بسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران

(توانیر)

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

دفتر استانداردها

استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع

جلد اول : مبانی استاندارد تابلوهای

فشار متوسط و ضعیف

تهیه کننده :گروه مطالعات توزیع ـ بخش برق ـ مرکز تحقیقات نیرو (متن)

آذرماه ۷۴

آدرس : تهران ـ میدان ونک ـ خیابان شهید عباسپور ـ ساختمان مرکزی

صندوق پستی ۶۴۶۷ ـ ۱۴۱۵۵ تلفن ۲۱۴۲۴۹۶ فاکس ۸۰۱۷۷۴۰

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول : طبقه‌بندی درجات حفاظتی برای تابلوها	۲
علائم بکار رفته	۳
اولین رقم مشخص کننده درجه حفاظتی	۴
دومین رقم مشخص کننده درجه حفاظتی	۵
درجات حفاظتی	۵
توصیه‌های قبل از آزمایش	۶
آزمونها برای اولین عدد مشخصه	۷
آزمونها برای دومین عدد مشخصه	۹
فصل دوم : استاندارد تابلوهای قدرت و فرمان فشارقوی	۱۷
مقدمه	۱۸
قسمت اول : تعاریف	۱۸
شرایط کار عادی	۲۶
شرایط حمل و نقل، انبار کردن و نصب	۲۷
قسمت دوم : مقادیر اسمی	۲۸
ولتاژ اسمی	۲۸
مقدار اسمی سطح عایقی	۲۸
فرکانس اسمی	۲۹
جریان اسمی عادی	۲۹
جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت	۲۹

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
جریان اسمی ایستادگی پیک	۲۹
افزایش دما	۳۰
درجات حفاظت	۳۱
قسمت سوم : طرح و ساخت	۳۲
محفظه‌ها	۳۲
کلیدهای جداکننده (ایزولاتورها)	۳۶
اینترلاکها	۳۷
زمین کردن	۳۸
شینه‌ها	۳۹
شناسایی	۴۰
ابعاد تابلو	۴۳
اطلاعات، لوحه ویژگیها	۴۴
قسمت چهارم : آزمونها	۴۵
طبقه‌بندی آزمونها	۴۵
آزمونهای ولتاژ	۴۷
آزمونهای افزایش دما	۵۲
آزمونهای جریان کوتاه مدت بر روی مدار اصلی	۵۴
آزمونهای جریان کوتاه مدت روی مدارات زمین	۵۴
تعیین مطابقت ظرفیتهای قطع و وصل	۵۵
آزمونهای عملکرد مکانیکی	۵۵

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
تعیین مطابقت درجات حفاظتی	۵۶
آزمونهای وسایل کمکی الکتریکی، مکانیکی	۵۷
کنترل کردن سیم‌بندی	۵۸
فصل سوم : استاندارد تابلوهای قدرت و فرمان فشار ضعیف	۵۹
تعاریف	۶۰
مشخصات فنی	۶۰
اسکلت و پوشش	۶۰
رنگ آمیزی	۶۱
شینه‌ها	۶۲
نحوه بکارگیری تجهیزات داخلی	۶۲
شناسایی	۶۲
ابعاد تابلو	۶۳
تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز	۶۳
پیوست (الف) استاندارد مقادیر جریان مطابق نشریه IEC شماره ۵۹	۶۵
پیوست (ب) شرایط استاندارد اتمسفری مطابق نشریه IEC شماره ۶۰	۶۶
پیوست (پ) روش آزمون شرایط جوی، برای تابلوهای قدرت و فرمان نصب شده در محیط های باز	۶۹
پیوست (ت) رنگ کاری	۷۱
چربی زدائی	۷۱
زنگ زدائی	۷۶

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
فسفاته کاری	۷۷
رنگ کاری	۸۱
مراجع	۸۸

مقدمه:

مجموعه حاضر، جلد اول از استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع می‌باشد. در این جلد اصول و مبانی استاندارد تابلوهای فشار ضعیف و متوسط بیان خواهد شد. در فصل اول این گزارش، درجات حفاظتی تابلوها بیان شده و آزمونهای لازم جهت تشخیص درجات حفاظتی آمده است و در فصل دوم، استاندارد طراحی و ساخت و روشهای آزمون نوعی و معمول تابلوهای فشار متوسط آمده است. در فصل سوم استاندارد طراحی و ساخت تابلوهای فشارضعیف بیان شده و نحوه رنگ آمیزی نیز در پیوست این مجموعه قابل دسترس می‌باشد.

فصل اول

طبقه‌بندی درجات حفاظتی برای تابلوها

این فصل طبقه‌بندی درجات حفاظتی تابلوهای الکتریکی را مشخص می‌کند و سازندگان تجهیزات باید، نوع حفاظت قسمتهای مختلف تابلو را مشخص نمایند. محدوده کاربرد این طبقه‌بندی، تابلوهای بکار رفته در شبکه‌های توزیع را شامل می‌شود.

نوع حفاظتی که در این طبقه‌بندی مشخص شده شامل موارد زیر می‌باشد :

۱- حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمتهای برق دار و متحرك در داخل تابلو و حفاظت وسایل داخل تابلو در برابر نفوذ اجسام خارجی جامد به تابلو

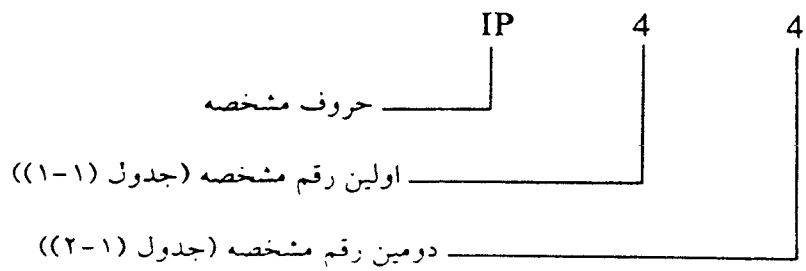
۲- حفاظت تجهیزات داخل تابلو در برابر ورود مایعات به داخل آن

علائم مربوط به این درجات حفاظتی و آزمایشهای لازم برای تائید آن از مواردی است که در این فصل آمده است.

۱-۱- علائم بکار رفته

برای نشان دادن درجات حفاظت، ابتدا دو حرف IP آورده شده سپس با دو عدد مشخص که در بندهای ۱-۲ و ۱-۳ آمده است درجه حفاظت تابلو مشخص می‌گردد اولین رقم نمایانگر درجه حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمتهای برق دار و متحرك داخل تابلو و نفوذ اجسام خارجی جامد به آن و دومین رقم نشان‌دهنده درجه حفاظت در برابر نفوذ مایع به داخل تابلو می‌باشد.

مثال ۱ :



مثال فوق درجه حفاظتی تابلو طرح شده‌ای را نشان می‌دهد که در مقابل اجسام بزرگتر از یک میلیمتر و در برابر پاشیدن مایع حفاظت شده است.

۱-۲- اولین رقم مشخص کننده درجه حفاظتی

اولین رقم نشاندهنده حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمتهای متحرك و برق دار در داخل تابلو و حفاظت در مقابل نفوذ اجسام خارجی جامد به داخل تابلو می‌باشد.

درجه حفاظت در مورد اولین رقم مشخصه در جدول (۱-۱) آمده است.

جدول (۱-۱)

اولین رقم مشخصه	درجه حفاظت		وضعیت آزمایش رجوع به بند
	توصیف کوتاه و مختصر	تعریف	
۰	حفاظت نشده	هیچ حفاظت مشخصی وجود ندارد	۱-۶-۱
۱	در برابراجسام جامد بزرگتراز ۵۰ میلیمترحفاظت شده‌است	سطح بزرگی از بدن مانند یک دست در مقابل تماس اتفاقی محافظت شده و در مقابل اجسام جامد با قطر بزرگتر از ۵۰ میلیمتر نیز محافظت شده است	۱-۶-۲
۲	دربرابراجسام جامد بزرگتراز ۱۲میلیمترحفاظت شده‌است.	انگشتان یا اجسام مشابه بطول کمتر از ۸۰ میلیمتر و به قطر بیشتر از ۱۲میلیمتر در برابر تماس با قسمتهای برق‌دار ومتحرك داخل تابلو محافظت شده‌اند	۱-۶-۳
۳	در برابراجسام جامد بزرگتراز ۲/۵میلیمترحفاظت شده‌است	ابزارها، سیمها و مواد مشابه به قطر بیشتر از ۲/۵میلیمتر در برابر تماس با قسمتهای برق‌دار و متحرك داخل تابلو محافظت شده‌اند	۱-۶-۴
۴	در برابر اجسام جامد بزرگتر از ۱میلیمتر حفاظت شده‌اند	سیمها یا مفتولهایی به ضخامت یک میلیمتر و اجسام جامد به قطر بیشتر از ۱میلیمتر در برابر تماس با قسمتهای برق دار و متحرك داخل تابلو محافظت شده‌اند	۱-۶-۵
۵	حفاظت در مقابل گرد و غبار مضر وجود دارد	از نفوذ گرد وغباربطورکلی جلوگیری نشده و لیکن گردوغبارنمی‌تواند به مقدارکافی در عملکرد رضایتبخش وسایل داخل تابلوتداخل نماید	۱-۶-۶

۱-۳- دومین رقم مشخص کننده درجه حفاظتی

دومین رقم، نشاندهنده حفاظت وسایل در مقابل نفوذ مایع می‌باشد. جدول (۱-۲) نوع حفاظت را با توجه به رقم دوم نشان می‌دهد.

جدول (۱-۲)

دومین رقم مشخصه	درجه حفاظت		وضعیت آزمایش رجوع به بند
	توصیف کوتاه و مختصر	تعریف	
۰	حفاظت نشده	هیچ حفاظت مشخصی وجود ندارد	۱-۷-۱
۱	حفاظت در مقابل قطرات آب	قطرات آب که بصورت عمودی بر روی تابلو می‌ریزد برای تابلو مضر نیست	۱-۷-۲
۲	محافظت در مقابل قطرات آب با زاویه ریزش ۱۵ درجه	قطرات آب که بصورت عمودی می‌ریزند بر روی تابلویی که ۱۵ درجه از وضعیت عادی خود کج شده است مضر نیست	۱-۷-۳
۳	حفاظت در مقابل باران و قطرات آب با زاویه ریزش ۶۰ درجه	قطرات آب در زاویه تا 60° نسبت به حالت عمودی نبایستی هیچگونه آسیبی به تابلو برساند	۱-۷-۴
۴	حفاظت در مقابل پاشیدن مایع	مایع پاشیده شده از هر جهت نبایستی به تابلو آسیبی برساند	۱-۷-۵
۵	حفاظت در مقابل پاشیدن آب تحت فشار	آب پاشیده شده توسط شیپورك شیلنگ از هر طرف نبایستی برای تابلو مضر باشد	۱-۷-۶

۱-۴- درجات حفاظتی

حفاظتهایی که معمولا" مورد استفاده قرار می‌گیرند با توجه به جداول (۱-۱) و (۱-۲) در جدول (۱-۳) آمده است.

جدول (۱-۳)

اولین رقم (حفاظت در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی)	دومین رقم (حفاظت در مقابل مایع)					
	۰	۱	۲	۳	۴	۵
۰	IP00					
۱	IP10	IP11	IP12			
۲	IP20	IP21	IP22	IP23		
۳	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34	
۴	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	
۵	IP50				IP54	IP55

۱-۵- توصیه‌های قبل از آزمایش

آزمایشهای زیر از نوع آزمون نوعی می‌باشند.

حد فواصل مجاز برای آزمایش بصورت زیر تعریف می‌شود :

۱-۵-۱- تجهیزات فشارضعیف با مقادیر ولتاژ نامی تا ۱۰۰۰ ولت متناوب و تا ۱۲۰۰ ولت مستقیم

وسایل‌آزمایش (کره، انگشت‌فلزی، سیم وغیره) نبایدقسمتهای برقداریا قسمتهای متحرك لمس شود.

۱-۵-۲- تجهیزات فشارقوی با مقادیر نامی ولتاژ بالای ۱۰۰۰ ولت متناوب و ۱۲۰۰ ولت مستقیم

هنگامیکه وسایل آزمون در جای نامطلوب قرار می‌گیرند، تجهیزات باید قادر به تحمل ولتاژ آزمون بکار رفته برای تجهیزات باشند.

۱-۶- آزمونها برای اولین عدد مشخصه

۱-۶-۱- برای اولین رقم مشخصه (رقم صفر) هیچ آزمونی نیاز نمی‌باشد

۱-۶-۲- آزمون برای وقتی که اولین رقم مشخصه یک باشد

آزمایش بوسیله کره‌ای به قطر ۵۲/۵ میلیمتر و با نیروی حدود ٪۱۰ ± ۵۰ نیوتن صورت می‌گیرد اگر کره نتواند تماسی با قسمتهای متحرك و یا باردار داخل تابلو داشته باشد آزمایش موفقیت‌آمیز خواهد بود.

۱-۶-۳- آزمون برای وقتیکه اولین رقم مشخصه دو باشد.

این آزمون در دو مرحله الف و ب انجام می‌شود :

الف - آزمایش با استفاده از انگشت تماسی فلزی، مطابق شکل (۱-۱) انجام می‌شود. این انگشت فلزی به یک لامپ رشته‌ای وصل شده است برای تجهیزات فشارضعیف، منبع تغذیه حداقل ۴۰ ولت، بطور سری با یک سرانگشت فلزی متصل شده و قطب دیگر آن به قسمتهایی که انتظار برق‌دار بودن آنها در حالت عادی می‌باشد، اتصال دارد برای تماس انگشت فلزی به قسمتهای تابلو نباید نیروی بیشتر از ۱۰ نیوتن بکار رود.

حفاظت موقعی رضایتبخش خواهد بود که وقتی سعی می‌شود با قسمتهای لخت برق‌دار و یا قسمتهایی که عایق آنها کافی نمی‌باشند (قسمتهایی که با رنگ، لعاب یاضدزنگ پوشیده شده و یا با اکسیداسیون حفاظت شده‌اند) تماس حاصل شود، لامپ روشن نشود.

در مورد تجهیزات فشارقوی فواصل کافی با آزمایش دی‌الکتریک و یا بوسیله اندازه‌گیری فواصل باید درنظر گرفته شود.

ب - سعی شود که یک کره به قطر ۱۲/۵ میلیمتر و با نیروی ٪۱۰ ± ۳۰ نیوتن را به داخل تابلو وارد کرد آزمایش وقتی موفقیت‌آمیز خواهد بود که این کره نتواند با قسمتهای برقدار و یا قسمتهای متحرك تماسی حاصل کند.

۱-۶-۴- آزمون برای وقتیکه اولین رقم مشخصه ۳ باشد.

آزمایش با یک سیم فولادی به قطر ۲/۵ میلیمتر انجام می‌شود و نیروی بکاررفته حدود ٪۱۰ ± ۳ نیوتن است و باید دقت شود که سیم فولادی دارای برآمدگی نباشد و کاملا" مستقیم باشد.

آزمایش وقتی موفقیت آمیز است که نتوان سیم فولادی را به داخل تابلو وارد کرد.

۱-۶-۵- آزمون برای وقتیکه اولین رقم مشخصه ۴ باشد.

آزمایش با یک سیم فولادی به قطر ۱ میلیمتر انجام می‌شود و نیروی بکار رفته حدود ٪۱۰ ± ۱ نیوتن خواهد بود سیم انتخاب شده نباید دارای برآمدگی و انحناء باشد.

هنگامیکه نتوان سیم فولادی را وارد تابلو کرد آزمایش موفقیت آمیز خواهد بود.

۱-۶-۶- آزمون برای وقتیکه اولین رقم مشخصه ۵ باشد.

