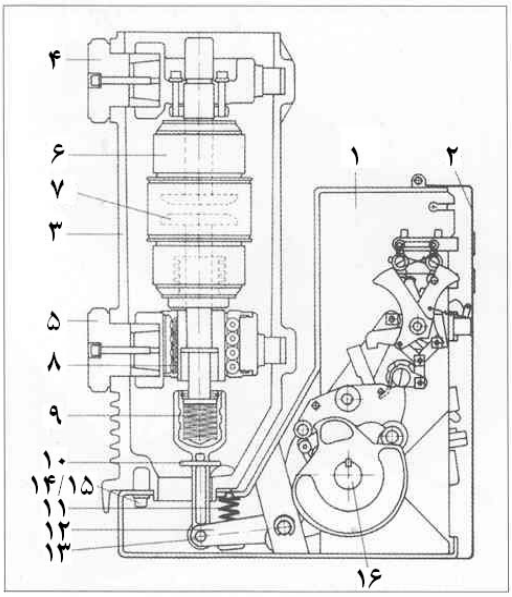
کلیدهای قدرت کلاس C۲ را می‌توان به جای کلیدهای قدرت کلاس C۱ به کار گرفت.

محفظه قطع کلید خلا بایستی از استحکام کافی جهت تحمل فشارهای بیرونی برخوردار باشد. انتشار اشعه X بایستی در حداقل مقدار خود نگه داشته شود و نرخ یون منتشره در معرض ولتاژ نامی با فرکانس شبکه برای نقطه‌ای در فاصله ۵ سانتیمتری از سطح محفظه قطع کمتر از ۰/۵ میلی رونتگن بر ساعت باشد.

در شکل (۱) نمونه‌هایی از کلید قدرت خلا پست‌های زمینی، و در شکل (۲) نمودار شماتیکی آن ارایه شده است.

۱ اهرم برای شارژ فنر بست در حالت دستی
۲ نشان‌دهنده وضعیت باز/بسته کلید
۳ پلاک مشخصات نامی
۴ دکمه فشاری ارسال فرمان وضعیت باز
۵ دکمه فشاری ارسال فرمان وضعیت بسته
۶ نشاندهنده وضعیت شارژ/عدم شارژ فنر
۷ شمارنده عملکرد
۸ ترمینال‌ها
۹ کلید قفل (کلید در حالت باز)

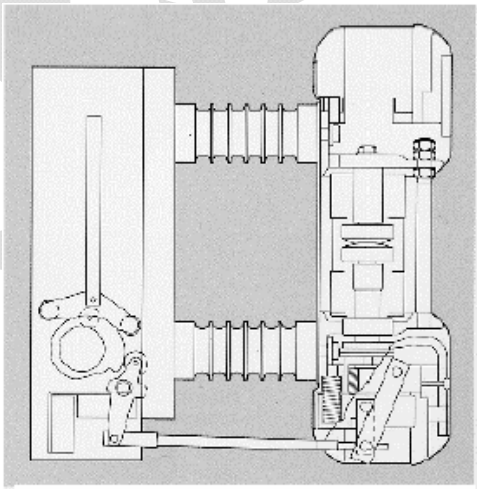
شکل (۱): نمونه‌هایی واقعی از کلید قدرت خلا داخلی



۱	محفظه مکانیزم	۹	کنتاکت متحرک
۲	صفحه جلویی	۱۰	میله اتصال عایقی
۳	محفظه پل	۱۱	فنر قطع
۴	ترمینال بالایی کلید	۱۲	اهرم دوشاخه
۵	ترمینال پایینی کلید	۱۳	محور شیاردار
۶	محفظه قطع خلا	۱۴	پیچ ثابت‌کننده پل
۷	کنتاکت متحرک	۱۵	واشر قفلی
۸	کنتاکت غلتکی	۱۶	محور اصلی

شکل (۲): نمودار شماتیکی یک کلید خلا داخلی در وضعیت قطع

کلیدهای خلا تا سطح ولتاژ ۳۶ kV موجود هستند. البته در ژاپن این کلیدها تا سطح ولتاژ ۸۵ kV نیز ساخته شده‌اند. در کلیدهای خلا هنگام جدا شدن کنتاکت‌ها، آرک بین کنتاکت‌ها بوجود می‌آید. این آرک، سطح کنتاکت را ذوب می‌کند و جاری شدن جریان را تا بخار شدن فلز در الکترود منفی یا مثبت ادامه می‌دهد. پس از نزدیک شدن جریان به صفر طبیعی، کاتد دیگر انرژی لازم برای سطح یونیزه را ندارد و جاری شدن قوس جریان متوقف می‌شود. شکل (۳) طرح یک کلید قدرت خلا اولیه را نشان داده است.



شکل (۳): طرح سنتی یک کلید قدرت خلا

هنگامی که الکترود اصلی دوباره کاتد می‌شود، یون‌ها جامد شده و دیگر یونی برای برقراری جریان و جود ندارد لذا در کلید خلا، قطع جریان همیشه در اولین جریان صفر اتفاق می‌افتد. این قطع بودن حالت گذراست و هیچ ضربه ولتاژی بر سیستم توزیع ایجاد نمی‌کند. فاصله کنتاکتی لازم به دلیل استقامت دی‌الکتریکی بالای خلا، بین یک چهارم تا سه‌چهارم اینچ است. قطع جریان‌های خازنی یا جریان‌های با ضریب توان کم القایی با استفاده از کلید خلا امکان‌پذیر است.در حال حاضر، طراحی جدیدی در قطع‌کننده خلا مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن آرک از حالت انتشار به حالت جمع‌شونده با قرار دادن آرک در میدان مغناطیسی محوری صورت می‌گیرد. آرک روی سطح کنتاکت می‌چرخد تا گرمای نقطه‌ای به وجود نیاید. روش دیگر، طراحی کنتاکت برای ایجاد مسیر جریان لازم برای تولید میدان است. این روش مزایایی را در جریان‌های بالاتر از ۳۱/۵ kA دارد.

در حال حاضر کلیدهای خلا تحت ولتاژ گذرا تا حد ۱۰ kV در هر میکروثانیه می‌توانند عمل کنند. زمان قطع این کلیدها کمتر از دو سیکل است.

۵-۱- بخش‌های مختلف کلید قدرت خلا داخلی

۵-۱-۱- پلاک مشخصات

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

بر روی پلاک مشخصات کلید عموما مشخصات آن به شرح مندرج در ذیل درج می‌شود.

- نام کارخانه سازنده
- شماره سریال کلید
- ولتاژ نامی برحسب کیلوولت
- ولتاژ استقامت در مقابل ضربه صاعقه برحسب کیلوولت
- فرکانس نامی برحسب هرتز
- جریان نامی برحسب آمپر
- جریان اتصال کوتاه برحسب کیلوآمپر
- زمان استقامت در مقابل عبور جریان اتصال کوتاه برحسب ثانیه
- توالی عملکرد نامی
- ولتاژ تجهیزات و دستگاه‌های کمکی و جانبی برحسب ولت
- وزن کلید
- سال ساخت کلید

۵-۱-۲- پل[1]

کلیدهای قدرت عموما براساس تعداد پل‌هایشان به دو دسته تک‌پل و سه پل تقسیم می‌شوند. در کلیدهای قدرت سه پل، پل‌ها به صورت کوپل شده با یکدیگر بوده و یا می‌توانند جهت عملکرد هماهنگ به یکدیگر کوپل شوند.

۵-۱-۳- ترمینال فوقانی

محلی است که کابل‌ها یا هادی‌های خطوط بالادست توسط کابلشوها یا کلمپ‌های مخصوص به کلید متصل می‌شوند.

۵-۱-۴- ترمینال تحتانی

محلی است که کابل‌ها یا هادی‌های خطوط پایین‌دست توسط کابلشوها یا کلمپ‌های مخصوص به کلید متصل می‌شوند.

۵-۱-۵- ترانس جریان کلید

یک ترانس جریان حفاظتی است که در داخل کلید تعبیه شده و جریان ثانویه آن متناسب با جریان گذرنده از کلید است. ترانس جریان وظیفه فرمان دادن به رله و سایر مدارهای کنترلی آن را بر عهده دارد.

۵-۱-۶- نشانگر وضعیت

وضعیت باز یا بسته بودن کلید را نشان می‌دهد. این نشانگر باید از بر روی تابلو قابل دیدن باشد.

۵-۱-۷- محفظه کلید

محفظه‌ای است که بخش‌های حفاظتی و کنترلی کلید اعم از ترانس‌های جریان، رله‌های حفاظتی، شمارنده‌های تعداد عملکرد (در صورت وجود)، نشانگرهای وضعیت و ... به همراه سیم‌بندی‌های مربوط به آنها در داخل آن قرار دارند.

---

[1]- Pole

۵-۱-۸- شمارنده تعداد عملکرد

در بعضی از انواع کلید شمارنده‌ای وجود دارد که تعداد عملکردهای کلید را مشخص می‌نماید. این شمارنده بخشی از مدار کمکی کلید است و با توجه به تعداد دفعات عملکرد آن، بازرسی دوره‌ای یا تعویض آن براساس دستورالعمل سازنده انجام می‌شود.

۵-۱-۹- تابلوی کنترل

بخشی از کلید است که مدارهای کنترلی و حفاظتی کلید در داخل آن قرار داشته و تنظیمات و فرمان دستی کلید از طریق این تابلو امکان پذیر است.