آزمایش توسط وسیله‌ای که در شکل (۱-۲) نمایش داده شده است انجام گیرد. در این شکل اطاقک بسته‌ای وجود دارد که در آن پودر تلق[1]، با استفاده از یک جریان هوا دمیده می‌شود. پودر تلق استفاده شده باید از یک صافی مشبک مربع شکل که قطر سیم‌های آن ۵۰ میکرون و پهنای بین سیمهای آن ۷۵ میکرون است عبور نماید، مقدار این پودر حدود ۲ کیلوگرم برای هر مترمکعب از اطاقک آزمایش است. این پودر نباید بیش از ۲۰ مرتبه برای آزمایش بکار رود.

وسیله مورد آزمایش در داخل اطاقک آزمایش آویزان شده و بوسیله یک پمپ تخلیه، اختلاف فشاری معادل حداکثر ۲۰۰ میلیمتر آب بین داخل و خارج تابلو ایجاد می‌شود. اگر حجم هوای کشیده شده به داخل تابلو تحت آزمایش، ۸۰ برابر حجم آن باشد، آزمایش پس از دو ساعت متوقف می‌شود. اگر حجم هوای کشیده شده با نرخ کمتر از ۴۰ برابر حجم تابلو بر ساعت باشد، آزمایش تا حدود ۸ ساعت ادامه پیدا می‌کند.

1- Talcum Powder

آزمایش وقتی موفقیت آمیز است که در بازرسی از تابلو پودر تلق در تابلو جمع نشده باشد و قابلیت نفوذ مقدار پودر تلق موضوعی است که بیشتر به توافق سازنده و استفاده کننده بستگی دارد.

۱-۷- آزمونها برای دومین عدد مشخصه (نفوذ مایع)

آزمایشات باید با آب تازه انجام شود.

۱-۷-۱- آزمون برای وقتیکه دومین رقم مشخصه صفر باشد

در این حالت هیچگونه آزمایشی نیاز نمی‌باشد.

۱-۷-۲- آزمون برای وقتیکه دومین رقم مشخصه یک باشد

با توجه به شکل (۱-۳) از وسیله‌ای جهت ریختن آب روی تابلو استفاده می‌کنیم. دراین حالت باید وسیله آزمایش، طوری تنظیم شود تا مقدار آب خروجی در هر دقیقه بین ۳ تا ۵ میلیمتر باشد. تجهیزات مورد آزمایش در حالت عادی و زیر جائیکه قطرات آب فرو می‌ریزد قرار داده می‌شود و طول مدت آزمایش ۱۰ دقیقه می‌باشد.

آزمایش در حالتی رضایت بخش است که پس از اتمام آن مقدار آبی که داخل وسیله شده است قادر به تداخل در عملکرد آن نباشد و هیچ آبی در نزدیکی سرکابلها جمع نشده باشد.

۱-۷-۳- آزمون برای وقتیکه دومین رقم مشخصه ۲ باشد.

شرایط آزمون مانند بند ۱-۷-۲ بوده و مدت آزمون ۲/۵ دقیقه برای هر ۴ طرف تابلو است که ۱۵ درجه نسبت به وضعیت عادی کار خود کج شده است و مجموع زمان آزمایش ۱۰ دقیقه است.

آزمایش در حالتی رضایتبخش است که پس از اتمام آن مقدار آبی که داخل وسیله شده است قادر به

تداخل در عملکرد آن نباشد و هیچ آبی در نزدیکی سرکابلها جمع نشده باشد.

۱-۷-۴- آزمون برای وقتیکه دومین رقم مشخصه ۳ باشد.

آزمایش بایستی ترجیحا" با استفاده از وسیله نشانداده شده در شکل (۱-۴) انجام شود و این وسیله شامل یک لوله قابل نوسان که به شکل نیمدایره می‌باشد بوده و شعاع آن با درنظر گرفتن ابعاد وسیله تحت آزمایش، جداقل می‌باشد.

این لوله طوری نوسان داده می‌شود تانسبت به حالت عمودی در دو جهت زاویه ۶۰ درجه بوجود آورد.

مدت زمان یک نوسان حدود ۳ ثانیه می‌باشد و فشار آب، معادل ستونی از آب به ارتفاع ۱۰ متر می‌باشد. (حدود $80kN/m^2$ یا ۰/۸ بار)

وسیله تحت آزمایش، بصورت وضعیت کار عادی خود بر روی میز چرخان قرار می‌گیرد و این میز چرخان، دارای یک محور عمودی بوده و ارتفاع آن قابل تنظیم می‌باشد.

مدت زمان آزمایش حدود ۱۰ دقیقه می‌باشد

آزمایش در حالتی موفقیت‌آمیز است که پس از اتمام آن، مقدار آبی که داخل وسیله شده است قادر به تداخل در عملکرد آن نباشد و هیچ آبی در نزدیکی سر کابلها جمع نشده باشد.

۱-۷-۵- آزمون برای وقتیکه دومین رقم مشخصه ۴ باشد.

شرایط آزمایش مانند قسمت اول بند ۱-۷-۴ است و لوله نوسانی تقریبا" با زاویه ۱۸۰ نسبت به حالت عمودی در هر دو جهت نوسان می‌کند مدت زمان و سرعت نوسان مانند بند ۱-۷-۴ می‌باشد و وسیله تحت این آزمایش از تمام جهات مورد آزمایش قرار می‌گیرد شرط قابل قبول برای آزمایش نیز مانند بند ۱-۷-۴ می‌باشد.

۱-۷-۶- آزمون برای موقعیکه رقم مشخصه ۵ باشد.

آزمایش ترجیحا" با استفاده از جریان آب که در شکل (۱-۵) نشان داده شده است انجام می‌شود شرایط آزمایش از این قرار است.

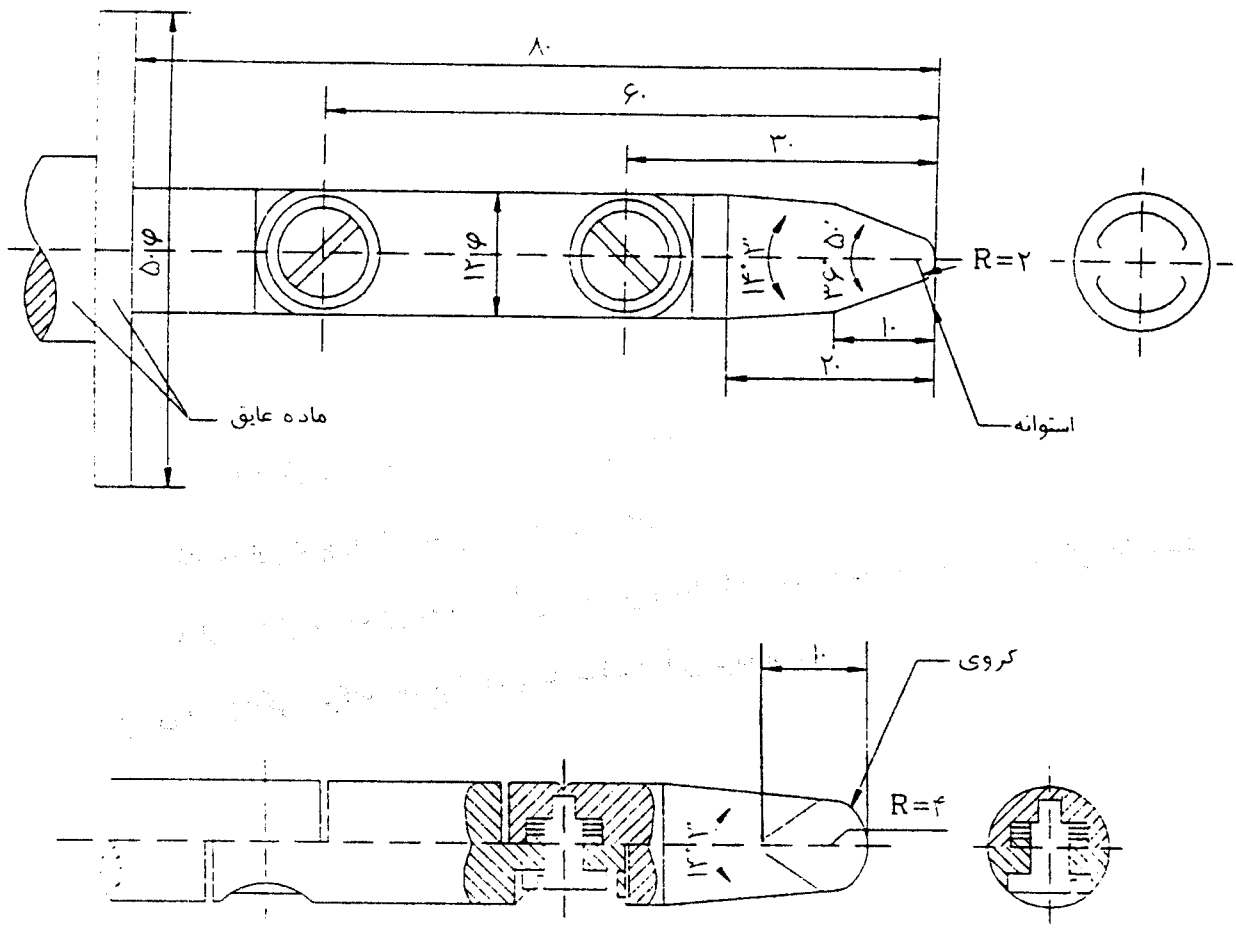
- قطر داخلی شیپورك ۳/ ۶ میلیمتر
- فشار آب در شیپورك حدودا" $۳۰ KN/m^2$

(حدودا" ستون آبی به اندازه ۲/۵ متر بالای شیپورك)

- مدت آزمایش یک دقیقه برای هر متر مربع از تابلو
- فاصله این شیپورك تا سطح تابلو حدود ۳ متر

بعد از آزمایش در حالتی که مقدار آبی که داخل وسیله شده است قادر به تداخل در عملکرد آن نباشد و هیچ آبی در نزدیکی سرکابل جمع نشده باشد موفقیت آمیز بوده است.