۵-۱-۱۰-رله[1]

رله‌های مورد استفاده در کلیدهای قدرت به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم‌بندی می‌شوند که در مورد کلیدهای خلا تنها نوع ثانویه آن کاربرد دارد. در رله‌های ثانویه از مقادیر ثانویه ترانس‌های جریان و ولتاژ (CT , PT) برای حفاظت بهره‌گیری می‌شود. نمونه‌ای از یک رله ثانویه در شکل (۴) ارایه شده است.

شکل (۴): نمونه‌ای از رله‌های ثانویه

[1]- Relay

۶- دستورالعمل نصب

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز، انبارداری و حمل و نقل، مراحل نصب، آزمون‌های مورد نیاز و مراحل راه‌اندازی است و در ادامه به صورت مشروح به موضوعات مذکور پرداخته شده است. لازم بذکر است بدلیل تنوع کلیدهای موجود در بازار، طبیعتا دستورالعمل نصب برای کلیه کلیدها یکسان نبوده و لازم است ابتدا دستورالعمل نصب سازنده کلید و سپس این دستورالعمل ملاک عمل قرار گیرد.

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

۶-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز

فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت نصب کلید قدرت خلا داخلی در جدول (۲) ارایه شده است.

جدول (۲): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت نصب کلید قدرت خلا داخلی

ردیف	نام ابزار و یا ماشین‌آلات	توضیحات
۱	لیفتراک	دارای ظرفیت حمل و ارتفاع قلاب مناسب
۲	زنجیر یا طناب‌های مناسب	به منظور بلند کردن کلید
۳	آچار ترکمتردار (گشتاورسنج)	در اندازه مناسب
۴	آچار بکس	در اندازه‌های مختلف
۵	آچار تخت	در اندازه‌های مختلف
۶	انبردست	–
۷	الکل	جهت نظافت کلید (در صورت نیاز)
۸	قیچی کابل‌بر و چاقو	جهت بریدن کابل و روکش آن
۹	کابلشو	جهت برقراری اتصال کابل
۱۰	دستگاه پرس هیدرولیکی کابلشو	جهت اتصال کابلشو به سیم
۱۱	متر	–
۱۲	تراز	–
۱۳	فازمتر فشارقوی	جهت اطمینان از عدم وجود ولتاژ
۱۴	جعبه کمک‌های اولیه	جهت کمک‌رسانی در شرایط بروز حادثه
۱۵	لوازم ایمنی فردی و گروهی	برای حفظ ایمنی

- نقشه‌های ابعادی، نقشه های نصب و نمودارهای مدار نیز از جمله ابزار مورد نیاز هستند. قطعات کلید باید مطابق نقشه نصب گردند.

۶-۲- انبارداری و حمل و نقل

در این بخش مطالب و نکات مربوط به نحوه انبارداری تجهیز، حمل و نقل بدون ریسک و ایمنی کامل آن و همچنین نحوه ورود تجهیز به محل استقرار ذکر شده است.

۶-۲-۱- انبارداری

بهتر است از انبار کردن کلیدها درمدت زمان تحویل تا نصب خودداری شود. در صورت چنین نیازی، این کلیدها باید در فضای بسته یا مکان‌های پوشیده انبار شوند و همچنین بالاتر از سطح زمین قرار گیرند تا از نفوذ آب به آنها جلوگیری شود. به هنگام دریافت کلیدها باید پوشش لاستیکی آنها (به جز قطعات یدکی) برداشته شود تا از خوردگی ناشی از تقطیر آب جلوگیری شود.

انبار کردن در آب و هوای مرطوب و بدون تهویه ممکن است به تغییر رنگ سطح گالوانیزه منجر شود. این تغییر رنگ عموما به نام اکسیدروی سفید شناخته می‌شود که از اکسید روی و هیدروکسید روی تشکیل شده و ناشی از فرآیند شیمیایی است که بین دو سطحی که دارای پوشش بوده و بین آنها رطوبت قرار می‌گیرد اتفاق می‌افتد. آهن موجود در زیر سطح روی هیچگونه آسیبی نمی‌بیند. طبق استاندارد، وجود اکسیدروی سفید رنگ نمی‌تواند دلیلی برای رد کالا باشد.

لذا پس از رسیدن هر کلید باید بر اساس روش زیر مورد بررسی قرار گیرد.

۱- تحویل کلید بر طبق سفارش و اسناد تحویلی باشد.

۲- کلید تحویلی بدون نقص بوده و هیچ عیب و نقصی در موارد آن موجود نباشد.

۳- پس از احراز هرگونه آسیبی، جعبه‌ها باز شده و از صدمات عکسبرداری و صدمات و نقایص احتمالی گزارش داده شود.

۴- در صورت یافتن هر گونه آسیب ناشی از حمل و نقل که عملکرد عادی کلید را غیرممکن می‌سازد، فورا بیمه‌گذار و تولیدکننده را مطلع ساخت.

۵- کلیه اجزا به گونه‌ای در انباری مناسب، نگهداری شوند تا همیشه در دسترس باشند.

۶- در صورتی که کلید پس از باز کردن بسته‌بندی آن فورا نصب نشود، در محل خشک نگهداری شود.

۷- هوای محیط نباید آلوده به گرد و خاک، دود، گازهای قابل اشتعال یا خورنده، بخار یا نمک باشد. در غیر این صورت باید کلیدها قبل از نصب تمیز شوند. برای انبار کردن باید از جعبه‌های اصلی استفاده شده لیکن پوشش پلاستیکی از روی کلید برداشته شود. اتصالات قطعات قابل مونتاژ و همچنین قطعات ارتباطی پوشش‌های محافظی دارند که نباید تا زمان نصب از روی آنها برداشته شود.

۸- کلیدهای وارد شده به انبار فقط در صورتی که با نمونه ارایه شده توسط فروشنده و با مشخصات فنی مورد درخواست مطابقت داشته باشند و همچنین حصول اطمینان از سالم بودن آن، اجازه ورود به محل نگهداری کالا در انبار را می‌یابند.

۹- به منظور حصول اطمینان از مطلوب بودن وضعیت کلیدهای موجود در انبار و تشخیص وجود خرابی در آنها، مسئول انبار باید در فواصل زمانی مذکور در دستورالعمل انبارداری سازمان مربوطه اقدام به ارزیابی کالاهای موجود در انبار به صورت ظاهری نماید.

۱۰-در صورت مشاهده هرگونه خرابی در کلیدها به هنگام انبارداری علت خرابی شناسایی شده و دستورات لازم جهت حفظ و نگهداری تجهیزات به نحو صحیح در انبارها صادر شود (در صورتی که علت خرابی به سازنده مربوط باشد مراتب به سازنده اطلاع و مطابق با مفاد قرارداد اقدام شود).

۱۱-درصورت بروز عیب قابل تعمیر در انواع کلیدها طبق دستورالعمل مربوطه جهت رفع عیب از انبار خارج و پس از تعمیر به انبار تحویل می‌گردد.

۱۲-برای کلیدهایی که داخل نایلون نگهداری می‌شوند باید از سیلیکاژل استفاده کرد.

⚠ ***حین انبارداری کلید قدرت خلا باید احتیاط‌های لازم جهت محافظت از عایق‌بندی آن صورت گیرد.***

۶-۲-۲- حمل و نقل

کلیدهای قدرت در جعبه‌های مخصوص حمل و نقل حمل شوند و هیچگاه نباید خارج از بسته‌بندی باشند. جعبه‌ها باید طوری حمل شوند که:

- از قرار گرفتن آنها در آب ممانعت شود.
- به طور نامناسب حمل و نقل نشده یا در معرض آسیب قرار نگیرند.
- به وسیله نایلون پوشانده شوند و در مقابل آب قرار نگیرند.

جعبه‌های محموله طوری مهار شوند که در هیچ جهتی حرکت نکنند. سرعت حمل باید با توجه به وضعیت جاده در نظر گرفته شود. افزایش یا کاهش شدید شتاب حرکت (حرکت ناگهانی) ممکن است به محتویات جعبه آسیب وارد سازد بدون آنکه به خود جعبه حمل آسیب برسد.

⚠ ***حین حمل و نقل، بایستی احتیاط لازم جهت محافظت از عایق‌بندی آن صورت گیرد.***

⚠ ***هیچگاه نباید جعبه‌هایی با ابعاد مختلف را بر روی هم قرار داد، چرا که فشار وارده ممکن است منجر به شکسته شدن جعبه‌های حمل پایینی شود. ضمنا بر روی هم قرار دادن بیش از سه جعبه حمل مجاز نیست.***

⚠ ***قرار دادن جعبه‌ها روی هم باعث عدم تعادل جانبی می‌شود بنابر این باید در جای خود محکم شوند و از غلتیدن، افتادن یا سقوط آنها جلوگیری بعمل آید.***

۶-۲-۲-۱- بلند کردن

قبل از بلند کردن باید به نشانه‌های موجود در جعبه حمل (همچون مرکز ثقل، وزن، نشانگر جهت قرارگیری و غیره) توجه کرد. جعبه‌های حمل باید به وسیله ماشین‌های بالابر از نوع زنجیر و قلاب یا لیفتراک بلند شوند. در صورت استفاده از جرثقیل باید از قلاب استفاده شود. جعبه‌ها غلتانیده و یا از روی بالابر و یا حمل‌کننده به زمین انداخته نشوند.

۶-۲-۲-۲- بیرون آوردن مکانیزم فرمان از داخل جعبه حمل

مکانیزم فرمان را باید با استفاده از گیره‌های مخصوص بلند کردن که معمولا در قسمت بالایی جعبه فرمان قرار دارد، از داخل جعبه بیرون آورد. هیچگاه نباید برای بلند کردن مکانیزم طناب و یا زنجیر را به دور مکانیزم فرمان انداخته و آن را بلند کرد.

۶-۲-۲-۳- بیرون آوردن کلید از داخل جعبه حمل

بیرون آوردن کلیدها از جعبه حمل فقط به هنگام نصب ضروری است. با توجه به اینکه امکان نیاز به حمل و نقل‌های بعدی یا انبارداری مجدد وجود دارد، حتی‌الامکان باید از دور ریختن جعبه‌ها اجتناب شود. جهت خارج نمودن کلید، پس از باز کردن پیچ های موجود بر روی جعبه حمل اقدام به جدا کردن پوشش آن نمود. لازم به ذکر است که وجود پیچ و محل آنها بستگی به نوع بسته‌بندی کلید دارد.

۶-۳- مراحل نصب

برای نصب کلید باید موارد زیر بر اساس دستورالعمل سازنده مورد توجه قرار گیرد.

۱- نکات ایمنی هنگام باز کردن بسته‌بندی و حرکت دادن کلید

۲- نحوه قرار گرفتن کلید و تجهیزات کمکی و کنترلی آن به همراه جزییات کامل محل و پایه‌های قرارگیری کلید

۳- اتصالات شامل نحوه اتصالات ترمینال‌های کلید، مدارهای کمکی، ابعاد و نحوه اتصالات لوله‌های روغنی یا گاز و اتصال زمین

۴- بازرسی‌ها و آزمون‌های لازم پس از نصب کلید جهت ارزیابی عملکرد صحیح، تنظیمات رله و معاینه نهایی آن پیش از بهره‌برداری

⚠ ***قبل از بهره برداری کلید بایستی احتیاط لازم جهت محافظت از عایق‌بندی کلید حین نصب صورت گیرد.***

به منظور نصب کلیدهای خلا داخلی مراحل ذیل باید به ترتیب انجام گیرند.

۶-۳-۱- بلند کردن کلید

در این مرحله باید با استفاده از جرثقیل کلید را بلند نمود. نحوه بلند کردن در شکل (۵) نمایش داده شده است. طریقه بلند کردن کلید با توجه به شکل ظاهری و محل گیره‌های مخصوص حمل آن می‌تواند متفاوت باشد.

⚠ ***قبل از هرگونه عملیات حمل و بلند کردن باید از قرارگیری فنرهای کلید در وضعیت عدم شارژ و تجهیزات دو وضعیتی کلید در وضعیت قطع اطمینان حاصل کرد.***

شکل (۵): نحوه بلند کردن کلید قدرت خلا داخلی نمونه

به منظور بلند کردن کلید مطابق شکل (۵) بایستی مراحل زیر را به ترتیب انجام داد.

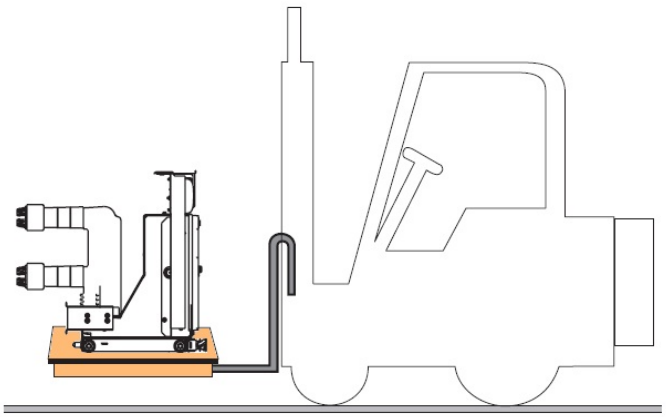
۱- استفاده از ابزار بلندکننده (۱) که با طناب‌هایی متصل به قلاب‌های ایمن مجهز شده است.

۲- وارد کردن قلاب‌های (۲) به داخل حفره‌های تامین شده مربوط به (۳) که بـه بدنـه کلیـد متصـل شـده و بـه منظور حمل در نظر گرفته شده‌اند.

۳- در پایان انجام عملیات حمل (و در هر حالتی قبل از قرارگیری کلید در وضعیت سرویس) قلاب‌ها را باید خارج نموده و حفره‌های متصل شده از آن منفک گردند.

⚠ ***هنگام جابجایی کلید جهت جلوگیری از وارد آمدن هرگونه ضربه یا شوک احتمالی به قسمت‌های مختلـف کلید از جمله قطعات نصب یا ترمینال‌های کلید دقت کامل بعمل آید.***

⚠ ***هنگام جابجایی کلید نباید به طور مستقیم با وارد کردن بازوهای جرثقیل به زیر خودش آن را حمل کـرد. بلکـه حمـل کلیـد بایـد بـا بهـره‌گیـری از بشـقاب یـا سـطح بـادوام دیگـری همچـون شـکل (۶) انجام گیرد.***



شکل (۶): نحوه حمل کلید خارج شده از جعبه حمل

۶-۳-۲- قرار دادن کلید داخل تابلو

در صورتی که مانعی نامعلوم بر سر راه قرار دادن کلید در داخل تابلو موجود باشد، باید از اعمال فشار بیشتر اجتنـاب کرده و توالی عملیات نصب مورد بازبینی مجدد قرار گیرد. معمولا برای کلیدهای مختلـف میـزان مشخصـی از اعمـال نیروی مجاز به هنگام قرار دهی داخل تابلو قید می‌گردد.

⚠ ***قرارگیری کلید داخل تابلو باید به آرامی صورت گیرد و از هر گونه اعمال شوک که ممکن است بـه تغییـر شکل قفل مکانیکی کلید بیانجامد اجتناب گردد.***

۶-۳-۳- وصل سیم‌های مدار فرمان

وصل سیم‌های مدار فرمان از طریق ترمینال‌های شماره‌گذاری شده دستگاه با کمک نقشه الکتریکی صورت پذیرد. برای بررسی عملکرد صحیح دستگاه، می‌توان پس از اتصال کامل مکانیزم فرمان به پل‌ها، کلید را قطع و وصل نمود.

۶-۴- آزمون‌های مورد نیاز

پس از نصب و بر قراری اتصالات کلید باید آزمون‌هایی بر روی آن انجام شود. هدف از این آزمون‌ها بررسی صدمات احتمالی کلید در حین حمل و نقل و نگهداری است.

از آزمون‌هایی که باید روی کلید انجام شوند می‌توان موارد زیر را نام برد:

- آزمون استقامت عایقی مدار اصلی با دستگاه "مگر"
- آزمون استقامت عایقی مدارهای کمکی و کنترلی به‌کمک دستگاه "مگر"
- بازرسی چشمی
- آزمون‌های عملکرد مکانیکی

⚠ ***اندازه‌گیری مقاومت عایقی باید بعد از تنظیم مکانیزم عمل‌کننده کلید انجام شود.***

⚠ ***هنگام استفاده از دستگاه "مگر" هیچگونه تماس دست یا رشته کابل‌های در حال آزمایش وجود نداشته باشد.***

۶-۵- الزامات قبل از راه‌اندازی

بازرسی‌های لازم قبل از راه‌اندازی کلید به شرح زیر است.

۱- کلیه اتصالات الکتریکی به لحاظ محکم بودن کنترل شوند.

۲- هیچگونه جسم خارجی (ابزار، پارچه و مانند آن) نباید در داخل یا بر روی کلید و مکانیزم فرمان باشد.

۳- تمامی بخش‌های کلید باید در مراحل مختلف انتقال تا نصب جهت جلوگیری از نفوذ آب یا گرد و خاک با پوشش‌های پلاستیکی محافظت شده باشند.

۴- قبل از نصب شرایط محیطی از قبیل دما و رطوبت محیط مورد بررسی قرار گیرد که این میزان برای کلیدها به طور معمول و بر اساس استانداردهای IEC60694 و IEC 62271-100، ۵°C- تا ۴۰°C+ درجه سانتیگراد با حداکثر رطوبت ۹۵٪ می‌باشد.

۵- عملکرد صحیح کلیه مدارهای فرمان کنترل شوند.

۶- در صورتی که از هندل جهت شارژ دستگاه استفاده می‌شود، قبل از وصل حتما باید کلید آن خارج شود.

۷- وصل سیم‌های مدار فرمان از طریق ترمینال های شماره گذاری شده دستگاه با کمک نقشه الکتریکی صورت پذیرد.

۸- قبل از قرار دادن کلید در مدار از درست بودن مقادیر ولتاژ تغذیه موتور و بوبین‌ها اطمینان حاصل شود.

۹- برای بررسی عملکرد رضایت بخش دستگاه، می‌توان مکانیزم فرمان را قطع و وصل کرد.

۶-۶- مراحل راه‌اندازی

پس از اینکه از صحت نصب تمامی تجهیزات اطمینان حاصل شد جهت راه‌اندازی کلید مراحل زیر باید به ترتیب انجام گیرند.

۱- تکمیل چک لیست کنترلی نصب تجهیز مطابق با آنچه در این دستورالعمل آمده است.