ابعاد به میلیمتر



حد مجاز اعماص

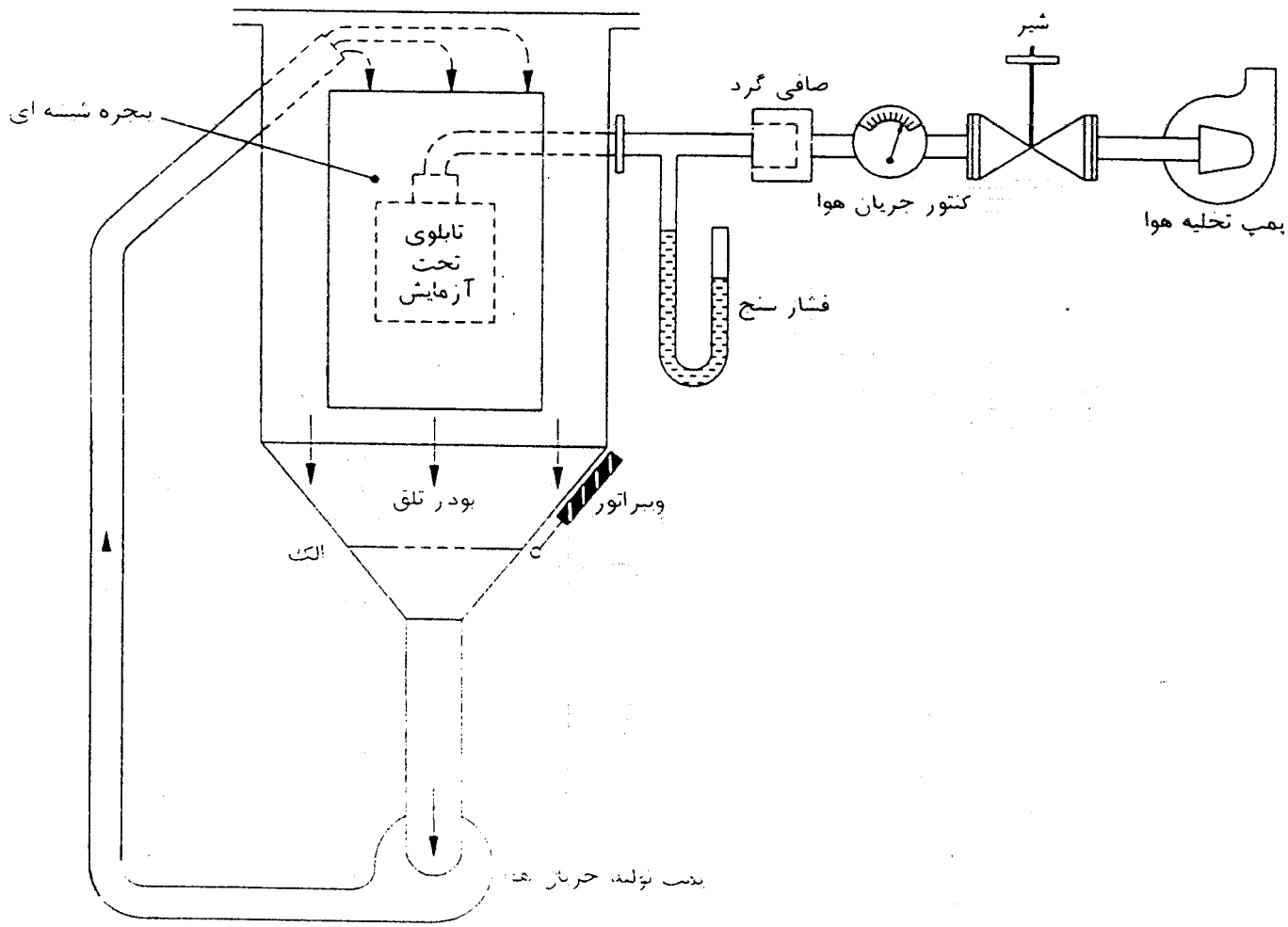
- برای زاویه ها ° ۵ = دقیقه

- برای ابعاد

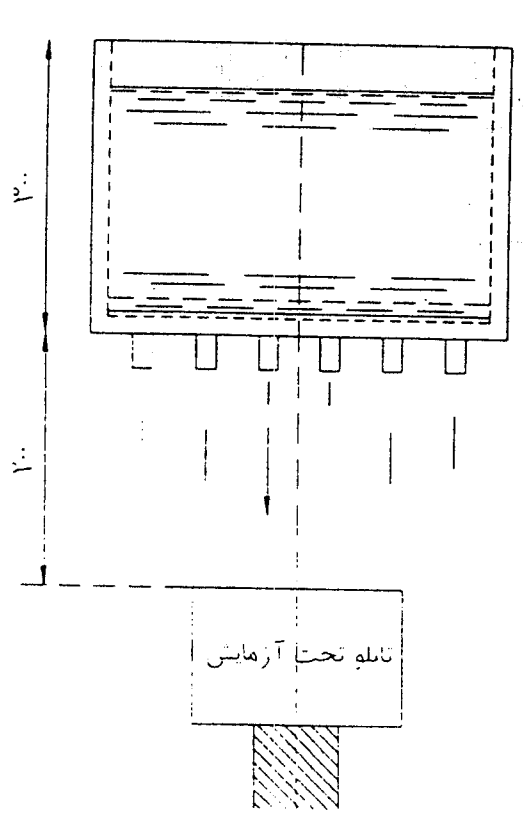
- برای طولهای کمتر از ۲۵ میلیمتر ۰/۰۵ =

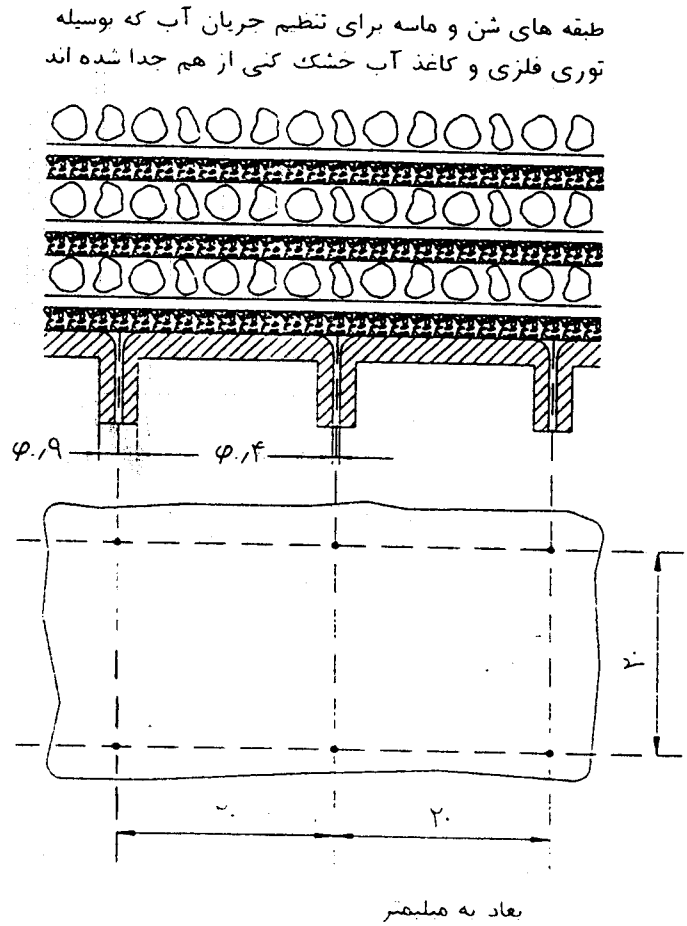
- برای طولهای بیش از ۲۵ میلیمتر ۰/۲ =

شکل (۱-۱) انگشتک فلزی استاندارد



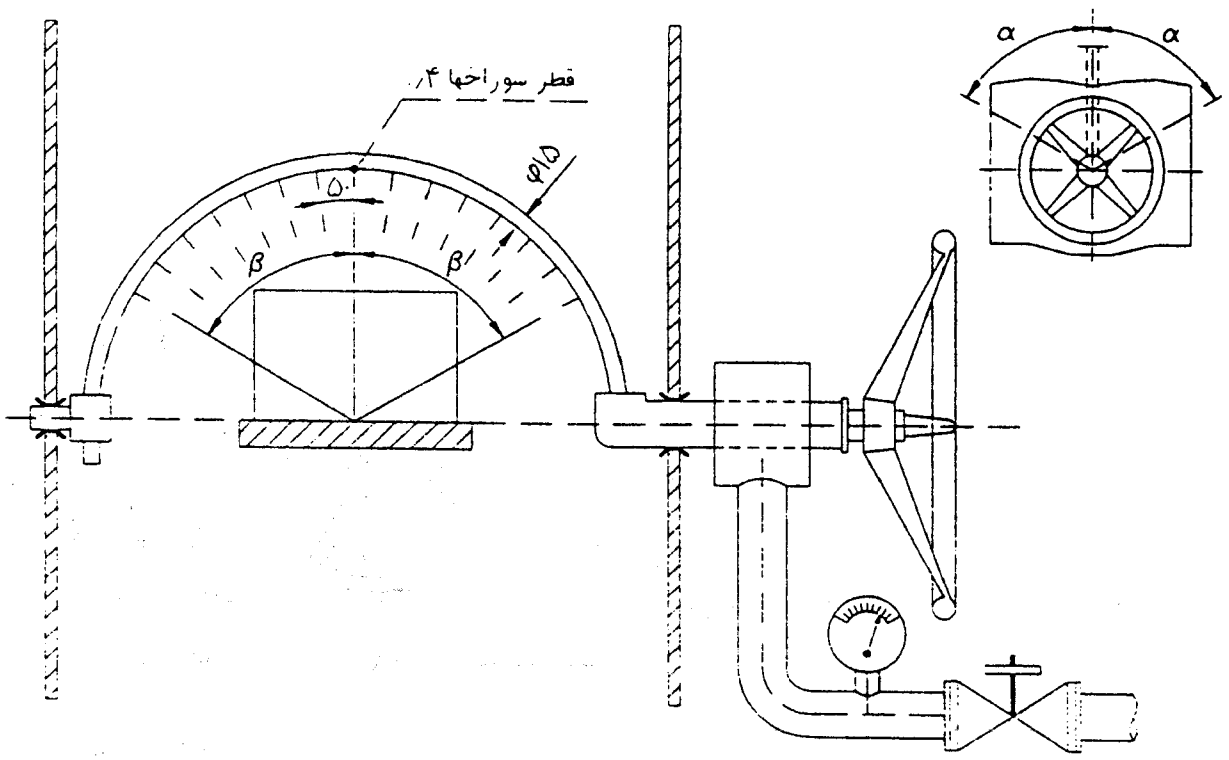
شکل (۱-۲) دستگاه آزمایش تابلوهای محافظت شده در مقابل ورود گردوغبار





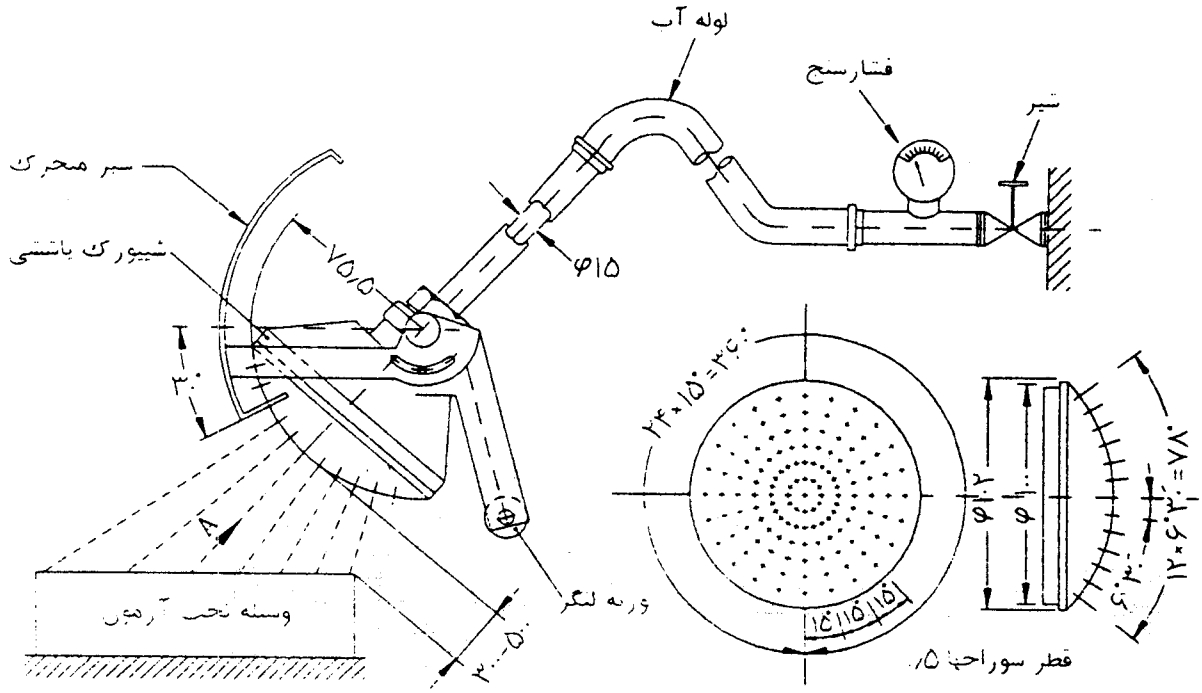
شکل (۱-۳) دستگاه آزمایش تابلوهای محافظت شده در مقابل چکیدن قطرات مایعات

ابعاد به میلیمتر



دوامین زنیم مسحصه	ب	ج
α	± ۶۰ درجه	± ۸۰ درجه
زاویه ایکه باند سوراخها در آن بسته شود β	± ۶۰ درجه	± ۹۰ درجه

شکل (۱-۴) دستگاه آزمایش تابلوهای محافظت شده در مقابل باران و پاشیده‌شدن آب



جهت نگاه از سمت پیکان A (با برداشته شدن سپر)

ابعاد به میلیمتر

۱) ۲۱ سوراخ با قطر ۱/۵ φ

۲) سوراخ در مرکز

۳) دایره داخلی ۱۲ سوراخ با گام ۳۰°

۴) دایره خارجی با ۲۴ سوراخ با گام ۱۵°

جنس سپر متحرک از آلومینیم

جنس شیپورک پاششی از برنج

شکل (۱-۵) وسیله آزمون برای تشخیص حفاظت در مقابل پاشیدن آب تحت فشار

فصل دوم

استاندارد تابلوهای قدرت و فرمان فشارقوی

مقدمه:

این فصل استاندارد تابلوهای قدرت و فرمان فشارقوی فلزی را شامل می‌شود که دارای ولتاژی از یک تا ۳۳ کیلوولت بوده و در کارخانه مونتاژ می‌شوند. در این فصل تعاریف و طبقه‌بندی، مقادیر نامی، طرح و ساخت تابلوها بیان شده و در انتها آزمونهای نوعی و معمول لازم در مورد تابلوها آورده شده است.

۲-۱- قسمت اول : تعاریف

تعریف‌های زیر در این استاندارد قابل استفاده می‌باشد.

۲-۱-۱- تابلوهای قدرت و فرمان[1]

ترکیبی از وسایل کلیدزنی همراه با تجهیزات کنترلی، حفاظتی و تنظیم است که شامل وسایل جنبی، اتصالات مربوطه، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آنها می‌باشد.

۲-۱-۱-۱- تابلوهای قدرت

ترکیبی از وسایل کلیدزنی همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت و تنظیم است که شامل وسایل جنبی، اتصالات مربوطه، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آنها نیز می‌باشد و اصولا" در ارتباط با تولید، انتقال و توزیع و تبدیل انرژی الکتریکی بکار می‌رود.

۲-۱-۱-۲- تابلوهای فرمان

ترکیبی از وسایل کلیدزنی همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت و تنظیم است که شامل

1- Switchgear and Controlgear

وسایل جنبی، اتصالات مربوطه، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آنها می‌باشد و اصولاً" برای کنترل تجهیزات مصرف‌کننده انرژی الکتریکی، بکار می‌رود.

۲-۱-۲- تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی[1]

مجموعه تابلوهای قدرت و فرمان که دارای پوشش خارجی فلزی بوده و دارای اتصال زمین می‌باشند و به استثناء اتصالات خارجی، بطور کامل سوار شده‌اند.

در این فصل، هر جا که از تابلو قدرت و فرمان ذکری به میان آید، منظور تابلو قدرت و فرمان با پوشش فلزی است.

۲-۱-۳- تابلوهای قدرت و فرمان فلزی[2] (متال کلد)

به تابلوهای قدرت و فرمانی اطلاق می‌شود که اجزاء بکار رفته در تابلو، در خانه‌های[3] بسته فلزی که زمین شده‌اند قرار گرفته است.

توجه : این تابلوها دارای بخشهایی با درجات حفاظتی مشخص شده در جدول (۲-۳) می‌باشند و حداقل خانه‌های بسته فلزی که شامل اجزا زیر است، در آنها وجود دارد :

الف - کلید اصلی

ب - اجزائی که به یک طرف کلید اصلی متصلند، مانند فیدرها

ج - اجزائی که به‌طرف دیگر کلید اصلی متصلند، مثل : شینه‌ها، جائیکه بیش از یک گروه از شینه‌ها وجود دارد هر گروه دارای خانه‌های جداگانه هستند.

1- Metal enclosed

2- Metal-Clad

3- Compartment

۲-۱-۴- تابلوهای قدرت و فرمان سلولی[1]

به تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی، بجز تابلوهای مشخص شده در بند (۲-۱-۳) می‌گویند.

توجه : این تابلوها دارای یکی از مشخصات زیر می‌باشند :

الف - یا فاقد هرنوع جداره‌ای هستند.

ب - یا تعداد خانه‌های آنها کمتر از تعدادی است که برای تابلوهای فلزی نیاز می‌باشد.

ج - یا دارای جداره‌های فلزی نمی‌باشد

د - یا جداره‌های فلزی دارای درجه حفاظت کمتری نسبت به جدول توصیه شده (۲-۳) می‌باشد.

۲-۱-۵- تابلوهای قدرت و فرمان مونتاژ کارخانه

تابلوهای قدرت و فرمان که در کارخانه ساخته شده و قابل حمل بوده و مسئولیت آزمایش آنرا کارخانه سازنده به عهده گرفته است.

۲-۱-۶- تابلوهای تمام بسته

این تابلوها عبارتند از مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن، جز سطح نصب که ممکن است باز باشد، به نحوی بسته باشد که حداقل درجه حفاظت IP۲۰ تامین شود. تابلوهای تمام بسته فشارقوی، به اشکال مختلف ساخته می‌شود که عمده‌ترین آنها به شرح زیر است :

۲-۱-۶-۱- تابلوهای تمام بسته ایستاده

منظور تابلویی است که بتواند بطورمستقل و بدون‌اتکا به دیوار، در روی کف ساختمان استقرار

1- Cubicle

پیداکند.

۲-۱-۶-۲- تابلو ایستاده تمام بسته قابل دسترسی و فرمان از جلو

عبارتست از تابلویی که وسایل فرمان، مانند دسته یا کلیدهای فشاری، و وسایل اندازه‌گیری، در قسمت جلوی تابلو قرار گرفته، و سایر تجهیزات و لوازم مانند کلیدهای جداکننده غیرقابل قطع زیربار، کلیدهای جداکننده قابل قطع زیر بار، کلیدهای قدرت، فیوزها، ترانس جریان، ترانس ولتاژ و سر کابلها در داخل تابلو نصب می‌شود و به وسیله یک درلولایی مجهز به قفل الکتریکی یا مکانیکی، که فقط پس از قطع کلید، قابل باز شدن است دسترسی برای اتصالات، تعمیرات، تعویض، و غیره امکان‌پذیر است.

۲-۱-۶-۳- تابلو ایستاده، تمام بسته، کشویی

این تابلو بطورکلی، از دو قسمت اصلی ثابت و متحرك کاملا" مجزا، تشکیل شده است. قسمت اول بدنه تابلو می‌باشد که بصورت سلول ساخته شده و شینه کشی، محل اتصال کابلهای ورودی و خروجی، دریچه‌های اتصال و فیش‌های اتصال کلید در این قسمت تعبیه گردیده و در بالاترین قسمت آن نیز وسایل اندازه‌گیری نصب می‌شود. قسمت دوم، که کلید در روی آن نصب شده است، اسکلتی است متحرك (که ارابه نیز نامیده می‌شود) به صورت کشویی با کمک چرخ، دقیقا" در داخل سلول فوق‌الذکر قرار گرفته و اتصالات لازم را برقرار می‌سازد. سمت جلو اسکلت مزبور باید کاملا" بسته باشد و قسمت فرمان کلید، مانند دسته و یا کلیدهای فشاری روی این قسمت نصب گردد. قسمت کشویی باید دارای قفل بوده و فقط پس از قطع کلید قابل خارج کردن و جاگذاردن باشد.

۲-۱-۷- محفظه

قسمت دربرگیرنده تابلوی قدرت و فرمان با پوشش فلزی را گویند که باعث جلوگیری از تماس افراد

بطور اتفاقی با قسمتهای برق‌دار و قطعات متحرك آن می‌شود و همچنین وسایل داخلی را در مقابل اثرات خارجی حفاظت می‌کند.

۲-۱-۸- خانه[1]

بخشی از تابلو قدرت یا فرمان با پوشش فلزی را می‌گویند که به غیر از جائیکه برای انجام اتصالات، کنترل و یا تهویه بایستی باز بماند، محاط شده باشد.

۲-۱-۹- جداره[2]

جزئی از پوشش یک خانه که آنرا از خانه‌های دیگر جدا می‌کند.