۲- برق‌دار کردن کلید

۳- تنظیم رله مربوطه مطابق دستورالعمل و نیاز واحدهای روليأژ

۴- انجام یک سیکل آزمایشی قطع و وصل

۷- دستورالعمل نظارت بر نصب تجهیز

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزارآلات مورد نیاز و آیین کار و روش اجرایی است که در ادامه به صورت مشروح به موضوعات فوق پرداخته خواهد شد.

⚠ ***عملیات نصب و وارد کردن کلید داخل تابلو باید در شرایط قرارگیری کلید در وضعیت باز انجام شود.***

۷-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز

فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب کلید قدرت خلا داخلی در جدول (۳) ارایه شده است.

جدول (۳): فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب کلید قدرت خلا داخلی

ردیف	نام ابزارآلات	توضیحات
۱	دستگاه تست مقاومت زمین	جهت اندازه گیری مقاومت چاه‌ها
۲	آچار ترکمتردار	جهت حصول اطمینان از محکم بودن اتصالات
۳	پرچ	جهت قطع و وصل در صورت نیاز
۴	دستگاه اندازه‌گیری مقاومت عایقی	جهت اندازه‌گیری استقامت عایقی
۵	هندل قطع و وصل	جهت قطع و وصل کردن کلید
۶	تراز	جهت تست تراز بودن کلید
۷	فازمتر فشارقوی	جهت اطمینان از عدم وجود ولتاژ
۸	جعبه کمک‌های اولیه	جهت کمک‌رسانی در شرایط بروز حادثه
۹	لوازم ایمنی فردی و گروهی	برای حفظ ایمنی

۷-۲- آیین‌کار و روش اجرایی

در این بخش از دستورالعمل چک لیست کنترلی نظارت بر نصب کلید خلا داخلی در جدول (۴) آورده شده است.

جدول (۴): چک‌لیست نظارت بر نصب کلید قدرت خلا داخلی

نام تجهیز : تاریخ تکمیل فرم:

تاریخ نصب : کد GIS:

سازنده : نوع : شماره سریال :

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۱	آیا مشخصات فنی کلید قدرت با مشخصات فنی ابلاغ شده مطابقت دارد؟			وجود نام سازنده در لیست	
۲	آیا کلید تا محل به درستی حمل شده است؟			بر اساس دستورالعمل حمل	
۳	آیا آثار آسیب روی کلید مشاهده می‌شود؟			شرایط ظاهری سالم	
۴	آیا سیستم تهویه پست جهت نصب کلید مناسب است؟				
۵	آیا نصاب واجد صلاحیت برای نصب کلید است؟				
۶	آیا از سرکابل‌ها یا کابلشوها و پیچ‌های مناسب برای نصب استفاده می‌شود؟				
۷	آیا گشتاور اعمالی به پیچ‌ها مناسب است؟				
۸	آیا سوراخ‌های تثبیت سیم‌های زمین در وضعیت مناسبی قرار گرفته‌اند؟				
۹	آیا سیم‌بندی تابلو به درستی صورت گرفته است؟				
۱۰	آیا سیستم اینترلاکینگ کلید عملکرد درست دارد؟				
۱۱	آیا قطع و وصل شدن کلید به درستی انجام می‌شود؟				
۱۲	آیا سکسیونر زمین عملکرد صحیح دارد؟				
۱۳	آیا نشانگرهای مختلف به درستی کار می‌کنند؟				
۱۴	آیا تابلوی کلید تراز است؟				
۱۵	آیا کلید در محل خود محکم و تراز شده است؟				

۸- دستورالعمل بهره‌برداری

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزارآلات مورد نیاز، شرایط بهره‌برداری و روش بهره‌برداری از کلید قدرت خلا داخلی است که در ادامه به صورت مشروح به موضوعات پرداخته می‌شود. موارد زیر از دستورالعمل بهره‌برداری سازنده، باید مورد توجه خاص قرار گیرند.

- توصیف عمومی تجهیزات با تکیه بر مشخصات فنی
- توصیف طرح‌های ایمنی و عملکرد تجهیزات اینترلاک
- توضیحات عملکرد صحیح عایق‌بندی، سیستم زمین و سایر تجهیزات کلید

۸-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز

فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت بهره‌برداری از کلید قدرت خلا داخلی در جدول (۵) ارایه شده است.

جدول (۵): فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت بهره‌برداری از کلید قدرت خلا داخلی

ردیف	نام ابزارآلات	توضیحات
۱	مولتی‌متر	جهت تست سیم‌بندی و باتری
۲	مگر	جهت اندازه‌گیری مقاومت چاه‌های زمین
۳	هندل قطع و وصل	جهت مانور کلید
۴	چوب پرچ	جهت قطع و وصل نمودن در صورت نیاز
۵	فازمتر فشارقوی (اپرومتر)	حصول اطمینان از عدم وجود ولتاژ
۶	آچار ترکمتردار	جهت بستن اتصالات مکانیکی
۷	کامپیوتر قابل حمل با نرم افزار مربوطه	جهت ارسال و دریافت تنظیمات و بررسی وقایع
۸	جعبه کمک‌های اولیه	جهت کمک‌رسانی در شرایط بروز حادثه
۹	لوازم ایمنی فردی و گروهی	برای حفظ ایمنی فردی و گروهی

۸-۲- شرایط بهره‌برداری

از عوامل بسیار مهم و تعیین‌کننده در انتخاب کلید قدرت مناسب شناخت دقیق و صحیح شرایط محیطی و اقلیمی محل نصب است. پارامترهای محیطی و شرایط کار عادی طبق استاندارد IEC 62271-100 در جدول (۶) درج شده است.

جدول (۶): پارامترهای محیطی و شرایط کاری استاندارد برای کلیدخانه های[1] فشار متوسط

پارامتر محیطی	شرایط کارکرد استاندارد	
	کلیدهای داخلی	کلیدهای هوای آزاد
حداکثر دمای روزانه	۴۰ $^{\circ}C$	۴۰ $^{\circ}C$
حداکثر دمای متوسط روزانه	۳۵ $^{\circ}C$	۳۵ $^{\circ}C$
حداقل دمای روزانه	۵ $^{\circ}C$- برای کلیدهای با کلاس منهای ۵ داخلی	۱۰ $^{\circ}C$- برای کلیدهای با کلاس منهای ۱۰ خارجی
	۱۵ $^{\circ}C$- برای کلیدهای با کلاس منهای ۱۵ داخلی	۲۵ $^{\circ}C$- برای کلیدهای با کلاس منهای ۲۵ خارجی
	۲۵ $^{\circ}C$- برای کلیدهای با کلاس منهای ۲۵ داخلی	۴۰ $^{\circ}C$- برای کلیدهای با کلاس منهای ۴۰ خارجی
تابش خورشید	-	کمتر از ۱۰۰۰ وات بر متر مربع
آلودگی	محیط بایستی عاری از خاک و گرد و غبار و گازهای خورنده باشد	طبق استاندارد IEC 60815 حداکثر آلودگی محیط درجه II یا متوسط باشد.
ارتفاع محل نصب	کمتر از ۱۰۰۰ متر	کمتر از ۱۰۰۰ متر
متوسط رطوبت در ۲۴ ساعت	کمتر از ۹۵ درصد	-
متوسط رطوبت ماهیانه	کمتر از ۹۰ درصد	-
سرعت باد	-	کمتر از ۳۴ متر بر ثانیه
ضخامت یخ	-	کمتر از ۱ میلیمتر برای کلاس ۱
	-	کمتر از ۱۰ میلیمتر برای کلاس ۱۰
	-	کمتر از ۲۰ میلیمتر برای کلاس ۲۰

در صورتی که کلید برای شرایط کاری غیر از آنچه که در جدول (۶) آمده است طراحی گردد، بایستی نکاتی به شرح ذیل رعایت گردد.

- اگر دمای هوای محیط از مقادیر ارایه شده در جدول (۶) تجاوز نماید محدوده دمای کاری برای مناطق سردسیر از ۵۰ $^{\circ}C$- الی ۴۰ $^{\circ}C$ و برای مناطق گرمسیر از ۵ $^{\circ}C$- الی ۵۰ $^{\circ}C$ لحاظ می‌گردد.
- برای تعیین سطوح عایقی با توجه به میزان آلودگی محیط یکی از سطوح آلودگی طبق استاندارد IEC 60815 بایستی انتخاب گردد.
- اگر ارتفاع محل نصب بیشتر از ۱۰۰۰ متر باشد سطح ولتاژ عایقی خارجی طبق شرایط جوی بایستی با ضرب در ضریب تصحیح K_a که در پیوست (۲) تعریف شده اصلاح گردد.

[1]- Switchgear and Controlgear

۸-۳- روش بهره‌برداری

در این بخش به توصیف چگونگی روش‌های مختلف بهره‌برداری و ارایه هشدارهای مهم در این رابطه پرداخته شده است.

⚠ ***در صورت عدم استفاده از خروجی ترانسفورماتور جریان برای دستگاه‌های اندازه‌گیری ثانویه آن حتما اتصال کوتاه شود.***

کلیدهای فشار متوسط معمولا قابلیت بهره‌برداری به سه صورت دستی، موتوری و کنترل از راه دور را دارا می‌باشند. بررسی جداگانه این روش‌ها و ذکر الزامات مربوط به آنها و همچنین شرایط بهره‌برداری در شرایط بروز خطا از موضوعاتی پرداخته است که در این بخش به آنها اشاره شده است.

۸-۳-۱- بهره‌برداری دستی

کلیدهای خلا این قابلیت را دارند که به وسیله هندل قطع و وصل که در بخش نشانگر وضعیت کلید قرار دارد، فرمان داده شوند. مکانیزم فرمان به این صورت است که نیروی وارد به هندل توسط اهرم فرمان و مکانیزم انتقال نیروی آن به شفت کلید منتقل شده و باعث قطع و وصل آن می‌شود. کلیدهای قدرتی که دارای سکسیونر اتصال زمین[1] هستند نیز توسط هندل قطع و وصل مجزای دیگری که در قسمت نشانگر کلید زمین وجود دارد، فرمان داده می‌شوند. نکات قابل توجه در بهره‌برداری دستی عبارتند از:

- محل نگهداری هندل قطع و وصل مربوط به کلید و کلید زمین مربوطه، باید در بخش جلویی تابلوی کلید قفل شوند تا از استفاده‌های غیر مجاز جلوگیری گردد.
- در شرایطی که امکان بهره‌برداری کلید از راه دور وجود دارد، قرارگیری کلید ۲ یا ۳ وضعیتی روی تابلو در حالت محلی[2] ضروری است.
- پس از هر بار کار در داخل تابلو در آن باید قفل شده و کلید در قسمتی که تمام بهره‌بردارها از آن مطلع هستند قرار داده شود.

---

[1]- Earth switch

[2]- Local

- ***در پست‌هایی که امکان صدور فرمان از بالادست و اتاق کنترل وجود دارد و در حالتی که پست برقدار است قبل از انجام هر گونه عملیات بهره‌برداری روی کلید، قرارگیری وضعیت دکمه فرمان در حالت محلی برای حفظ جان کاربر ضروری است.***
- ***معمولا سکسیونرهای اتصال زمین تنها دارای امکان قطع و وصل دستی هستند. باید قبل از بستن آنها از باز بودن کلید اصلی و بی‌برق بودن سمتی که سکسیونر زمین در آن قرار دارد اطمینان حاصل کرد.***
- ***هنگام تست سیستم اتوماسیون که گاه نیاز به قطع و وصل مکرر کلید به صورت دستی وجود دارد و یا بی‌برق نمودن تجهیزات به منظور سرویس و نگهداری، باید از بی‌برق بودن دو سمت کلید مطمئن شد. چنانچه کلید جداکننده‌ای[1] در اطراف کلید قدرت موجود باشد باید از باز بودن آن اطمینان حاصل کرد.***

ارابه تنها زمانی قابلیت حرکت از موقعیت تست/قطع به موقعیت سرویس را دارد که کلید در موقعیت قطع و کلید زمین باز باشد.

ارابه تنها زمانی قابل حرکت از موقعیت سرویس به موقعیت تست/قطع می‌باشد که کلید در وضعیت قطع قرار گرفته باشد.

در صورت استفاده از سیستم دستی جهت شارژ فنر بایستی جهت صحیح چرخش هندل مربوطه مشخص شده باشد. مطابق با استاندارد IEC 62271-100 حداکثر نیروی لازم جهت چرخش فنر نیز نبایستی بیشتر از ۲۵۰ نیوتن باشد.

۸-۳-۲- بهره‌برداری موتوری

چنانچه امکان بهره‌برداری موتوری در کلیدی باشد، این کار توسط یک شستی موجود بر روی تابلوی کلید مربوطه انجام می‌گیرد. در کلیدهای داخلی این شستی معمولا به صورت فشاری است. معمولا درون این تابلوها هندلی جهت عملیات اضطراری بهره‌برداری دستی نیز وجود دارد که در صورت بی برق شدن تابلوی فرمان می‌توان با استفاده از این هندل بر روی کلید مانور انجام داد.

مکانیزم عملکرد موتوری کلید به تنظیم خاصی نیاز ندارد و تنظیمات لازم در کارخانه تولید کلید روی آن انجام گرفته است. شایان ذکر است معمولا دو نوع منبع، جهت تغذیه موتور کلیدهای قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نوع اول از یک PT قدرت در ورودی استفاده شده و در نوع دوم از یک باتری‌خانه کوچک و منبع تغذیه که توسط ترانس قدرت یا PT شارژ می‌گردد، بهره‌گیری می‌شود.

---

[1]- Disconnector switch

در صورت استفاده از موتور الکتریکی جهت شارژ فنر طبق استاندارد IEC 62271-100 موتور انتخابی باید توانایی کارکرد در ۸۵ تا ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی با فرکانس نامی (در صورت انتخاب موتور a.c) را داشته باشد.

۸-۳-۳- بهره‌برداری با استفاده از کنترل از راه دور و سیستم اتوماسیون

یکی از اصلی‌ترین دلایل بکارگیری بهره‌برداری با استفاده از کنترل از راه دور و سیستم اتوماسیون، کاهش زمان قطعی و افزایش سرعت عمل قطع و وصل می‌باشد. از دیگر اهداف اتوماسیون می‌توان به امکان تصمیم‌گیری جامع‌تر با استفاده از اطلاعات موجود در بالادست اشاره نمود. بهره‌برداری در سیستم اتوماسیون معمولا از طریق بهره‌بردار و توسط نرم‌افزار موجود در محل بالادست انجام می‌گیرد.

لازم به ذکر است علاوه بر اینترلاک‌های سخت افزاری که بر سر راه عملکرد کلید در تابلوی مربوطه وجود دارند، معمولا از اینترلاک‌های نرم‌افزاری نیز جهت عملکرد مناسب کلید استفاده می‌شود. به عنوان نمونه چنانچه کلید در وضعیت محلی باشد، امکان مانور روی کلید از بالادست وجود نخواهد داشت. این موضوع اختصاص به تجهیز کلید نداشته و به عنوان مثال چنانچه کلید بسته و سکسیونرهای دو سمت آن باز باشند، نباید امکان وصل سکسیونرها حتی در صورت ارسال فرمان فراهم گردد.

۸-۳-۳-۱- بهره‌برداری در شرایط بروز خطای شبکه

پس از بروز خطا و قطع شدن کلید توسط رله، قفلی[1] در جهت وصل مجدد کلید و بر سر راه فرمان وصل ایجاد می‌شود و معمولا دکمه‌ای که بر روی تابلو در همین ارتباط وجود دارد روشن می‌گردد. چنانچه خطا رفع گردید، کاربر می‌تواند با فشردن کلید Lockout Reset امکان ارسال فرمان وصل کلید را ایجاد کند. لازم به ذکر است چنانچه خطا هنوز رفع نشده باشد، این کلید در اثر فشردن خاموش نخواهد شد.

در شرایط بروز خطا فقط گروه‌های کارشناسی اتفاقات و عملیات که آموزش‌های لازم را در این خصوص دیده‌اند، مجوز کار روی کلید را داشته و هرگونه عملیات بر روی آن باید با مجوز واحد دیسپاچینگ صورت گیرد.

۸-۳-۴- عملیات قطع و وصل کلید

در این بخش به چگونگی قطع و وصل کلید بر اساس روش‌های بهره‌برداری ارایه شده در بخش قبل پرداخته خواهد شد. در شکل (۷) بخش‌های مختلف کلید که در عملیات قطع و وصل دخالت دارند نشان داده شده است.

---

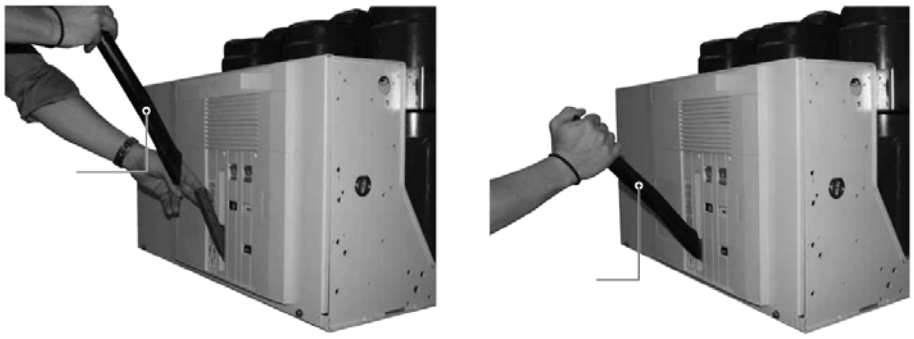
[1]- Lockout

۱	اهرم برای شارژ فنر بست در حالت دستی	۶	نشاندهنده وضعیت شارژ/عدم شارژ فنر
۲	نشان‌دهنده وضعیت باز/بسته کلید	۷	شمارنده عملکرد
۳	پلاک مشخصات نامی	۸	ترمینال‌ها
۴	دکمه فشاری ارسال فرمان وضعیت باز	۹	کلید قفل (کلید در حالت باز)
۵	دکمه فشاری ارسال فرمان وضعیت بسته		

شکل (۷): تجهیزات عملکرد و ارسال سیگنال کلید قدرت خلا داخلی

۸-۳-۴-۱- چگونگی شارژ دستی فنر کلید

به منظور شارژ دستی کلید، بایستی اهرم شارژ را که در شکل (۷) نشان داده شده است، با زاویه‌ای در حدود ۹۰ درجه به سمت پایین کشید تا نشان‌دهنده شماره ۶ تغییر رنگ دهد. (درخصوص این کلید به رنگ زرد درآید.) چنانچه برای این کار نیاز به نیروی زیادی باشد می‌توان مطابق شکل (۸) از یک دسته کمکی بهره گرفت.