۲-۱-۱۰- پوشش

قسمت خارجی محفظه تابلوهای قدرت و کنترل با روپوش فلزی را گویند.

۲-۱-۱۱- درب

به پوشش کشویی یا لولائی گویند

۲-۱-۱۲- دریچه حفاظتی[3]

جزئی است که می‌تواند بین دو حالت زیر حرکت کند :

1- Compartment

2- Partition

3- Shutter

- وضعیتی که اجازه می‌دهد کتاکتها متحرك با کتاکتهای ثابت درگیر شوند.

- وضعیتی که بصورت قسمتی از پوشش یا جداره درآمده و کتاکتهای ثابت را می‌پوشاند.

۲-۱-۱۳- بوشینگ

ساختاری که یک هادی را از میان یک پوشش و یا جداره عبور داده و آنرا نسبت به آنها عایق می‌کند و شامل متعلقات اتصالات به جداره و پوشش نیز می‌شود.

۲-۱-۱۴- جزء جدا شدنی

جزئی که بطور کامل حتی در موقعیکه مدار اصلی برقدار باشد، قابل خارج نمودن از تابلوی قدرت یا کنترل می‌باشد.

۲-۱-۱۵- جزء خارج شونده

جزء جدا شدنی که بتوان آنرا به موقعیتی با فاصله عایقی کافی خارج ساخت در حالیکه وابستگی مکانیکی آن با مجموعه ساخته شده در کارخانه برقرار بماند.

۲-۱-۱۶- وضعیت کار (وضعیت اتصال)

وضعیتی که در آن جزء جداشدنی برای انجام کار عادی خود بطور کامل، وصل شده باشد.

۲-۱-۱۷- وضعیت قطع

وضعیتی برای جزء خارج شونده که در آن وضعیت فاصله عایقی در مدارهای آن ایجاد شده در حالیکه وابستگی مکانیکی آن با محفظه باقی می‌ماند.

۲-۱-۱۸- وضعیت آزمون

وضعیت قطع برای جزء خارج شونده در حالیکه مدارات کنترلی متصل بوده و اجازه انجام آزمایشهای عملکرد مکانیکی روی جزء خارج شونده را می‌دهد.

۲-۱-۱۹- وضعیت جدا شده

وضعیتی برای جزء جداشدنی در حالتیکه خارج‌از محفظه‌است و بطورمکانیکی نیزازآن جداشده‌است.

۲-۱-۲۰- وضعیت زمین

وضعیتی‌است که به‌هنگام بستن یک کلید، باعث زمین شدن و اتصال کوتاه‌شدن مداراصلی می‌شود.

۲-۱-۲۱- ولتاژ اسمی (تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی)

ولتاژی که تابلو قدرت و فرمان برای آن طرح شده و شرایط کاری با توجه به این مقدار درنظر گرفته شده‌است.

۲-۱-۲۲- مقداراسمی سطح عایقی (برای تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی)

به مجموعه مقادیر ولتاژ (با فرکانس قدرت و ضربه) که ایستادگی عایقی تابلوهای قدرت و فرمان را دربرابر تنش‌های دی‌الکتریکی مشخص می‌کند اطلاق می‌شود.

۲-۱-۲۳- جریان اسمی (برای یک مدار)

مقدار جریانی که یک مدار از تابلوی قدرت یا فرمان، تحت شرایط مشخص شده بطورمداوم قادر است تحمل کند و با مقدار r.m.s سنجیده می‌شود.

۲-۱-۲۴- جریان ایستادگی کوتاه مدت (برای یک مدار)

مقدار موثر جریانی است که یک مدار تابلوی قدرت یا فرمان در زمان کوتاه مشخصی و تحت شرایط تعیین شده می‌تواند تحمل کند.

۲-۱-۲۵- جریان ایستادگی پیک (برای یک مدار)

مقدار پیک جریانی است که مدار تابلوی قدرت و فرمان می‌تواند تحت شرایط مشخص شده برای استفاده، در برابر آن ایستادگی کند.

۲-۱-۲۶- فرکانس اسمی (تابلو قدرت یا فرمان با پوشش فلزی)

فرکانس کار تابلو قدرت یا فرمان که تابلو و مقادیر مشخصه وسایل در ارتباط با تابلو برآن اساس طرح شده است.

۲-۱-۲۷- دمای هوای محیط (برای تابلو قدرت یا فرمان با پوشش فلزی)

دمای هوای اطراف محفظه خارجی تابلو قدرت یا فرمان است که تحت شرایط مشخص شده برای تابلو بدست می‌آید.

۲-۱-۲۸- مدار اصلی (برای مجموعه تابلوی قدرت و فرمان با پوشش فلزی)

کلیه قسمتهای هادی یک تابلو (شامل هادیها و وسایل کلیدزنی) که در تشکیل مداری برای انتقال انرژی‌الکتریکی اصلی بکار رفته باشد.

۲-۱-۲۹- مدار فرعی (برای مجموعه تابلوی قدرت و فرمان با پوشش فلزی)

کلیه قسمتهای هادی یک مجموعه که در تشکیل مداری برای کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت و تنظیم و غیره بکار رفته باشد.

۲-۲- شرایط کار عادی

تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی طرح شده مطابق این استاندارد، تحت شرایط زیر مورد استفاده قرار گیرد.

الف - دمای هوای محیط بیشتر از ۴۰ سانتیگراد نشود و مقدار متوسط آن در مدت ۲۴ ساعت از ۳۵ درجه سانتیگراد بیشتر نباشد.

ب - حداقل دمای محیط بشرح زیر است :

- برای نصب در داخل ساختمان ۵- درجه سانتیگراد
- برای نصب در هوای آزاد :

در شرایط معتدل ۲۵- درجه سانتیگراد

در شرایط سرد و یخبندان ۵۰- درجه سانتیگراد

توجه : در مواردی که لازم باشد باید جهت اطمینان از وجود شرایط مناسب کار، اقدامات احتیاطی (مانند گرمایش یا تهویه) بعمل آید، مثلا" برای بعضی از رله‌ها، دستگاههای اندازه‌گیری و غیره دمای محیط کار نباید از ۵+ درجه سانتیگراد کمتر شود.

پ - ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر باشد.

توجه : مقادیر نامی سطح عایق که در بند ۲-۶ مشخص شده‌اند برای تابلوهای قدرت و فرمان که در

ارتفاعهای کمتر از ۱۰۰۰ متر و دماهای مشخص شده بالا، بکار می‌رود و در انتخاب تابلوی قدرت و فرمان که در ارتفاعهای بیش از ۱۰۰۰ متر مورد استفاده قرار می‌گیرد باید ضرایب تصحیح مطابق جدول (۲-۱) اعمال گردد.

جدول (۲-۱)

ضریب تصحیح برای ولتاژهای نامی	ضریب تصحیح برای ولتاژهای آزمون نسبت به سطح دریا	ماکزیمم ارتفاع متر
۱	۱	۱۰۰۰
۰/۹۵	۱/۰۵	۱۵۰۰
۰/۸	۱/۲۵	۳۰۰۰

برای حالتی که ارتفاع بین ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ متر قرار دارد با استفاده از میان یابی خطی از جدول فوق، ضریب تصحیح مناسب بدست می‌آید.

ت - هوای محیط آلوده نبوده و دارای گرد و خاك، دود، گازهای قابل اشتعال و خورنده و بخار و نمک نمی‌باشد.

ث - برای تاسیسات هوای آزاد، سازنده بایستی وجود رطوبت، باران، برف، لایه‌ای از یخ یا برف تا ۵ کیلوگرم برمتر مربع و تغییرات سریع دما و فشار باد تا ۷۰۰ نیوتن بر مترمربع و اثرات تشعشع خورشیدی را درنظر بگیرد.

ج - برای نصب بجز شرایط فوق استفاده کننده باید با سازنده مشورت کند.

۲-۳- شرایط حمل و نقل، انبار کردن و نصب

چنانچه شرایط ذکر شده در بند ۲-۲ درباره دما و رطوبت و غیره برقرار نباشد برای حمل و نقل، انبار کردن و نصب توافق ویژه‌ای بین سازنده و بهره‌بردار باید ایجاد شود.

۲-۴- قسمت دوم : مقادیر اسمی

مقادیر اسمی تابلوهای قدرت و فرمان بشرح زیر می‌باشند.

الف - ولتاژ اسمی و تعداد فازها

ب - مقدار اسمی سطح عایقی

پ - فرکانس اسمی

ت - جریانهای اسمی عادی

ث - جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت و جریان ایستادگی پیک برای مدارات اصلی و زمین

ج - درجات حفاظت

چ - مقادیر اسمی اجزای بوجود آورنده تابلوهای قدرت و فرمان

۲-۵- ولتاژ اسمی

مقادیر ولتاژ اسمی تابلو قدرت و فرمان سه فاز، بایستی از لیست مقادیر استاندارد شده در ستون ۱ جدول (۲-۲) بدست آید.

توجه :

الف - این مقادیر مطابق با حداکثر مقادیر ولتاژ سیستمی است که تابلوی قدرت و فرمان در آن استفاده می‌شود.

ب - اجزای تشکیل دهنده قسمتهای مختلف تابلوی قدرت و فرمان، ممکن است دارای مقادیر اسمی ولتاژ مخصوص بخود باشند.

۲-۶- مقدار اسمی سطح عایقی

مقدار اسمی سطح عایقی برای تاسیساتی که به خارج راه دارند بایستی از جدول (۲-۲) انتخاب گردد

مقادیر ولتاژ داده شده در جدول (۲-۲) در شرایط استاندارد درنظر گرفته شده است (فشار اتمسفر برابر ۱۰۱۳ میلی بار و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت ۱۱ گرم در متر مکعب).

۲-۷- فرکانس اسمی

فرکانس اسمی برابر ۵۰ هرتز انتخاب می‌گردد.

۲-۸- جریان اسمی عادی

مقادیر جریان اسمی عادی مدارات مانند فیدرها، شینه‌ها باید مطابق استاندارد جریان اسمی نشریه IEC شماره ۵۹ انتخاب گردد این مقادیر در پیوست (الف) آمده است.

۲-۹- جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت

مقدار جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت که به مدت یک ثانیه از مدار عبور می‌کند.

برای زمانهای بزرگتر از ۱ ثانیه، رابطه بین جریان و زمان بصورت (مقدار ثابت = $I^2.t$) خواهد بود مگر اینکه سازنده مشخصات دیگری را تعیین نموده باشد.

۲-۱۰- جریان اسمی ایستادگی پیک

مقدار جریان اسمی ایستادگی پیک بایستی برابر با ۲/۵ برابر جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت انتخاب شود.

جدول (۲-۲)

ولتاژ اسمی (کیلوولت موثر)	ولتاژایستادگی ضربه‌ای (کیلوولت)		ولتاژ ایستادگی برای یک دقیقه با فرکانس ۵۰ هرتز (کیلوولت موثر)		
	نسبت به زمین و بین فازها	بین فاصله‌عایق	نسبت به زمین و بین فازها		بین فاصله عایق
			آزمون نوعی	آزمون‌معمول (روتین)	
۳/۶	۴۵	۵۲	۲۱	۱۶	۲۵
۷/۲	۶۰	۷۰	۲۷	۲۲	۳۵
۱۲	۷۵	۸۵	۳۵	۲۸	۴۵
۱۷/۵	۹۵	۱۱۰	۴۵	۳۸	۶۰
۲۴	۱۲۵	۱۴۵	۵۵	۵۰	۷۵
۳۶	۱۷۰	۱۹۵	۷۵	۷۰	۱۰۰
۷۲/۵	۳۲۵	۳۷۵	۱۴۰	۱۴۰	۱۹۰

۲-۱۱- افزایش دما

افزایش دما برای هر قطعه‌ای که در تابلو قدرت بکار رفته نباید از مقدار افزایش دمای مشخص شده برای آن قطعه، هنگامیکه با دمای محیط مقایسه می‌شود، تجاوز نماید (افزایش مجاز دمای قطعه توسط سازنده وسیله ارائه می‌شود).

برای اتصالات اصلی شامل شینه‌ها، افزایش دما در جریان اسمی عادی و فرکانس اسمی نبایستی از مقادیر زیر بیشتر شود.

- اتصالات با پوشش نقره‌ای ۶۵ درجه سانتیگراد
- موارد دیگر ۵۰ درجه سانتیگراد

توجه : وقتی افزایش دمای ۶۵ درجه سانتیگراد بکار می‌رود باید دقت شود تا به مواد عایقی اطراف، آسیبی وارد نشود.

۲-۱۲- درجات حفاظت

۲-۱۲-۱- درجات حفاظت افراد درمقابل نزدیک شدن به قسمتهای برق‌دار و متحرك

برای تابلوی قدرت و فرمان درجه حفاظتی برای پوششها و جداره‌ها بایستی بطور جداگانه مشخص شوند. برای تابلوهای سلولی[1] مشخص کردن درجات حفاظتی پوششها کفایت می‌کند.

درجه حفاظت از جدول زیر بدست می‌آید.

جدول (۲-۳)

ارقام مشخصه	توضیحات
IPX ۲	حفاظت در مقابل نزدیک شدن به قسمتهای باردار و باتماس با قسمتهای متحرك داخلی با انگشتان
IPX ۳	حفاظت در مقابل قسمتهای باردار و با قسمتهای متحرك، توسط ابزار، سیم یا اشیا مشابه با ضخامت بیش از ۲/۵ میلیمتر
IPX ۶	حفاظت کامل در مقابل نزدیک شدن به قطعات باردار و یا تماس با قطعات متحرك

۲-۱۲-۲- حفاظت تجهیزات در مقابل اثرات خارجی

الف - حفاظت در مقابل ورود اجسام خارجی جامد

پیش‌بینی‌های لازم در این مورد در بند ۲-۱۲-۱ شده است.

ب - حفاظت در مقابل آب و هوا برای تاسیسات خارجی

به بند ۲-۳۰-۲ مراجعه شود.

پ - حفاظت در مقابل عوامل جوی دیگر : شرایط کار عادی در قسمت ۲-۲ آمده است.

1- Cubicle

۲-۱۳- قسمت سوم : طرح و ساخت

تابلوهای قدرت و فرمان باید طوری طرح گردند که تحت شرایط کار عادی به‌راحتی کارکرده و عملیات نگهداری را بطور امن بتوان انجام داد. عملیات نگهداری شامل کنترل توالی فازها، زمین کردن، اتصالات کابلها، وقوع خطا در کابل، آزمایش ولتاژ روی کابلهای ارتباطی یا سایر وسایل و دشارژ بارهای الکترواستاتیکی خطرناك و غیره می‌باشد.

تمام قطعات که‌نیاز به تعویض دارند رابابد بتوان باقطعات مشابه و با یک قدرت اسمی، جایگزین‌نمود.

تابلوها باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدارنده از آهن به فرم نبشی، ناودانی، سپری و پوشش آن از ورقهای فلزی به ضخامت حداقل ۲/۵ میلیمتر ساخته شود، ساختمان و بدنه تابلو باید بصورتی باشد که تابلو به سهولت ازطرفین قابل توسعه باشد و به همین جهت پوششهای قسمتهای بالا و یا پائین تابلو که محل شینه کشی و عبور شینه‌ها می‌باشد باید به وسیله پیچ و مهره‌های کرومه به اسکلت اصلی متصل شود. در روی تابلو بایستی قلاب مناسب جهت سهولت در حمل و نقل تابلو نصب گردد.

۲-۱۴- محفظه‌ها

محفظه‌های خارجی باید از فلز باشد و طوری ساخته شود تا به هنگام نصب، حفاظت لازم را طبق شرایط زیر برآورد.

سطح کف اگرچه فلزی نباشد باید آنرا بعنوان قسمتی از محفظه درنظر گرفت، این درجه حفاظتی با توافق سازنده و مصرف‌کننده بدست می‌آید.