شکل (۸): پایین آوردن اهرم شارژ فنر

۸-۳-۴-۲- چگونگی شارژ الکتریکی فنر کلید

در صورت نیاز می‌توان به منظور عملکرد الکتریکی کلید را با تجهیزات زیر مجهز کرد:

۱- موتور دنده‌ای برای شارژ اتوماتیک فنر

۲- بوبین وصل جهت بستن[1]

۳- بوبین قطع جهت باز کردن[2]

موتور دنده‌ای به طور خودکار بعد از هر عمل بستن فنر را مجددا شارژ می‌کند تا جایی که نشانگر شماره ۶ تغییر رنگ دهد. باید در نظر داشت که در این حالت نیز امکان شارژ دستی فنر وجود دارد.

۸-۳-۴-۳- وصل کلید

همانگونه که شرح داده شد با توجه به نوع وصل کلید که می‌تواند دستی، موتوری و یا به صورت کنترل از راه دور باشد، نوع ارسال فرمان متفاوت است. لیکن مواردی که باید خصوصا به هنگام فرمان دستی به کلید مد نظر قرار گیرند عبارتند از:

۱- مناسب بودن کلیدهای چند وضعیتی روی تابلو و پای کلید بر اساس نوع ارسال فرمان (محلی، اتاق کنترل یا مرکز دیسپاچینگ)

۲- به هنگام ارسال فرمان وصل، کلید باید باز باشد.

۳- فنر کلید در وضعیت شارژ قرار گیرد.

۴- چنانچه کلید کشویی باشد باید به‌طور کامل در محل خود مستقر شده و در وضعیت سرویس قرار داشته باشد.

۵- سکسیونر جداکننده بالادست کلید قدرت باید در حالت قطع یا وصل باشد. یعنی در حالت هم قطع و هم وصل[3] و نه قطع و نه وصل[4] قرار نداشته باشد.

عمل وصل کلید تنها در شرایطی که فنر به طور کامل شارژ شده باشد قابل انجام است. در خصوص کلید ارایه شده در شکل (۸) به منظور بستن کلید باید دکمه فشاری شماره ۵ را فشرد.

---

[1]- Shunt closing release

[2]- Shunt opening release

[3]- Trouble

[4]- In transient

در صورتی که کلید مجهز به تجهیزات ارسال فرمان الکتریکی که ذکر گردیدند شده باشد امکان ارسال فرمان از راه دور نیز وجود خواهد داشت. در اینصورت، نشانگر شماره ۲ نشان‌دهنده انجام شدن یا نشدن عمل بستن کلید خواهد بود.

۸-۳-۴-۴- قطع کلید

شرایط لازم برای باز کردن کلید عبارتند از:

۱- مناسب بودن کلیدهای چند وضعیتی روی تابلو و پای کلید بر اساس نوع ارسال فرمان (محلی، اتاق کنترل یا مرکز دیسپاچینگ)

۲- به هنگام ارسال فرمان قطع کلید باید بسته باشد.

۳- چنانچه کلید کشویی باشد باید به‌طور کامل در محل خود مستقر شده و در وضعیت سرویس قرار داشته باشد.

۴- برای باز کردن کلید به صورت دستی، سکسیونر جداکننده بالادست آن باید باز باشد.

نکته مهم: لازم به ذکر است موارد قید شده برای مانور روی کلید در بسیاری موارد به صورت اینترلاک سخت‌افزاری داخل تابلو در نظر گرفته می‌شوند و در شرایطی که امکان کنترل از راه دور کلید وجود دارد این موارد به‌صورت اینترلاک نرم‌افزاری در داخل نرم‌افزار اتوماسیون نیز منطق[1] نویسی می‌گردند.

در خصوص کلید ارایه شده در شکل (۸) به منظور باز کردن کلید باید دکمه فشاری شماره ۴ را فشرد.

در صورتی که کلید مجهز به تجهیزات ارسال فرمان الکتریکی شده باشد امکان ارسال فرمان از راه دور نیز وجود خواهد داشت. در این صورت، نشانگر شماره ۲ نشان‌دهنده انجام شدن یا نشدن عمل باز کردن کلید خواهد بود.

[1]- Logic

۹- دستورالعمل سرویس و نگهداری

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز و آیین کار و روش اجرای سرویس و نگهداری است که در ادامه به صورت مشروح به موضوعات پرداخته می‌شود. به منظور اطمینان از شرایط مطلوب کلید، این تجهیز باید به طور منظم مورد بررسی قرار گیرد. چند نمونه از این بررسی‌ها در ذیل آمده است.

- در شرایط عملکرد غیر عادی (شامل شرایط آب و هوایی نامساعد)، یا آلودگی‌های محیطی خاص (شامل آلودگی بالا و اتمسفر پر فشار) بازرسی باید در فواصل زمانی کوتاه‌تری انجام شود.
- وسایل از نظر هر نوع آلودگی و اثرات محیطی کنترل شوند.
- تنظیمات ایمنی باید بازرسی شوند.
- انجام چند مرتبه سویچینگ در شرایط بی‌باری
- قطع سوکت تغذیه موتور شارژ کننده و مانور (قطع و وصل کلید)

⚠ ***قبل از بازرسی، کلید قطع شود و با باز کردن سکسیونرهای دو طرف کلید، فضای کار ایزوله شده و مدار زمین گردد.***

⚠ ***هرگونه تعمیر و سرویس اجزای داخلی کلیدها باید توسط سازنده انجام شود.***

۹-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز

فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی در جدول (۷) ارایه شده است.

جدول (۷): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی

ردیف	نام ابزارآلات	توضیحات
۱	کامپیوتر قابل حمل	جهت دریافت اطلاعات و کنترل عملکرد
۲	مولتی‌متر	جهت اطمینان از صحت عملکرد باتری و سیم‌بندی تابلو
۳	پرچ	جهت قطع و وصل در صورت نیاز
۴	دستگاه اندازه‌گیری مقاومت عایقی	
۵	دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی	
۶	برس سیمی برنجی	جهت تمیز کردن اتصالات
۷	برس سیمی فولادی	جهت تمیز کردن اتصالات
۸	گریس نسوز	
۹	مواد شوینده	جهت تمیز کردن کلید

ادامه جدول (۷):

ردیف	نام ابزارآلات	توضیحات
۱۰	پارچه بدون پرز	جهت تمیز کردن کلید
۱۱	تراز	آزمایش تراز بودن کلید
۱۲	ترموویژن	جهت بررسی دمای اتصالات
۱۳	جعبه کمک‌های اولیه	جهت کمک‌رسانی در شرایط بروز حادثه
۱۴	لوازم ایمنی فردی و گروهی	برای حفظ ایمنی

۹-۲- سرویس و نگهداری دوره‌ای

عملیات زیر به منظور سرویس و نگهداری کلید باید انجام شود:

۱- بازرسی چشمی

۲- تمیز کردن قطعات خارجی

لازم به توضیح است که گرد و غباری که رسوب کرده ولی به سختی نچسبیده است، باید با پارچه‌ای نرم و خشک پاک نمود و برای تمیز کردن آلودگی‌هایی که به سختی چسبیده‌اند، از یک پارچه مرطوب و تمیزکننده‌های قلیایی خانگی استفاده کرد.

⚠ ***بعد از تمیز کردن محل پاک شده را با استفاده از آب به دقت تمیز و خشک نموده و هرگز از تری‌کلرو اتان، تری‌کلرواتیلن یا تترا کلرید کربن استفاده نکرد.***

۳- شیطانک‌ها، محورها، سطوح برینگ‌های لغزشی و چرخشی باید روغن‌کاری شوند.

۴- بازرسی قطعات در تماس با قوس

۵- گریس‌کاری ترمینال‌ها در صورت باز کردن سرکابل‌ها

۶- اندازه‌گیری مقاومت کنتاکت‌های کمکی مکانیزم فرمان

۷- اندازه‌گیری مقاومت کنتاکت‌های کلید قدرت

۸- بررسی محکم بودن ثابت‌کننده‌ها (خار قفل‌کننده) در اهرم، محور و پیچ

۹- به منظور پاک کردن نقاط تماس داخلی سیستم، بهتر است پنجه کنتاکت‌ها را بطور متناوب چرخاند.

۱۰- چنانچه نشانه‌هایی از حرارت‌های بیش از حد مجاز در نقاط تماس اتصالات مشاهده شود، نقاط تماس باید تمیز شوند.

کلیه مفاصل تسمه‌های رابط، اهرم، زنجیرها، چرخ زنجیر، پین ها و غلتک‌ها روغن کاری شوند. هنگام سرویس نباید قطرات روغن روی قسمت‌های الکتریکی بریزد.

⚠ ***به‌منظور بازرسی کلید باید آن را قطع و از شبکه جدا نمود. این عمل معمولا با سکسیونری که در راه ورودی کلید قرار دارد انجام می‌شود. بدین ترتیب که ابتدا کلید قدرت قطع شده و سپس سکسیونر باز می‌گردد.***

معاینه کلی کلید همواره باید برای مشخص کردن هرگونه علامت خرابی، بوی ناشی از گرم شدن بیش از حد و صدای ناشی از تخلیه الکتریکی یا سست بودن قطعات کلید انجام گیرد. باید بی‌عیب بودن محفظه تابلوی کلید نیز بررسی شود. لازم است این بازرسی شامل بررسی پاکیزگی تجهیزات و محیط اطراف آنها باشد. پس از این معاینات توصیه می‌شود که چند بار کلید قطع و وصل شود. چنانچه حین بازرسی یک قطعه داخلی مشکوک پیدا شود، باید مشورتی با سازنده انجام گیرد.

۹-۲-۱- الزامات سرویس و نگهداری

الف- موارد ذیل در دستورالعمل سرویس و نگهداری سازنده مورد توجه قرار گیرد.

۱-دوره‌های زمانی سرویس شامل: تعداد عملکرد کلید در جریان اتصال کوتاه که پس از آن باید سرویس انجام گیرد و همچنین فاصله‌های زمانی که کلید (مستقل از تعداد عملکرد) باید سرویس شود.

۲-جزییات عمل سرویس شامل: مکان پیشنهادی برای سرویس، روند بازرسی، آزمایش و معاینه کامل کلید، مراجع، نقشه‌ها و شماره قطعات، استفاده از وسایل و تجهیزات مخصوص، احتیاطات لازم هنگام سرویس و روش روغن کاری کلید

۳-نقشه‌های جامع جزییات قطعات قابل سرویس کلید با مشخصات مربوطه

۴-محدوده مقادیر مجاز چگالی و فشار، زمان‌های عملکرد، مقاومت مدار اصلی، مشخصات روغن یا گاز کلید و...

۵-مشخصات مواد کمکی از قبیل گریس، روغن و مواد پاک‌کننده جهت سرویس کلید و هشدارهای مربوط به عدم سازگاری این مواد با یکدیگر

۶-فهرست کامل وسایل مخصوص حرکت دادن کلید

۷-آزمون‌های پس از انجام سرویس

۸-فهرست لوازم یدکی پیشنهادی و نحوه نگهداری آنها

۹-تخمین زمان مورد نیاز به منظور سرویس کلید

ب- پس از انجام سرویس اطلاعات کافی از جزییات کلید تحت سرویس به شرح زیر ثبت شود.

۱-شماره سریال و نوع کلید

۲-محل نصب و موقعیت جغرافیایی

۳-نتایج کلیه اندازه‌گیری‌ها و آزمون‌ها

۴-تاریخی شروع بهره‌برداری از کلید

۵-تاریخ انجام سرویس

۶-سابقه سرویس کلید با استفاده از شمارنده عملکرد کلید یا سایر نشان‌دهنده‌ها

ج- در صورت بروز نقص فنی برای کلید یک گزارش نقص فنی به سازنده ارایه شود. گزارش نقص فنی کلید به منظور استاندارد کردن ثبت نقص فنی آن با اهداف به شرح زیر تهیه و تدوین می‌گردد.

۱-توصیف نقص فنی با بکارگیری اصطلاحات و تعاریف مشترک که این گزارش باید شامل موارد زیر باشد.

- مشخصه‌های کلید دچار نقص فنی
- سابقه کلید(تاریخ بازرسی کلید، تعداد کل عملکردهای کلید، تاریخ بروز نقص فنی، زمان آخرین و...)
- تنش‌هایی که در بروز نقص فنی دخالت داشته‌اند شامل شرایط محیطی نظیر: دما ، باد، باران، برف، یخبندان، آلودگی، صاعقه و...
- مبدا بروز نقص فنی (مکانیکی، الکتریکی، آب‌بندی) و علت آن (طراحی، دستورات غیر دقیق، نصب غیر صحیح، تعمیرات نادرست و...)
- نتایج ناشی از نقص فنی کلید(زمان خارج از مدار بودن کلید، مدت زمان تعمیر و ...)
- نقشه‌ها و طرح‌ها
- عکس قطعات دچار نقص فنی
- دیاگرام تک خطی
- نمودارها و جداول اطلاعات ثبت شده

۲-فراهم نمودن اطلاعات آماری

۳-فراهم کردن یک پسخورد معنی دار به سازنده برای بهبود کیفیت کلیدها

در حالتی که پست برقدار است قبل از انجام هر گونه عملیات سرویس و نگهداری پس از باز کردن کلید و سپس اطمینان از بی برق بودن دو سمت آن، باید کلید زمین بسته شود. عدم انجام این کار علاوه بر امکان بروز خطا، جان کاربر را در معرض تهدید جدی قرار خواهد داد.

۹-۲-۲- روانکاری کلیدهای قدرت

یکی از پایه‌ای‌ترین اصول نگهداری ماشین‌آلات عمل روانکاری است. قطعات متحرک ماشین‌آلات در اثر اصطکاک و سایش موجب اتلاف انرژی شده و در اثر سایش تغییر اندازه می‌دهند. این تغییر ابعاد ممکن است مقدمات بی مصرف شدن قطعه را فراهم کند. روانکاری یکی از مؤثرترین راه‌ها برای صرفه‌جویی انرژی و حفظ ماشین‌آلات از سایش و از کار افتادگی و افزایش طول عمر آنهاست.

کلیدهای فشار متوسط نیز متشکل از یکسری قطعات مکانیکی هستند. بدیهی است کلید وقتی می‌تواند وظیفه خود را به نحو مطلوب انجام دهد که هر یک از قطعات به تنهایی و در ارتباط با قطعات دیگر به طور روان و بدون اصطکاک عمل نمایند. لذا روانکاری در این کلیدها نیز همچون سایر سیستم‌های مکانیکی از اهمیت خاصی برخوردار است. برای سهولت روانکاری قطعات کلیدهای فشار متوسط، معمولا هر کلید را در سه قسمت مجزا تحت روغن‌کاری قرار می‌دهند. این سه قسمت عبارتند از:

۱- مکانیزم فرمان

۲- سیستم ارتباط مکانیزم فرمان

۳- اهرم بندی بین پلها

فواصل زمانی میان روانکاری‌ها باید مطابق دستورالعمل سازنده انجام گیرد.

۹-۳- آیین‌کار و روش اجرایی

در جدول (۸) چک‌لیست مربوط به سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی ارایه شده است.

جدول (۸): کارت مشخصه سرویس و نگهداری کلید قدرت خلا داخلی

نام تجهیز : تاریخ تکمیل فرم:

تاریخ نصب : کد GIS:

سازنده : نوع : شماره سریال :

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۱	آیا کتابچه راهنما، نقشه‌ها و چک‌لیست‌ها در تابلو موجود است؟				
۲	آیا آثار آسیب روی کلید مشاهده می‌شود؟				
۳	آیا نشانگرهای مختلف به درستی کار می‌کنند؟				
۴	آیا محل قرارگیری کلید در تابلو تراز است؟				
۵	آیا تابلوی کلید تراز و محکم است؟				
۶	آیا تابلوی مربوطه قفل مناسب دارد؟				
۷	آیا علائم هشداردهنده روی تابلو نصب شده‌اند؟				
۸	آیا آزمایش اتصال زمین و اندازه‌گیری مقاومت آن (ترجیحا در اواخر تابستان) انجام شده است؟				
۹	آیا LCD نمایشگر سالم است؟				
۱۰	آیا اشیای اضافی روی کلید وجود دارد؟				
۱۱	آیا کلید و اتصالات آن نیاز به تمیز کردن دارند؟				
۱۲	آیا عایق‌های کلید سالم هستند؟				
۱۳	آیا عایق‌های کلید نیاز به تمیز کردن دارند؟				
۱۴	آیا تابلو کنترل موتوری کلید نیاز به تمیز کردن دارد (در صورت موجود بودن)؟				
۱۵	آیا اینترلاک مربوطه سالم است؟				
۱۶	آیا عملکرد سیستم اینترلاکینگ درست است؟				
۱۷	آیا کلید زمین عملکرد صحیح دارد؟				
۱۸	آیا قطع و وصل کلید به درستی انجام می‌شود؟				
۱۹	آیا گیربکس یا اهرم فرمان مکانیزم عملکرد کلید نیاز به تعمیر یا تعویض دارد؟				

۹-۳-۱- نگهداری پس از وقوع خطای عملکرد تجهیز

کلید باید پس از وقوع هر خطا بازرسی شود. برای اطلاع از زمان سرویس کلید بر اساس تعداد اتصال کوتاه باید به دستورالعمل سازنده مراجعه شود. بازرسی کلید پس از اتصال کوتاه در سیستم باید شامل موارد به شرح زیر باشد.

- عایق‌ها و سایر بخش‌هایی که در معرض بخار فلز قرار دارند تمیز شده و ترک‌خوردگی، سوختگی و یا هر گونه صدمه دیگری بررسی شود.
- صحت مکانیزم عملکرد بررسی شده و روی تنظیمات و فواصل ایمنی پس از تعویض کنتاکت‌ها توجه خاص صورت گیرد.
- ساختار کلی کلید و مکانیزم عملکرد آن از لحاظ صدمات مکانیکی بازرسی گردد.
- پیش از بهره‌برداری مجدد از کلید بایستی ابتدا آزمون مقاومت عایقی و سپس آزمون بررسی عملکرد آن انجام گیرد.

بازرسی و تعمیر قطعات داخلی کلیدهای خلا به دلیل آب‌بندی کامل آنها ممکن نیست. تنها بایستی ساییدگی کنتاکت‌ها و سالم بودن محفظه خلا با بکارگیری روش‌های پیشنهادی سازنده تعیین شود.