دیوارهای اطاق بعنوان قسمتهایی از محفظه درنظر گرفته نمی‌شود.

توجه :

الف - لازم است که بالاترین درجه حفاظت ممکن برای پرسنل درنظر گرفته شود تا در صورت وقوع اتصال کوتاه و ایجاد قوس الکتریکی در داخل محفظه، ایمنی لازم وجود داشته باشد. اگرچه هدف اینست که از وقوع چنین خطاهایی جلوگیری گردد و یا مدت زمان قوس کوتاهتر شود. همچنین حائز اهمیت است که مطمئن شویم فشار زیاد بوجود آمده توسط قوس الکتریکی کاهش یافته و وقوع خطر را برای پرسنل به حداقل برساند.

ب - در صورتیکه تابلو تحت ضربه‌های مکانیکی و اثرات مشابه آن است توافق ویژه‌ای بین سازنده و بهره‌بردار باید بوجود آید.

۲-۱۴-۱- پوششها

پوششها فلزی هستند و بایستی درجات حفاظتی مشخص شده در بند ۲-۱۲ را تامین نماید. بجز خروجیهای هواکش و محلهای تهویه، پوششها نبایستی از شبکه سیمی بافته شده ساخته شده باشند.

با توجه به قابلیت دسترسی به خانه‌های فشارقوی دو گروه از پوششها بکار می‌رود.

الف - پوششهای ثابت (که نیازی به بازکردن برای اهداف بهره‌برداری و نگهداری ندارند) این پوششها نبایستی بدون استفاده از ابزار قابل بازشدن و یا جابجا کردن باشند.

ب - پوششهای متحرك، در بها (پوششهایی که لازم است برای نگهداری و بهره‌برداری باز شوند) این پوششها برای بازشدن و یا برداشتن آنها نیاز به ابزار ندارند، این پوششها بایستی دارای قفل بوده و یا اینکه توسط یک انتیرلاك مناسب امنیت اپراتور را تامین نمایند.

پوششها در تابلوهای قدرت و فرمان فلزی بایستی فقط موقعی باز شوند که مدار اصلی در آن خانه بی‌برق باشد. بعد از بازشدن این پوشش سایر خانه‌های در معرض هادیهای برقدار بایستی توسط جداره‌های مناسب، درجه حفاظتی لازم (ذکر شده در بند ۲-۱۲) را دارا باشند.

۲-۱۴-۲- جداره‌ها، دریچه‌های حفاظتی

جداره‌ها، دریچه‌های حفاظتی بایستی درجه حفاظت لازم را تامین کنند. محلهای باز در پوششهای تابلوی قدرت و فرمان، و جداره‌های تابلوهای قدرت و فرمان فلزی که از طریق آنها کتاکتهای اجزاء جداشدنی با کتاکتهای ثابت درگیر می‌شوند، باید دارای دریچه‌های حفاظتی باشند تا حفاظتهای لازم (ذکر شده در بندهای ۲-۱-۱۶ تا ۲-۱-۲۰) را برآورند. اگر در حالت نگهداری از طریق دریچه‌های حفاظتی باز، نیاز به دسترسی به گروهی از کتاکتهای ثابت باشد تمام دریچه‌های حفاظتی از طریق قفل باید بسته باشند.

توجه : هادیهایی که از میان جداره‌های فلزی عبور می‌کند باید بوسیله بوشینگ‌ها عایق گردد.

۲-۱۴-۲-۱- جداره‌های فلزی و دریچه‌های حفاظتی

جداره‌های تابلوهای قدرت و فرمان فلزی (متال کلد) از نوع فلز می‌باشند. هنگامیکه قسمتهای جداشدنی در وضعیتهای قطع، جدا شده یا زمین، قرارمی‌گیرند دریچه‌های حفاظتی، قسمتی از پوشش می‌باشند (یعنی قسمتی از محفظه خارجی هستند)، اینها بایستی زمین شده باشند و هنگام بسته شدن بایستی درجه حفاظتی مشخص شده برای پوشش را دارا باشند.

۲-۱۴-۲-۲- جداره‌ها، دریچه‌های حفاظتی از مواد عایق

جداره‌های تابلوهای قدرت و فرمان سلولی ممکن است غیرفلزی باشند هنگامیکه قسمتهای جداشدنی در وضعیتهای قطع، جدا شده یا زمین قرار می‌گیرند، دریچه‌های حفاظتی قسمتی از پوشش، یعنی محفظه خارجی نیستند و ممکن است از مواد عایق باشند.

جداره‌ها، دریچه‌های حفاظتی از موادعایق بایستی شرایط زیر را دارا باشند:

الف : عایق بین قطعات برقدار مدار اصلی و سطوح قابل دسترسی دریچه‌های حفاظتی و جداره‌های عایق بایستی قادر به تحمل ولتاژ آزمون مشخص شده در بند ۲-۶ و ستون دوم و چهارم جدول (۲-۲)

باشند.

ب : علاوه بر درنظر گرفتن ملاحظات مکانیکی، ضخامت مواد عایقی بایستی قابلیت تحمل ولتاژ آزمون مشخص شده در بند ۲-۶ و جدول (۲-۲)، (ستون ۲ و ۴) را دارا باشد. برای آزمایش استقامت الکتریکی مواد عایقی جامد در فرکانس قدرت، روش ذکر شده در نشریه IEC شماره ۲۴۳ توصیه می‌شود.

پ : عایق بین قسمتهای برقدار مداراصلی و دریچه‌های حفاظتی و جداره‌های ساخته شده از مواد عایق که در مقابل اینها می‌باشند، باید قادرباشند در مقابل ولتاژ حداقل ۱۵۰ درصد ولتاژ اسمی ایستادگی کنند.

ت : اگر جریانهای نشتی امکان آنرا داشته باشند که به‌طرف قابل دسترس دریچه‌های حفاظتی یا جداره‌ها جریان داشته باشند، این جریان نباید در شرایط آزمون مشخص شده در بند ۲-۳۰-۱ از ۰/۵ میلی‌آمپر بیشتر باشد (این جریان می‌تواند بطور پیوسته از سطح عایق و یا در مسیر قطع شده فقط با فاصله‌های کوچک از گاز یا مایع وجود داشته باشد).

۲-۱۴-۳- محلهای تهویه، خروجیهای هواکش

محلهای تهویه و خروجیهای هواکش بایستی به نحوی محافظت شوند که یک سیم مستقیم با هر قطری نتواند به محلی در تابلو برسد که سطح عایقی مدار اصلی را به کمتر از مقدار نامی آن کاهش دهد. این محلها ممکن است دارای شبکه‌های سیمی و یا مشابه آن بوده که دارای مقاومت مکانیکی مناسب نیز می‌باشد.

این محلها باید دارای حالتی باشند که آسیب ناشی از خروج گاز و یا بخار تحت فشار بیرون آمده از این محلها را برای اپراتور به حداقل برساند.

۲-۱۴-۴- مدارات کمکی

وسایل کمکی و کنترل بایستی توسط جداره‌های فلزی زمین شده، از مدار اصلی جدا شده باشند سیم‌کشی مدارهای کمکی بجز سیمهای کوتاه استفاده شده در ترمینال ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری، کویلهای قطع کننده[1]، کنتاکتهای کمکی و غیره بایستی با استفاده از جداره‌های فلزی زمین شده (مثلا" لوله‌ها) و یا استفاده از جداره‌های عایقی جدا شده باشند.

فیوزهای مدارات کمکی، ترمینالها و سایر وسایل کمکی که نیاز به رسیدگی دارند، در حالتیکه تابلو در حالت کار (سرویس‌دهی) می‌باشد باید به دور از هادیهای فشارقوی در دسترس باشند.

۲-۱۴-۵- گرمکن‌ها، روشنایی، دریچه ضدانفجار

سلولهای جداگانه باید مجهز به گرمکن برقی (هیتر) ضدتقطیر برای استفاده در مناطق مرطوب بوده و درصورت لزوم جدار داخلی آنها با پوشش ضد میعان اندود شده باشد. با توجه به محل قرار گرفتن تابلو دمای تنظیم ترموستات این هیتر بین ۲۵ تا ۳۰ درجه باشد.

سلولهای فشار متوسط باید دارای لامپ نئون مشخص کننده ولتاژ، چراغ روشنایی برای تعمیر و بازرسی تابلو در حالت بی‌برق، و دریچه‌های انفجاری فوقانی برای تخلیه فشار و محدودکردن صدمات ناشی از انفجار احتمالی تجهیزات داخل تابلو باشد.

۲-۱۵- کلیدهای جداکننده (ایزولاتورها)[2]

وسایلی که برای جداکردن قطعات متحرك از قطعات ثابت هادیهای فشارقوی، در حالت بدون بار، بکار می‌روند را کلیدهای جداکننده می‌نامیم.

1- Tripping Coils

2- Disconnectors (Isolators)

تمام کلیدهای جداکننده بایستی مطابق با IEC شماره ۱۲۹ (کلیدهای جداکننده جریان متناوب و کلیدهای زمین) باشند. البته بجز بند ۴۳ که باید با نکات زیر تعویض گردد:

به دلیل درنظرگرفتن ایمنی، کلیدهای جداکننده باید بگونه‌ای طرح گردند که هیچگونه جریان نشتی نتواند از یک طرف فاصله عایقی به طرف دیگر آن عبور کند.

ایمنی ذکر شده با حفاظت موثر از عایق در مقابل آلودگی، به‌هنگام سرویس و یا با زمین کردن جریانهای نشتی، برآورده می‌شود.

با توجه به بند ۴۵ از نشریه IEC شماره ۱۲۹ بایستی موقعیت عملکرد کلید جداکننده در یکی از حالات زیر به خوبی مشخص باشد:

- فاصله عایقی قابل دید باشد
- وضعیت قسمت خارج شونده (کشویی) نسبت به قسمت ثابت بطور واضح قابل دید باشد.
- وضعیت کلید جداکننده بوسیله یک نمایشگر قابل اعتماد، کاملا" مشخص گردد.

هر قسمت جداشدنی بایستی به نحوی به قسمت ثابت متصل باشد که کلید جداکننده بعلت نیروهای ناشی از کار وسیله و یا بعلت اتصال کوتاه، بطور غیرمنتظره باز نشود.

۲-۱۶- اینترلاکها

به دلایل ایمنی در کار و سهولت بهره‌برداری، بین قطعات مختلف تابلو، اینترلاك نصب می‌گردد. اقدامات زیر برای مدارات اصلی لازم‌الاجرا می‌باشد.

الف - تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی دارای قطعات جدا شدنی

خارج کردن و یا درگیر نمودن یک کلید، کلید قدرت[1] یا کنتاکتور نباید امکان پذیر باشد مگر اینکه وسیله کلیدزنی در حالت باز باشد.

1- Circuit Breaker

بجز وضعیت کار (اتصال)، قطع و یا جدا شده، آزمایش و یا در وضعیت زمین شده (تعاریف در بندهای ۲-۱-۱۶ تا ۲-۱-۲۰ آمده است) نباید کلید قدرت، کلید، یاکتاکتور قادر به کار باشد. بجز در مواقعی که وسیله کلیدزنی به مدارات کمکی متصل است، بستن کلیدقدرت و یا کنتاکتور بایستی غیرممکن باشد.

ب - تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی بدون وجود قطعات جداشدنی و دارای کلیدجداکننده

اینترلاکها برای جلوگیری از کار کردن کلیدهای جداکننده، تحت هر شرایطی بجز موارد ذکر شده در بند ۳ از نشریه IEC شماره ۱۲۹ بکار می‌روند. بجز در حالت بازبودن کنتاکتور، کلید و یا کلیدقدرت، عملکرد کلیدجداکننده (باز و بسته شدن) نباید ممکن باشد.

تعبیه و ساخت اینترلاکهای اضافی و یا متفاوت به توافق سازنده و بهره‌بردار بستگی دارد. و سازنده بایستی تمام اطلاعات لازم برای عملکرد و مشخصات اینترلاکها را در اختیار بهره‌بردار قرار دهد. توصیه می‌شود که کلیدهای زمین که دارای ظرفیت اتصال کوتاه کمتر از جریان اسمی ایستادگی پیک مدارات می‌باشند با کلیدهای جداکننده مربوطه اینترلاك شوند.

وسایلی که در مدارات اصلی نصب شده‌اند و عملکرد نادرست آنها، باعث ضرر و آسیب می‌شوند و یا برای حفظ فاصله عایقی به هنگام تعمیر و نگهداری مورداستفاده قرار می‌گیرند بایستی دارای سیستم قفل باشند.

۲-۱۷- زمین کردن[1]

یک هادی زمین درتمام طول تابلوی قدرت و فرمان، بایستی کشیده شده باشد. درشرایط اتصال‌کوتاه مشخص شده، چگالی جریان در هادی زمین از ۲۰۰ آمپر بر میلی‌مترمربع نباید تجاوز کند. (درصورتیکه هادی زمین‌از مس باشد) و همچنین سطح مقطع‌این هادی نبایستی‌از ۳۰ میلی‌مترمربع کمتر باشد و هادی زمین

1- Earthing

درانتها باید طوری بریده‌شود که دارای ترمینال مناسب برای‌اتصال به سیستم زمین تاسیسات باشد.

هر واحد از محفظه باید به هادی زمین متصل باشد. تمام قسمتهای فلزی که به مدارات اصلی و کمکی تعلق ندارند بایستی به هادی زمین متصل شوند.

سوار کردن چهارچوب تابلو، درب، پوششها، جداره‌ها و سایر قسمتهای یک واحد با پیچ و مهره و یا جوش برای تامین تداوم الکتریکی قابل قبول می‌باشد. دربهای خانه‌هایی که در آنها تجهیزات فشارقوی می‌باشد باید با وسایل مطمئن به اسکلت متصل شوند.

بخشهای فلزی اجزا خارج شونده که معمولا" زمین شده‌اند، باید بصورت زمین باقی بمانند تا شرایط تعریف شده برای فاصله عایقی مطابق بند ۲-۱۵ برآورده گردد. در ضمن این قسمتها بایستی در وضعیت قطع و تا هنگامیکه تمام مدارات کمکی قطع نشده‌اند به زمین متصل باشند (مثلا" در وضعیت آزمون).

با توجه به تنش‌های حرارتی و مکانیکی ناشی از جریانهایی که این هادیها حمل می‌کنند، باید از پیوستگی مدارات زمین اطمینان حاصل کرد.

در جاهائیکه اتصالات زمین بایستی جریان کامل اتصال کوتاه سه فاز را حمل کنند (برای مثال حالتی که کلیدهای زمین بکار می‌روند)، این اتصالات ابعاد مناسبی باید داشته باشند.

توجه : جریانی که بین هادی زمین و نقطه اتصال کوتاه سه‌فاز مدار زمین، توسط هادیها حمل می‌شود به مقدار قابل توجه‌ای به نقطه خنثی ایزوله شده و سیستمهای زمین بستگی داشته و این جریان متفاوت است و این موضوع ممکن است به توافق تولیدکننده و بهره‌بردار مربوط باشد.

هر قسمت از مدار اصلی که بتواند از بقیه قسمتها جدا گردد، بایستی امکان زمین شدن داشته باشد.

۲-۱۸- شینه‌ها :

شینه‌های فاز، در هر ستون، بایستی روی مقره‌های اتکایی از صمغ مصنوعی یا چینی متناسب با

ولتاژ تابلو نصب، و در صورت لزوم، برای عبور شینه در بین سلول‌ها از مقره عبوری استفاده شود. شینه اتصال زمین باید در طول تابلو امتداد یافته و به قسمتهای فلزی بدنه تابلو متصل شود. شینه نول بایستی روی مقره اتکایی از صمغ مصنوعی یا چینی مناسب نصب شده و از بدنه تابلو عایق گردد.

نقطه اتصال شینه‌ها به یکدیگر و کلیدها به شینه‌ها باید قبل از اتصال کاملا" تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره پوشیده شود و سپس بوسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنزی محکم شود تا حداکثر هدایت الکتریکی به وجود آمده و از گرم شدن آن جلوگیری شود.

اتصال کابل‌ها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها و غیره، باید به وسیله کابلشو انجام گیرد.

در مواردی که برای شینه‌کشی از شینه‌های گرد استفاده می‌شود، کلیه اتصالات باید از نوع شمش گرد باشد.

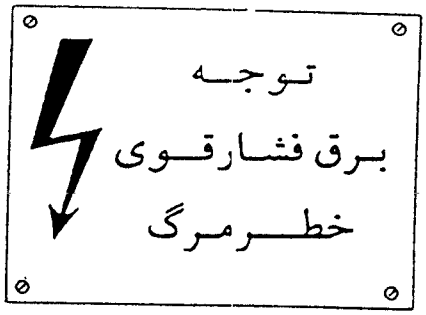
۲-۱۹- شناسایی

۲-۱۹-۱- کلیدها، وسایل اندازه‌گیری ، و غیره، که در تابلوها نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می‌شود، روی آن نوشته شود. به علاوه، اتصالات وسایل اندازه‌گیری و سیستمهای کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت گذاری شده، انجام گیرد.

کلیه سر سیمها در ابتدا و انتهای مسیر در داخل تابلو و همچنین سر کابلها، باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره گذاری شود.

۲-۱۹-۲- شماتیک تک خطی هر سلول تابلو فشارقوی باید با مشخص بودن نوع کلید، وسایل داخل آن در روی تابلو ترسیم شود.

علامت احتیاط به شکل زیر و به ابعاد ۲۰۰ × ۳۰۰ میلیمتر یا ۱۲۰ × ۲۰۰ میلیمتر به رنگ قرمز بر روی تابلو نصب شود.



۲-۱۹-۳- شینه‌ها، باید با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ آمیزی شود :

فاز اول، به رنگ قرمز

فاز دوم، به رنگ زرد

فاز سوم، به رنگ آبی

بر روی شینه‌های فاز اول، دوم و سوم به ترتیب حروف L_1، L_2، L_3 قید گردد.

طریقه استقرار شینه‌های فازهای اول و دوم و سوم در سطوح مختلف به قرار زیر خواهد بود :

الف - برای شینه‌کشیهای افقی واقع در سطح افقی تابلو :

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

ب - برای شینه کشیهای افقی واقع در سطح عمودی تابلو :

شینه بالا به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه پائین به رنگ آبی خواهد بود.

ج - برای شینه کشیهای عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت نگاه از جلو تابلو) :

شینه سمت چپ به رنگ‌قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه سمت راست به رنگ آبی خواهدبود.

د - برای شینه کشیهای عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت نگاه از جنب تابلو) :

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

۲-۱۹-۴- پلاك و لوحه‌ها

پلاك‌ها باید برای تمام تجهیزات، موتورها، سلولهای کنترل و وسایل بکار رفته در آن تهیه گردد

پلاك تابلوها و تجهیزات، بایستی از موادی تهیه گردد که از دوام آنها اطمینان داشته و نور را منعکس نکنند تا چشم خیره نشود.

پلاك‌های نصب شده باید زمینه سیاه رنگ داشته باشند که با حروف سفیدرنگ روی آن نوشته شده باشد.

پلاك‌ها بایستی بطور واضح و مختصر اطلاعات فنی را ارائه کنند.

پلاك‌های استفاده شده برای روی پانل ها، تابلوها، اتصالات و غیره باید دارای اندازه‌های استاندارد زیر باشند :

الف - پلاك برای فیوزها حدود ۴۰-۳۰ میلیمتر طول و ۲۰-۱۲ میلیمتر عرض و نوشته‌ای حدود ۶-۳ میلیمتر باشند و پهنای خط نیز تقریبا" یک میلیمتر باشد.

ب - پلاك برای رله‌ها، کنتاکتورها و وسایل مشابه، تقریبا" ۶۵ میلیمتر طول و ۲۰ میلیمتر عرض و نوشته آن مطابق بند فوق باشد.

پ - پلاك برای کلیدهای تغییر وضعیت و کنترل حدودا" ۳۰×۷۰ میلیمتر و نوشته‌ای به طول ۲۰ میلیمتر و پهنای خط ۱/۵ میلیمتر باشد.

ت - پلاك برای پانل ها، درهای سلولها، جعبه اتصالات و غیره، حدود ۱۲۵ میلیمتر طول و ۵۰ میلیمتر عرض بوده و حدود ۱۲ میلیمتر نوشته با پهنای خط ۱/۵ میلیمتر داشته باشد.

پلاك‌ها با پرچ‌های آلومینیوم محکم شود تا از زنگ زدن و فساد آنها جلوگیری گردد.

۲-۱۹-۵- رنگ آمیزی

کلیه قسمتهای تابلو بعد از ساخت، بایستی رنگ‌آمیزی شود. بدین منظور مراحل چهارگانه زیر، با

توجه به نوع محلی که تابلو در آن قرار می‌گیرد باید انجام شود.

الف - چربی گیری

ب - زنگ زدائی

پ - فسفاته کاری

ت - رنگ کاری

جزئیات بیشتر هر یک از چهار مرحله فوق در پیوست (ت) آمده است.

سازنده تابلو مختار است که هریک از روشهای مشروحه در ضمیمه(ت) را برای زیرسازی و رنگ آمیزی بکار برد. سازنده با توجه به منطقه‌ای که تابلودر آنجا نصب می‌شود باید نوع رنگ و ضخامت پوشش را انتخاب و بکار برد وبعد از رنگ‌آمیزی، آزمونهای ذکر شده در پیوست (ت) باید بر روی تابلو انجام شود، درصورت موفقیت‌آمیز بودن آزمونهای ذکر شده رنگ‌آمیزی تابلو، قابل قبول خواهد بود.

۲-۲۰- ابعاد

۲-۲۰-۱- حداکثر ابعاد تابلوهای فشارقوی تمام‌بسته قابل‌دسترسی ازجلو بدین صورت‌است :

	تابلوهای ۲۰کیلوولت	تابلوهای ۳۳کیلوولت
ارتفاع حداکثر(سانتیمتر)	۲۲۰	۲۲۵
عرض حداکثر(سانتیمتر)	۱۴۰	۱۶۰
عمق حداکثر(سانتیمتر)	۱۴۰	۱۶۰

۲-۲۰-۲- حداکثر ابعاد تابلوهای فشارقوی تمام بسته کشویی :

با توجه به تنوع تجهیزات و گوناگونی طرحها ابعاد این تابلوها حدودا" در محدوده تعیین شده زیر باید باشد.

	تابلوهای ۲۰کیلوولت	تابلوهای ۳۳کیلوولت
ارتفاع حداکثر(سانتیمتر)	تا۲۲۵	تا ۲۲۵
عرض حداکثر(سانتیمتر)	۱۱۰	۱۳۰
عمق حداکثر(سانتیمتر)	—	—

۲-۲۱- اطلاعات، لوحه ویژگیها[1]

۲-۲۱-۱- اطلاعاتی که باید توسط بهره‌بردار داده شود :

- نوع داخلی یا خارجی بودن و شرایط کاری (سرویس‌دهی)
- درجات حفاظتی
- دیاگرامهای مدار

۲-۲۱-۲- اطلاعاتی که باید توسط سازنده داده شود

- مقادیر اسمی و اطلاعات ساختاری
- دستورالعمل‌های بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری
- دستورات حمل و نقل (وزن و ابعاد جعبه‌ها)

1- Name Plates

- مقادیر اسمی تجهیزات استفاده شده در داخل تابلوهای قدرت و فرمان

۲-۲۱-۳- لوحه ویژگیها

اطلاعات زیر اجباری است :

الف - نام سازنده و یا علامت (آرم) مشخصه آن

ب - شماره سریال یا نوع علامت طراحی که توسط آن، تمام اطلاعات لازم را بتوان از سازنده دریافت نمود.

اطلاعات زیر نیز توصیه می‌شود (در جائیکه کاربرد دارد)

- ولتاژ اسمی
- جریانهای اسمی برای شینه‌ها و برای مدارها
- فرکانس اسمی
- سال ساخت

۲-۲۲- قسمت چهارم آزمونها

آزمونها شرح داده شده در این قسمت شامل آزمونهای نوعی و آزمونهای معمول (روتین) می‌باشد.

۲-۲۳- طبقه‌بندی آزمونها

۲-۲۳-۱- آزمونهای نوعی و تعیین تطابق‌ها

هدف از انجام آزمونهای نوعی، تایید مشخصه‌های طراحی است و این آزمونها بر روی نمونه‌ای از مجموعه یا زیر مجموعه‌ها انجام می‌گیرد.

بعلت تنوع انواع تابلوها، مقادیر اسمی و ترکیبات مختلف اجزاء، انجام آزمون نوعی بر روی انواع

ترکیبات تابلوهای قدرت و فرمان غیرعملی است. مشخصات هر ترکیب مخصوصی را می‌توان بوسیله اطلاعات آزمون ترکیبات مشابه بدست آورد.

این آزمونها و تائیدیه‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:

- آزمونهای ولتاژ ضربه‌ای (خشک) زیربندهای (۲-۲۴-۲-۱) و (۲-۲۴-۳)
- آزمونهای ولتاژ فرکانس صنعتی (خشک) زیربندهای (۲-۲۴-۲-۱) و (۲-۲۴-۴)

آزمونهای افزایش دما (بند ۲-۲۵)

- آزمونهای جریان کوتاه‌مدت روی مدارهای اصلی (بند ۲-۲۶)
- آزمونهای جریان کوتاه مدت روی مدارهای زمین (بند ۲-۲۷)
- تعیین تطابق با ظرفیت قطع و وصل (بند ۲-۲۸)
- آزمونهای عملکرد مکانیکی (بند ۲-۲۹)
- تعیین تطابق درجات حفاظت افراد درمقابل آسیب‌های ناشی

ازنزدیک شدن به قسمتهای برقدار و قسمتهای متحرك (بند ۲-۳۰-۱)

- آزمونهای مقاوم‌بودن درمقابل‌شرایط جوی وآب وهوا

(درموردتابلوهای قدرت وفرمان‌استفاده‌شده درخارج‌ساختمان) (بند ۲-۳۰-۲)

۲-۲۳-۲- آزمونهای معمول (روتین) و تعیین تطابق‌ها

هدف از انجام این آزمونها، شناسایی معایب احتمالی مواد مصرفی و معایب ساخت تابلو می‌باشد. این آزمونها بایستی بر روی همه مجموعه‌های قابل حمل، انجام شده و در صورت امکان بهتر است که در کارخانه سازنده انجام شود.

این آزمونها و تعیین تطابق‌ها شامل موارد زیر می‌باشد.

- آزمونهای ولتاژ فرکانس صنعتی (خشک) (بند ۲-۲۴-۲۲ و ۲-۲۴-۴)

- آزمونهای ولتاژ روی مدارات کمکی (بند ۲-۲۴-۵)

- آزمونهای عملکرد مکانیکی (بند ۲-۲۹)

- آزمونهای وسایل کمکی الکتریکی، هیدرولیکی و پنوماتیکی (بند ۲-۳۱)

- تعیین تطابق سیم‌کشی با نقشه‌های موجود (بند ۲-۳۲)

۲-۲۴- آزمونهای ولتاژ

۲-۲۴-۱- شرایط هوای محیط در طول آزمونها

هنگامیکه قسمتهایی از عایق تابلوهای کنترل و فرمان را هوا تشکیل می‌دهد، آزمونهای ولتاژ بایستی در شرایطی انجام شود که تا حد ممکن به شرایط جوی معرفی شده در نشریه IEC شماره ۶۰ (تکنیکهای آزمون فشار قوی) نزدیک باشد. به هنگامیکه شرایط جوی آزمون با مقادیر مشخص شده در نشریه IEC شماره ۶۰ اختلاف دارد، احتمال بوجود آمدن قوس الکتریکی در هوا وجود دارد و باید ولتاژ مشخص شده برای آزمون را توسط ضرایب تصحیح داده شده در نشریه IEC شماره ۶۰ کاهش داد. (شرایط استاندارد اتمسفری و ضرایب تصحیح در پیوست (ب) طبق نشریه IEC شماره ۶۰ آورده شده است).

۲-۲۴-۲- کاربرد و مقادیر ولتاژهای آزمون

۲-۲۴-۲-۱- آزمونهای نوعی

بعلت تنوع زیاد طرحها، مشخص کردن اطلاعات لازمه خاص آزمونها که باید روی مدار اصلی صورت گیرد، عملی نیست. اما در اصول باید شامل موارد زیر باشد.

۲-۲۴-۲-۱-۱- به زمین و بین فازها

هر قسمت هادی از مدار اصلی، بایستی نسبت به چهارچوب زمین شده با ولتاژهای نشان داده شده

در ستونهای ۲ و ۴ جدول (۲-۲) مورد آزمایش قرار گیرند.

برای آزمایش دریچه‌های حفاظتی و جداره‌ها از مواد عایقی (بند ۲-۱۴-۲-۲) بایستی سمتی که قابل دسترسی هستند پوشیده شوند، این پوشش در بدترین شرایط آزمون، یک ورقه فلزی مربع یا دایره‌ای شکل است که سطح آن تا حد ممکن بزرگ بوده و کمتر از ۱۰ سانتیمتر مربع می‌باشد که این ورقه زمین شده است. در مواردی که در شناخت بدترین وضعیت تردید وجود دارد آزمون برای محلهای مختلف تکرار خواهد شد.

در تمام آزمونها، شرایط باید بگونه‌ای باشد که همه وسایل کلیدزنی بسته بوده و تمام قطعات جداشدنی در حالت کار باشند. باید توجه شود که در حالتیکه وسایل کلیدزنی باز بوده یا قطعات جداشدنی در وضعیتهای قطع جدا شده و یا در وضعیت زمین باشند نتایج واقعی نخواهد بود و آزمون باید تکرار گردد.

هنگامیکه تابلوی قدرت یا فرمان، شامل دریچه‌های حفاظتی از مواد عایق، می‌باشند و در حالیکه قطعات جدا شدنی در وضعیت جدا شده می‌باشند، دریچه‌های حفاظتی با ورقه مشخص شده زمین شده، و آزمایش بیشتری روی آنها باید صورت گیرد.

وقتیکه تابلوهای قدرت یا فرمان، شامل جداره‌های عایق می‌باشند، ترتیب آزمون و کاربرد ورقه زمین شده، برپایه نیازدسترسی به تابلو برای تعمیرات و نگهداری و کار می‌باشد.

۲-۲۴-۲-۱-۲- فاصله عایقی

هر فاصله عایقی از مدار اصلی باید با ولتاژ نشان داده شده در ستونهای ۳ و۶ جدول (۲-۲) تحت آزمایش قرار گیرد.

فاصله عایقی ممکن است فاصله دو قسمت از مدار اصلی باشد که توسط وسیله کلیدزنی خارج‌شونده، به هم متصل شود.

در هر وضعیت قطع که جداره یا دریچه حفاظتی فلزی زمین شده، بین جزء ثابت و جزء خارج‌شونده وجود ندارد، ولتاژ مشخص شده فوق بدین صورت بکار می‌رود.

الف - اگر مدار اصلی جزء خارج شونده در دسترس باشد :

- بین کنتاکتهای ثابت و متحرك که با هم درگیر می‌شوند.

ب - اگر مدار اصلی جزء خارج شونده در دسترس نباشد :

- بین کنتاکت ثابت روی یک طرف و کنتاکت ثابت طرف دیگر وسیله کلیدزنی خارج شونده، که در وضعیت بسته قرار دارد.