پیوست (۱): زمین

در این بخش فقط به یک نمونه چاه زمین و الکترود اتصال زمین که با الکترولیت سدیم بنتونیت آماده‌سازی می‌شود، پرداخته می‌شود. بعنوان الکترود می‌توان هم از میله‌های کاپرولد یا فولاد گالوانیزه استفاده نمود و هم بجای میله، هادی چند مفتولی ۳۵×۱ میلیمتر مربع به شرطی که قطر هر مفتول آن کمتر از ۱/۸ میلیمتر نباشد، بعنوان الکترود بکار برد. یک سیم مسی به ارتفاع یک متر از ته چاه بصورت حلقه مارپیچی به قطر حدود ۸۰ سانتیمتر و فاصله ۱۵ سانتیمتر حلقه‌ها از هم آماده و در چاه مستقر شود.

الف: استفاده از بنتونیت فعال شده در کانال‌های سطحی

۱- کانالی به عرض ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر به عمق ۷۵ سانتیمتر و به طول مورد نظر حفر شود. اگر عمق نفوذ یخزدگی خاک بیشتر از ۷۵ سانتیمتر باشد، باید کانالی عمیق‌تر (تا زیر لایه یخزدگی) حفر گردد.

۲- کف کانال تا ارتفاع ۱۰ سانتیمتر از بنتونیت بصورت دوغاب محکم (۳۵ درصد بنتونیت و ۶۵ درصد آب) پر شود.

۳- سیم یا صفحه مسی روی لایه بنتونیت مطابق دستورالعمل اجرای سیستم اتصال زمین (sw/30/071) خوابانیده شود.

۴- روی سیم به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر با بنتونیت به صورت دوغاب محکم پوشانیده شود.

۵- بقیه کانال با خاک سرند شده پر و کمپکت گردد.

توجه:با توجه به حجم کانال و شرایط ذکر شده برای هر متر طول، ۳۰-۴۵ کیلوگرم بنتونیت خشک مورد نیاز است.

ب: استفاده از بنتونیت فعال شده در چاه‌های عمودی با نصب میله زمین

۱- چاهی به قطر تقریبی ۶۰-۹۰ سانتیمتر و به عمق ۳ متر حفر شود.

۲- دو عدد میله زمین ۱/۵ متری با استفاده از کوپلینگ در وسط حفره طوری کوبیده شود که ۵۰ سانتیمتر از میله زمین در داخل زمین فرو رود.

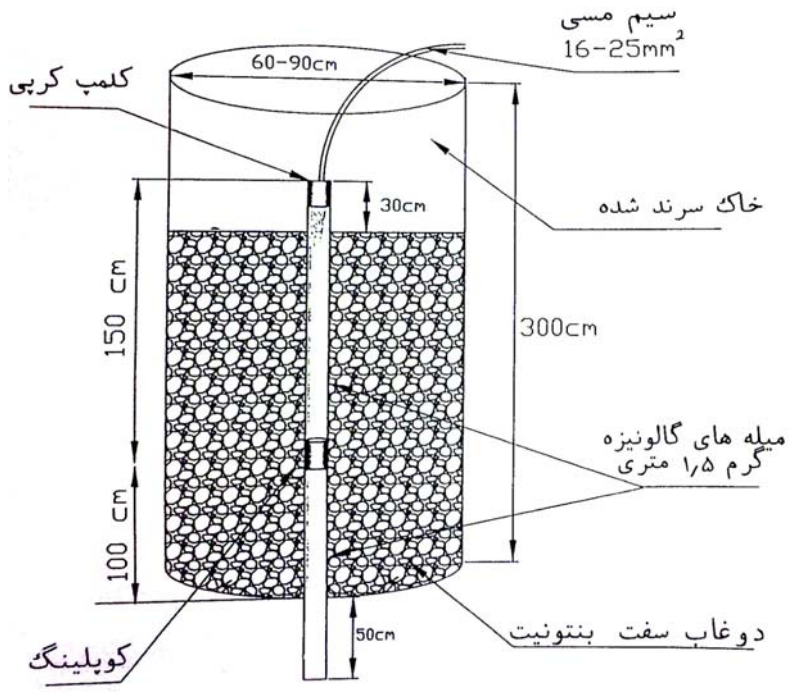
۳- بنتونیت به صورت دوغاب محکم کاملا بهم زده شده (۳۵ درصد بنتونیب و ۶۵ درصد آب) و دور میله تخلیه شود. این کار تا ۳۰ سانتیمتر پایین تر از لبه فوقانی میله زمین ادامه داده شود.

۴- اتصالات لازم به میله زمین انجام شود. در صورت تمایل دریچه بازدید نصب شود و یا چاه کاملا با خاک سرند شده پر گردد. در صورت حساس بودن محل، ۴۰ درصد بنتونیت را با خاک و آب مخلوط کرده و گودال به وسیلهٔ آن پر شود.

۵- هنگام پر کردن چاه ضروری است بعد از هر ۲۰ سانتیمتری که با مواد پر می‌شود، مواد دوغاب محکم را فشار داده تا کاملا به میله زمین بچسبد. این عمل، فشردگی و چسبندگی لایه‌ها را به میله زمین افزایش داده و به پر کردن فضای خالی کمک می‌کند.

توجه: با توجه به اینکه حدود ۲ متر ارتفاع از کف چاه با بنتونیت به صورت دوغاب محکم پر می‌شود تقریباً ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم بنتونیت خشک مورد نیاز خواهد بود.

تبصره: در صورتی که با ایجاد یک حلقه چاه، مقاومت کمتر از ۲ اهم حاصل نشود، باید چاه دیگری را با همین مشخصات در فاصله حداقل ۶ متری از چاه اول حفر نمود. ضمناً ارتباط دو چاه باید مطابق بند الف انجام گیرد.



شکل (پ-۱-۱): یک نمونه چاه زمین و الکترود اتصال زمین که با الکترولیت سدیم بنتونیت

پیوست (۲): ضریب تصحیح K_a

ضریب K_a را می‌توان با استفاده از رابطه (پ-۱) و شکل (پ-۲-۱) محاسبه نمود.

$$K_a = e^{m(H-۱۰۰۰)/۸۱۵۰} \qquad (۱)$$

که در رابطه بالا:

H: ارتفاع نصب [m]

m: مقدرای ثابت است که برای حالات مختلف به صورت ذیل انتخاب می‌گردد.

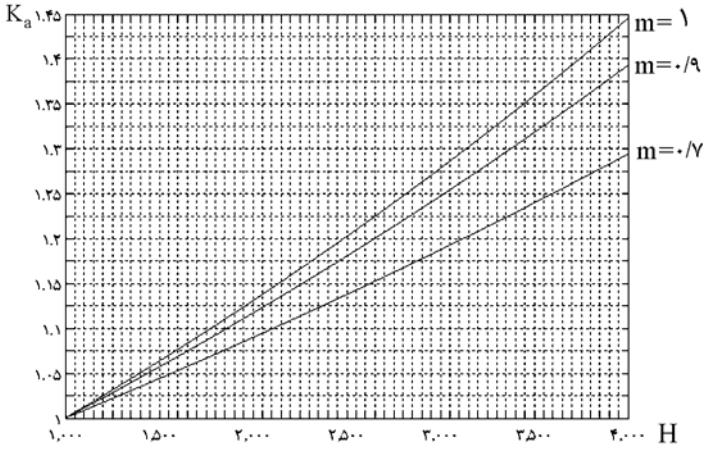
m=۱: برای ولتاژهای با فرکانس قدرت، ضربه صاعقه و ولتاژ ضربه کلیدزنی فاز به فاز

m=۰/۹۵: برای ولتاژهای ضربه صاعقه طولانی مدت

m=۰/۷۵: برای ولتاژهای ضربه فاز به زمین

تاثیر ارتفاع در سطوح عایقی مدارهای کنترلی و کمکی کلید تا ارتفاعات کمتر از ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته نمی‌شود.

در مناطق زلزله خیز بایستی طبق استاندارد IEC 61166 ملاحظات لازم انجام گیرد.



شکل (پ-۲-۱): تعیین ضریب K_a برای تصحیح ارتفاع محل نصب کلید قدرت

این دستورالعمل تحت نظارت شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ (دبیرخانه) توسط پژوهشگاه نیرو تدوین و پس از طرح در جلسات کمیته‌های تخصصی و اعمال نقطه‌نظرات صاحبنظران نهایی شده است.

تهران - میدان ونک - خیابان ملاصدرا - خیابان شیراز جنوبی - نبش کوچه سرو www.tbtb.ir
کد پستی: ۱۴۳۵۸۹۳۷۳۷ تلفن: ۵-۸۸۰۵۷۰۹۰ - دورنگار: ۸۸۰۳۹۴۱۷ info@tbtb.ir

تهران - شهرک قدس - انتهای بلوار شهید دادمان (پونک باختری) www.nri.ac.ir
صندوق پستی: ۵۱۷-۱۴۶۶۵ تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ - دورنگار: ۸۸۰۷۸۲۹۶ info@nri.ac.ir

تهران - خیابان ولی عصر (عج) - بالاتر از میدان ونک - خیابان رشید یاسمی
جنب بیمارستان خاتم الانبیا (ص) - شرکت توانیر
تلفن : ۲۷۹۳۵۰۷۱ - دورنگار: ۸۸۶۴۴۹۷۰

www.tavanir.org.ir