۲-۲۴-۲-۱-۳- آزمون تکمیلی با جداره‌ها یا دریچه‌های حفاظتی از مواد عایق

برای کنترل قسمت (پ) بند ۲-۱۴-۲-۲، عایق بین هادیهای برقدار مدار اصلی و جداره، دریچه حفاظتی که از مواد عایقی ساخته شده‌اند، باید تحت آزمون ولتاژ فرکانس صنعتی به مقدار ۱۵۰ درصد ولتاژ نامی، برای مدت یک دقیقه قرار گیرند (بعد از پوشاندن سطح دریچه‌های حفاظتی یا جداره‌ای که در مقابل هادیها قرار گرفته‌اند با ورقه فلزی زمین شده).

۲-۲۴-۲-۲- آزمون معمول (روتین)

از آنجایی که تابلوی قدرت و فرمان از اجزاء مختلفی تشکیل شده است که بطور مجزا تحت آزمونهای معمول قرار گرفته‌اند، و این آزمونها مطابق مشخصه‌های مربوطه انجام شده است، لذا آزمونهای معمول ذکر شده در این قسمت محدود به آزمایش کردن اتصالات، می‌باشد.

چنین آزمونی را می‌توان با ولتاژ فرکانس صنعتی و با ولتاژ مشخص شده در ستون ۵ جدول (۲-۲) انجام داد. ولیکن این آزمون، به کاربرد ولتاژ بر روی فاز مدار اصلی و زمین کردن هادیهای دیگر محدود می‌شود (با بسته بودن کلیدها و وسایل کلیدزنی).

۲-۲۴-۳- آزمون ولتاژ ضربه‌ای (خشک)

تابلوهای قدرت و ولتاژ بایستی مطابق بخش ششم نشریه IEC شماره ۶۰ تحت آزمون ولتاژ ضربه‌ای با موج ضربه ۵۰-۱/۲ قرار گیرند وسایل حفاظتی اضافه ولتاژ باید قطع یا خارج شده باشند. ثانویه ترانسفورماتورهای جریان، ممکن است اتصال کوتاه شده و باید زمین شود.

در طول آزمون، چهارچوب تابلوی قدرت و فرمان، باید به ترمینال زمین شده ژنراتور مدار موج ضربه متصل شود (بجز آزمون بند ۲-۲۴-۲-۱-۲).

تابلوهای قدرت و فرمان بایستی با ولتاژهای دارای پلاریته مثبت و منفی آزمایش گردند.

در طول آزمون، پنج موج ضربه پیاپی بکار می‌رود، اگر قوس الکتریکی و یا گسیختگی مشاهده نشود، تابلو قدرت و فرمان آزمون را پشت سرگذاشته است. اگر دو یا بیشتر قوس الکتریکی مشاهده گردید، تابلو قدرت و فرمان آزمون را نگذرانده است. اگر فقط یک قوس ظاهر شود ده موج ضربه دیگر بکار می‌رود، اگر در اثر این ضربه‌های اضافی قوس یا گسیختگی مشاهده نشود، تابلو قدرت و فرمان بطور موفقیت‌آمیز آزمون را گذرانده است.

۲-۲۴-۴- آزمون ولتاژ فرکانس صنعتی (خشک)

تابلوهای قدرت و فرمان، بایستی برای مدت یک دقیقه تحت آزمون ولتاژ فرکانس صنعتی (خشک) که در زیر تشریح شده است قرار گیرند. ترانسفورماتورهای قدرت و ولتاژ را می‌توان با نمونه‌ای مشابه جایگزین نمود که ترکیب میدان، اتصالات فشارقوی را دوباره تشکیل دهند. وسایل حفاظتی اضافه ولتاژ می‌تواند قطع و یا جدا شده باشند.

ولتاژآزمون، بایستی تقریبا"دارای شکل سینوسی بوده‌و مقدارپیک آن ۲ برابر مقدار مشخص شده در بند ۲-۶ باشد و فرکانس آن بین ۲۰ تا ۷۰ هرتز بوده و مطابق نشریه IEC شماره ۶۰ اندازه‌گیری شود (بند ۵-۲-۳).

منبع آزمایش (ترانسفورماتور با وسیله تنظیم ولتاژ) باید حداقل جریان اتصال کوتاه ۰/۲ آمپر داشته باشد. دامنه جریان را تا حدود یک دهم مقدار ولتاژ مشخص شده می‌توان تطبیق کرد.

در طول آزمون، یکی از ترمینالهای ترانسفورماتور آزمون، باید به زمین و به چهارچوب تابلوی قدرت و فرمان متصل باشد. البته بجز در طول آزمایش بند (۲-۲۴-۲-۱-۲). نقطه وسط منبع ولتاژ باید به زمین و به چهارچوب تابلو متصل باشد تا ولتاژی که بین هر قسمت برقدار و چهارچوب ایجاد می‌شود از مقادیر مشخص شده در بند فرعی ۲-۲۴-۲-۱-۱ و بیشتر نشود.

اگر این کار عملی نباشد با توافق سازنده، یک ترمینال از ترانسفورماتور آزمون به زمین وصل شده و چهارچوب تابلو در صورت نیاز از زمین عایق گردد.

ولتاژ آزمون باید سریعا" تا ۷۵ درصد مقدار مشخص شده زیاد شود، و سپس با نرخ ۲ درصد ولتاژ نهایی بر ثانیه، مقدار آن افزایش داده می‌شود. (مطابق نشریه IEC شماره ۶۰). ولتاژ آزمون مشخص شده برای مدت یک دقیقه اعمال می‌گردد و اگر قوس الکتریکی و یا گسیختگی مشاهده گردید تابلوی قدرت و فرمان، آزمون را با موفقیت پشت سر نگذاشته است.

۲-۲۴-۵- آزمونهای ولتاژ بر روی مدارهای کمکی

تمام مدارهای کمکی، باید به مدت یک دقیقه تحت آزمونهای ولتاژ اسمی فرکانس صنعتی قرار گیرند. این ولتاژ بین تمام قسمتهای برقدار مدارهای کمکی و محفظه تابلو، اعمال می‌شود. برای تسریع و سهولت در آزمایش، می‌توان قسمتهای برقدار مدارات کمکی را به یکدیگر متصل نمود.

برای مدارهای کمکی مقدار موثر ولتاژ آزمون، باید دو برابر ولتاژ نامی آنها به اضافه ۱۰۰۰ ولت و حداقل ۱۵۰۰ ولت باشد. برای مدارهایی که به ثانویه ترانسفورماتورهای جریان متصل شده‌اند باید ولتاژ آزمون ۲۰۰۰ ولت باشد.

اگر گسیختگی یا قوس مشاهده شود، تابلوی قدرت و فرمان آزمون را نگذرانده است.

ثانویه ترانسفورماتورهای جریان بایستی اتصال کوتاه شده و از زمین جدا شده باشند، ثانویه ترانسفوراتور ولتاژ باید قطع شده باشد.

۲-۲۵- آزمون افزایش دما

۲-۲۵-۱- ترکیب آزمون

آزمون افزایش دما، روی یک مجموعه و یا زیر مجموعه کامل جدید، با اجزا کنتاکت تمیز انجام می‌گیرد. در جائیکه در طراحی، اجزاء مختلف با ترکیبات متنوع استفاده شده است آزمون باید در بدترین شرایط حاکم صورت گیرد.

مجموعه و یا زیرمجموعه باید تقریبا" شرایط زمان کار و سرویس‌دهی را داشته باشند. و تمام محفظه‌های عادی درهرقسمت را شامل شده و در مقابل اثرات‌گرمایی وسرمایی خارجی، محافظت شود.

اتصالات موقت باید به نحوی باشند که به وسیله تحت آزمون گرمایی منتقل نکند و یا گرمایی از آن نگیرد، در صورت مشکوك بودن، بایستی افزایش دما در ترمینالها و اتصالات موقت در فاصله یک متری از ترمینالها، اندازه‌گیری شود. اختلاف دما نباید از ۵ درجه سانتیگراد تجاوز کند.

آزمونها باید با تعداد فازها و مقدار جریان اسمی معمول که از یک انتهای شین به ترمینالها جریان دارد انجام شود. فرکانس جریان به مقدار اسمی بوده و با روا داری ۵ درصد باشد.

هر آزمون، باید برای مدت زمان مناسبی انجام شود تا دما به مقدار ثابتی برسد (در عمل این شرایط هنگامی بدست می‌آید که تغییر دما در ساعت از یک درجه سانتیگراد بیشتر نباشد). برای کوتاه نمودن زمان آزمون می‌توان مدار را ابتدا با زیاد کردن جریان گرم نمود.

در هنگامیکه زیرمجموعه‌ای بطورجداگانه آزمون می‌شود، تمام زیر مجموعه‌های مجاور، بایستی شرایط کاری خود را داشته باشند و باید جریانهایی که در زمان سرویس‌دهی ازآنها عبور می‌کند، از آنها بگذرد. می‌توان با شبیه‌سازی حالت سرویس‌دهی (مانند استفاده ازهیترها و یا عایق حرارتی) آزمون را

انجام‌داد.

برای قطعات مختلف، افزایش دما با دمای محیط مقایسه می‌شود. این مقادیر نباید از مقادیر مشخص شده در مشخصه‌های مربوطه بیشتر باشد. در غیراین صورت مجموعه یا زیرمجموعه آزمون را با موفقیت پشت سر گذاشته است.

۲-۲۵-۲- اندازه‌گیری دما

دمای اجزاء مختلف را می‌توان با قرار دادن ترمومترها و یا ترموکوپلهای مناسب در داغترین نقاط قابل دسترس، اندازه‌گیری نمود. دمای اجزاء مختلف باید طبق مشخصات مربوط به آنها اندازه‌گیری شود. برای اندازه‌گیری توسط ترمومتر یا ترموکوپلها، اقدامات اولیه زیر بایستی صورت گیرد :

الف : ترموکوپلها یا شیشه‌های ترموترها باید بطور مناسبی در مقابل سرمای خارجی محافظت شوند. سطح حفاظت شده باید در مقایسه با سطح خنک شونده وسیله تحت آزمون، قابل چشم‌پوشی باشد.

ب : هدایت حرارتی خوبی باید بین ترمومتر یا ترموکوپل و سطح قسمت تحت آزمون برقرار باشد.

۲-۲۵-۳- دمای هوای محیط

دمای هوای محیط، متوسط دمای هوای خارج محفظه می‌باشد و مقدار آن در آخرین ربع زمانی آزمون، به ترتیب زیر بدست می‌آید :

سه عدد ترمومتر یا ترموکوپل در فاصله‌های مساوی از تابلو و در ارتفاع حدود متوسط هادی مدار اصلی و در فاصله یک متری از تابلو، نصب می‌شوند. این ترمومترها یا ترموکوپل‌ها در مقابل جریانهای هوا و تشعشعات گرمایی حفاظت شده‌اند. برای دوری از خطای ناشی از تغییرات سریع دما می‌توان ترمومترها را در قوطی‌های پر از روغن، که حاوی حدود نیم لیتر روغن می‌باشد قرار داد متوسط دمای خوانده شده دمای محیط را نشان می‌دهد.

در زمان آخرین ربع زمانی آزمون، تغییر دمای هوای محیط نبایستی از یک درجه در ساعت تجاوز نماید، اگر این کار بخاطر شرایط نامناسب دما در اتاق آزمون، عملی نباشد می‌توان از دمای یک تابلوی قدرت و فرمان مشابه، تحت شرایط هوای محیط و بدون وجود جریان هوای محیط، استفاده نمود. این تابلوی اضافی نبایستی تحت تاثیر تشعشعات حرارتی ناخواسته قرار گیرد.

۲-۲۶- آزمونهای جریان کوتاه مدت بر روی مدار اصلی

مدارهای اصلی تابلو قدرت و فرمان باید مورد آزمایش قرار گیرند تا قدرت تحمل آنها در برابر جریان اسمی کوتاه مدت و جریان ایستادگی پیک در شرایط نصب و بهره‌برداری مورد تائید قرار گیرد.

در واقع شرایط آزمون باید به نحوی باشد که تمام قسمتهایی که مدار اصلی و یا جریان اتصال کوتاه را مورد تاثیر قرار می‌دهند درنظر گرفته شده باشند.

در زمان این آزمونها لازم است که اطمینان حاصل شود که هیچگونه وسیله حفاظتی عمل نمی‌کند. به استثناء وسیله حفاظتی که برای محدود کردن جریان اتصال کوتاه بکار می‌رود. اگر از فیوز استفاده شده باشد باید دارای رابط فیوز بوده که حداکثر جریان نامی مشخص شده را داشته باشد.

بعد از آزمایش در عملکرد اجزاء و هادیهای تابلو هیچگونه تغییر شکل و خرابی نباید مشاهده گردد به نحوی که در کار آنها تاثیرگذار باشد.

۲-۲۷- آزمونهای جریان کوتاه مدت روی مدارات زمین

مدارات زمین تابلوهای قدرت و فرمان باید مورد آزمون قرار گیرند تا قدرت تحمل آنها نسبت به جریان اسمی ایستادگی کوتاه‌مدت، در شرایط نصب و بهره‌برداری مورد تائید قرار گیرد. و شرایط آزمون باید به نحوی باشد که قسمتهایی که جریان اتصال کوتاه را مورد تاثیر قرار می‌دهند درنظر گرفته شود. هنگامیکه قطعات جداشدنی وجود داشته باشد، بایستی بین‌اتصال زمین اسکلت این وسیله، و ترمینال زمین متصل به

سیستم زمین جریان‌جاری شود. هر اتصالی بین دو جزء جدا شدنی اگر وجود داشته باشد باید آزمایش شود. در طول مدت‌آزمون اختلاف ولتاژ بین دوسر مدار نبایستی از یک مقدار مشخص شده تجاوز نماید.

بعد از آزمون نباید هیچگونه قطعی در مدارات زمین وجود داشته باشد.

۲-۲۸- تعیین مطابقت ظرفیتهای قطع و وصل

وسایل کلید زنی که مدار اصلی تابلو قدرت و فرمان را تشکیل می‌دهند، باید مورد آزمون قرار گیرند تا ظرفیتهای قطع و وصل آنها تحت شرایط مناسب نصب و بهره‌برداری، مطابق مشخصات آنها مورد تائید قرار گیرد. در واقع بایستی اثرات اجزاء دیگر نصب شده در تابلو بر روی کارایی آنها مشخص شود (برای مثال، اثر ترتیب اتصالات، نگهدارنده‌ها و . . .)

توجه : برای تعیین اینکه اثرات قسمتهای در ارتباط، بر روی کارایی مشخص‌شود باید توجه خاصی به نیروهای مکانیکی درحین اتصال کوتاه و یاخروج محصولات ناشی از قوس الکتریکی و یا شکست احتمالی دی‌الکتریک و غیره‌بشود. در بعضی از موارد، این اثرات ممکن است بکلی قابل اغماض باشد.

۲-۲۹- آزمونهای عملکرد مکانیکی

وسایل کلیدزنی، اجزاء جدا شدنی و خارج شونده باید مورد آزمایش قرار گیرند تا کارکرد آنها و نیز اینترلاکهای مکانیکی مربوطه مورد تائید قرار گیرند. این عملکرد برای آزمون نوعی حدود ۵۰ مرتبه و برای آزمون معمول حدود ۵ مرتبه انجام می‌شود. در طول آزمایش هیچ تنظیمی نباید برای وسایل کلیدزنی یا اینترلاکها صورت گیرد.

اگر وسایل کلیدزنی یا اینترلاکها درشرایط کاری خود باشندآزمونهاهنگامی موفقیت‌آمیز خواهد بود

که اگر برای عملکرد آنها نیرویی یااقدامی لازم است، قبل و بعد ازآزمون در وضعیت آن تغییری رخ‌ندهد.

۲-۳۰- تعیین مطابقت درجات حفاظتی

۲-۳۰-۱- درجات حفاظت افراد دربرابر خطرات ناشی‌از نزدیک‌شدن به قسمتهای برقدار ویا قسمتهای متحرك.

با توجه به جدول (۲-۴) باید تائید گردد که وسایل مشخص شده برای آزمون، با اجراء متحرك داخل محفظه تماسی نمی‌توانند حاصل کنند و همچنین ابزار آزمون نمی‌توانند سطح عایقی مدار اصلی را، از مقدار مشخص شده کمتر کنند.

در حالت IPH6 هیچ شکافی نباید در محفظه خارجی وجود داشته باشد. آزمون فقط هنگامی انجام می‌شود که نسبت به درجه حفاظتی آن مشکوك باشیم.

جدول (۲-۴)

اعداد مشخصه	ابزار آزمون
IPX2	آزمون استاندارد انگشت فلزی
IPX3	آزمون بوسیله سیم مستقیم فولادی به قطر ۲/۵ میلیمتر
IPX6	هیچ

هنگامیکه در تابلوی قدرت و فرمان از دریچه‌های حفاظتی یا جداره‌ها از مواد عایق، استفاده شده باشد با توجه به بند ۲-۱۴-۲-۲ قسمت (ت)، آزمونهای زیر باید انجام شود. با نظر سازنده، مدار اصلی به یک منبع ولتاژ سه فاز (فرکانس صنعتی) برابر ولتاژ اسمی تابلو وصل شود و اجزاء برقدار مدار اصلی به یکدیگر متصل شوند، آزمون ممکن است روی زیرمجموعه‌ها نیز انجام شود. یک ورقه فلزی در موقعیت نامساعدی بر روی سطح قابل دسترسی عایق، که ایمنی در مقابل تماس با قسمتهای برقدار را فراهم می‌کند

قرار داده شود. در جائیکه نسبت به موقعیت نامساعد، تردید وجود دارد، آزمون برای چندین موقعیت مختلف تکرار می‌شود. ورقه فلزی باید بصورت مربع شکل یا دایره‌ای باشد و دارای سطح بزرگی که کمتر از ۱۰۰ سانتیمتر مربع است باشد، بدنه فلزی محفظه و چهارچوب تابلو باید زمین گردد.

اگر بر روی سطوح عایقی مسیر مداومی توسط فاصله‌های کوچک از گاز یا مایع وجود داشته باشد، این فواصل از نظر الکتریکی اتصال کوتاه هستند.

اگر این شکافها برای اجتناب از عبور جریانهای نشتی از اجزاء برقدار قطعات قابل دسترس جداره‌ها، دریچه‌های حفاظتی عایقی، ایجاد شده باشند باید در مقابل ولتاژ ذکر شده در ستون ۲ و ۴ جدول (۲-۲) قدرت ایستادگی داشته باشند.

جریان عبور کرده از ورقه فلزی به زمین، در بدترین حالت موقعیت ورقه برای آزمون، بایستی اندازه‌گیری شود.

برای آزمونهای سه‌فاز، سه آزمایش با فازهای مختلف منبع تغذیه که بطور متوالی زمین می‌شوند انجام می‌گیرد. در مورد آزمونهای تک فاز، یک آزمایش کفایت می‌کند.

جریانها باید در حالیکه عایق خشک و تمیز است و در شرایطی که رطوبتی بر سطوح آن نمی‌باشد اندازه‌گیری شود.

۲-۳۰-۲- آزمون شرایط جوی

آزمون شرایط جوی با توافق سازنده و بهره‌بردار باید انجام شود. استفاده از این روش در پیوست ب آمده است. این روش اثرات برق و باد را درنظر می‌گیرد.

۲-۳۱- آزمونهای وسایل کمکی الکتریکی، مکانیکی

اینترلاکهای الکتریکی و یا سایر اینترلاکها که به‌همراه وسایل کنترل، دارای ترتیب عملکرد مشخصی

هستند باید مورد آزمایش قرار گیرند. این آزمایش در شرایط نصب و بهره‌برداری و در نامناسب‌ترین مقادیر تغذیه کننده‌ها، ۵ بار بطور پی‌درپی انجام می‌شود. منبع تغذیه ممکن است بین ۸۵ درصد تا ۱۱۰ درصد مقدار نامی خود تغییر کند، در طول آزمون هیچ تنظیمی نباید صورت گیرد.

آزمونها در صورتی رضایتبخش خواهند بود که وسایل کمکی عملکرد مناسب خود را داشته باشند و نیروی لازم برای عملکرد آنها قبل و بعد از آزمون مشابه بوده و تغییری نکرده باشد.

۲-۳۲- کنترل کردن سیم‌بندی

سیم‌کشی باید مطابق دیاگرامهای سیم‌کشی و نیازمندیهای از قبل تعیین شده، بوده و تائید شوند.

فصل سوم

استاندارد تابلوهای قدرت و فرمان فشارضعیف

کلیه تابلوهای فشار ضعیف توزیع، بایستی مطابق با مشخصات مندرج در جدیدترین اصلاحیه‌های موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شماره‌های ۱۹۲۸ و ۱۹۲۹ باشند. در این فصل نکات قابل توجه‌ای که در استانداردهای مذکور نیامده، بطور مختصر بیان شده است که مکمل نشریات فوق می‌باشد.

۳-۱- تعاریف

۳-۱-۱- تابلو تمام بسته

عبارتست از مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن، جز سطح نصب که ممکن است باز باشد، به نحوی بسته باشد که حداقل درجه حفاظت IP۲۰ تامین شود.

۳-۱-۲- تابلو تمام بسته ایستاده

منظور تابلویی که دسترسی برای فرمان، تعویض فیوز و لوازم، اتصال سر کابل و سیم، و غیره کلا" از طرف جلو تابلو امکان‌پذیر باشد و شامل یک یا چند سلول می‌باشد.

۳-۱-۲-۲- تابلو ایستاده دسترسی از پشت

عبارتست از تابلویی که وسایل اندازه‌گیری در جلو تابلو قرار گرفته و فرمانها نیز از سمت جلو تابلو انجام می‌شود، ولی دسترسی برای تعویض وسایل، اتصال کابلها و سیمها و مانند آن، از پشت تابلو امکان‌پذیر است و شامل یک یا چند سلول می‌باشد.

۳-۲- مشخصات فنی ساخت

۳-۲-۱- اسکلت و پوشش

این تابلوها با اسکلت نگهدار از آهن به فرم نبشی، ناودانی و سپری، و پوشش آن از ورقه‌های فلزی

با ضخامت حداقل ۲ میلیمتر یا بیشتر، ساخته شود. ساختمان این تابلوها بایستی بصورتی باشد که تابلو به سهولت از طرفین قابل توسعه باشد، و به همین جهت، پوششهای جانبی باید به وسیله پیچ و مهره‌های کرومه به اسکلت اصلی متصل گردد.

در تابلوهای قابل دسترسی از جلو، باید با بازکردن درب محافظ جلو تابلو، یا برداشتن صفحه محافظ جلو آن، دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخلی تابلو، بدون تداخل با کار قسمتهای مختلف امکان‌پذیر باشد، ولی در تابلوهای قابل دسترسی از پشت، این امکان باید با بازکردن درب، پشت تابلو، حاصل شود.

سلول مربوط به روشنایی معابر در تابلوهای فشارضعیف می‌باید بصورت مستقل و قابل باز کردن از باقی سلولها درنظر گرفته شود و اتصال آن به سایر سلولها از طریق اتصال شینه‌های مسی، انجام گیرد. قطع و وصل کنتاکتور مدار اصلی روشنایی معابر، توسط یک فتوسل صورت گیرد. این فتوسل در محل مناسبی روی دیوار بیرونی و با محافظ توری روی آن پست نصب شود.

در جای مناسب روی تابلو بایستی قلاب فلزی نصب شود تا در موقع حمل تابلو از این قلابها استفاده گردد.

۳-۲-۲- رنگ آمیزی

با توجه به نوع شرایط آب و هوایی در محل نصب تابلو، این تابلوها باید، چربیگیری، زنگ زدائی، فسفاته کاری و رنگ آمیزی شوند که هر یک از این اعمال بطور مشروح در پیوست (ت) آمده است. سازنده تابلو با توجه به منطقه‌ای که تابلو در آنجا نصب می‌شود، باید نوع رنگ و ضخامت پوشش را انتخاب، و بکار برد. بعد از رنگ آمیزی، آزمونهای ذکر شده در پیوست (ت) بر روی تابلو انجام می‌شود، درصورت موفقیت‌آمیز بودن این آزمونها، رنگ‌آمیزی تابلو، قابل قبول خواهد بود.

۳-۲-۳- شینه‌ها

شینه خنثی و اتصال زمین، باید برای سرتاسر طول تابلو پیش‌بینی شود. شینه‌های فازها و خنثی باید روی مقره‌های اتکایی چینی یا صمغ مصنوعی نصب شود، و شینه اتصال زمین باید به بدنه تابلو متصل گردد. شینه نول بایستی روی مقره اتکایی از صمغ مصنوعی یاچینی مناسب نصب شده و از بدنه تابلو عایق گردد.

نقطه اتصال شینه‌ها به یکدیگر و کلیدهابه شینه‌ها باید قبل از اتصال کاملا" تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده شده و سپس به وسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنزی محکم شده تا حداکثر هدایت الکتریکی بوجود آمده و از گرم شدن آن، جلوگیری شود. اتصال کابلها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها و غیره باید به وسیله کابلشو انجام گیرد و در شینه‌های گرد، بابستهای مخصوص شینه گرد به هم متصل شود تا حداکثر هدایت الکتریکی در محل اتصال بوجود آمده از گرم شدن جلوگیری شود.

۳-۲-۴- نحوه بکارگیری تجهیزات داخلی

لوازم داخل تابلو از قبیل، کلید، کنتاکتور، وسایل اندازه‌گیری، فیوز، رله، واحد اعلام خطر و غیره، باید به نحوی نصب شود که از نظر تعمیر و نگهداری و یا تعویض، هر یک از آنها به سهولت در دسترس باشند. وسایل اندازه‌گیری، چراغهای سیگنال و اعلام‌خطر، در صورتیکه روی قسمت متحرك یاقابل برداشت تابلو نصب شده باشد، باید کلیه سیم‌کشی‌های مربوط به آنها با کابل یا سیم قابل‌انعطاف انجام شود.

۳-۲-۵- شناسایی

کلیه وسایل اندازه‌گیری و غیره که در تابلوها نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می‌شود، روی آن نوشته شود. به علاوه، اتصالات وسایل اندازه‌گیری و سیستم‌های کنترل، و خطوط خارجی باید روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری شده انجام گیرد.

کلیه سرسیمها، در ابتدا و انتهای داخل تابلو و همچنین کابلها، باید به منظور راهنمایی در تعمیرات

بعدی، طبق نقشه مربوط شماره‌گذاری شود.

شینه‌ها مطابق با بند ۲-۱۹-۳ رنگ‌آمیزی شود.

پلاك و لوحه‌ها برای تجهیزات و لوازم مطابق بند ۲-۱۹-۴ صورت گیرد.

نمای تک خطی هر سلول باتوجه به وسایل داخلی آن باید بر روی تابلو ترسیم گردد.

۳-۲-۶- ابعاد تابلو

حداکثر ابعاد تابلوهای فشارضعیف ایستاده قابل دسترسی ازجلو و قابل دسترسی از پشت به قرار زیراست:

تابلو قابل دسترسی از جلو

ارتفاع : ۲۲۰ سانتیمتر عرض : ۹۰ سانتیمتر عمق : ۶۰ سانتیمتر

تابلو قابل دسترسی از پشت

ارتفاع : ۲۲۰سانتیمتر عرض : ۹۰ سانتیمتر عمق : ۸۰ سانتیمتر

۳-۳- تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب درمحوطه باز

۳-۳-۱- این گونه تابلوها باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن گالوانیزه به فرم نبشی، ناودانی، و سپری و پوشش آن از ورقهای آهن گالوانیزه با ضخامت حداقل ۲ میلیمتر یا بیشتر ساخته شود و به نحو مطلوب رنگ آمیزی شود (به پیوست (ت) مراجعه شود).

بدنه این نوع تابلوها باید به نحوی ساخته شود که کلیه جوانب آن کاملا" مسدود بوده و فقط از طرف جلو قابل دسترسی باشد.

سقف بیرونی این نوع تابلو باید دارای شیب دوطرفه با لبه‌های برگردان به طرف داخل باشد و حداقل پنج سانتیمتر از هر چهار طرف بزرگتر از ابعاد سقف تابلو باشد.

ساختمان تابلو باید طوری باشد که دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخلی تابلو برای فرمان، تعمیر، تعویض، بدون تداخل با کار قسمتهای دیگر امکان‌پذیر باشد.

درب تابلو باید مجهز به لاستیک آب‌بندی باشد.

این گونه تابلوها باید از نظر ایمنی مجهز به قفل مخصوص باشد و درب آن به وسیله کلید یا آچار مخصوص باز و بسته شود.

۳-۳-۲- این تابلوها بر روی سکوهایی به ارتفاع ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر بالاتر از کف نصب می‌شوند که شرح آن دربند ۱-۲ جلد سوم استاندارد تابلوهای توزیع تحت عنوان نصب و نگهداری تابلوها آمده است.

۳-۳-۳- ابعاد تابلو

ابعاد تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز به قرار زیراست :

ارتفاع	:	۱۲۰ سانتیمتر
عرض	:	برحسب نیاز
عمق	:	۴۰ سانتیمتر

پیوست (الف)

استاندارد مقادیر اسمی جریان مطابق نشریه IEC شماره ۵۹ :

۸	۶/۳	۵	۴	۳/۱۵	۲/۵	۲	۱/۶	۱/۲۵	۱
۸۰	۶۳	۵۰	۴۰	۳۱/۵	۲۵	۲۰	۱۶	۱۲/۵	۱۰
۸۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۱۵	۲۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰
۸۰۰۰	۶۳۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۱۵۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰
									۱۰۰۰۰

پیوست (ب)

شرایط استاندارد اتمسفری مطابق نشریه IEC شماره ۶۰

ب -۱- شرایط استاندارد به شرح زیر تعریف می‌شود :

دمای محیط (t_0)،	۲۰ درجه سانتیگراد
فشاراتمسفری (b_0)،	۱۰۱۳ میلی بار
رطوبت (h_0)،	۱۱گرم بر متر مکعب

توجه : فشار ۱۰۱۳ میلی بار برابر ۷۶۰ میلیمتر جیوه، در درجه حرارت صفر می‌باشد که بارومتر نشان می‌دهد. اگر ارتفاعی که بارومتر نشان می‌دهد H میلیمتر جیوه باشد و درجه حرارت t درجه

سانتیگراد، فشار اتمسفری به میلی بار برابر است با :

$$\frac{1013 \times H}{760}(1 - 1.8 \times 10^{-4} t)$$

ب -۲- ولتاژ شکست روی عایق خارجی به شرایط اتمسفری بستگی‌دارد.

اگر $U_{(t,b,h)}$ ولتاژ شکست در شرایط واقعی باشد (دمای t، فشار b و رطوبت h) ولتاژ شکست در شرایط استاندارد ($U_{(t_0, b_0, h_0)}$) از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$U_{(t_0,b_0,h_0)} = U_{(t,b,h)} \cdot \frac{1}{d} \cdot K$$

ضریب $\frac{1}{d}$ ضریب چگالی هوا است که باتوجه به بند (ب -۳) بدست می‌آید و ضریب K یک ضریب رطوبت است که با توجه به بند (ب -۴) بدست می‌آید.

ولتاژ بکار رفته برای آزمون ایستادگی روی عایق خارجی به وسیله ضرب ولتاژ ایستادگی مشخص شده در $\frac{d}{K}$ بدست می‌آید.

ب -۳- ضریب تصحیح چگالی هوا

با فشاراتمسفری b که با میلی‌بار بیان‌می‌شود و دمای t که با درجه سانتیگراد بیان می‌شود داریم :

$$t_0 = 20°C \qquad d = 0.289\frac{b}{273+t}$$

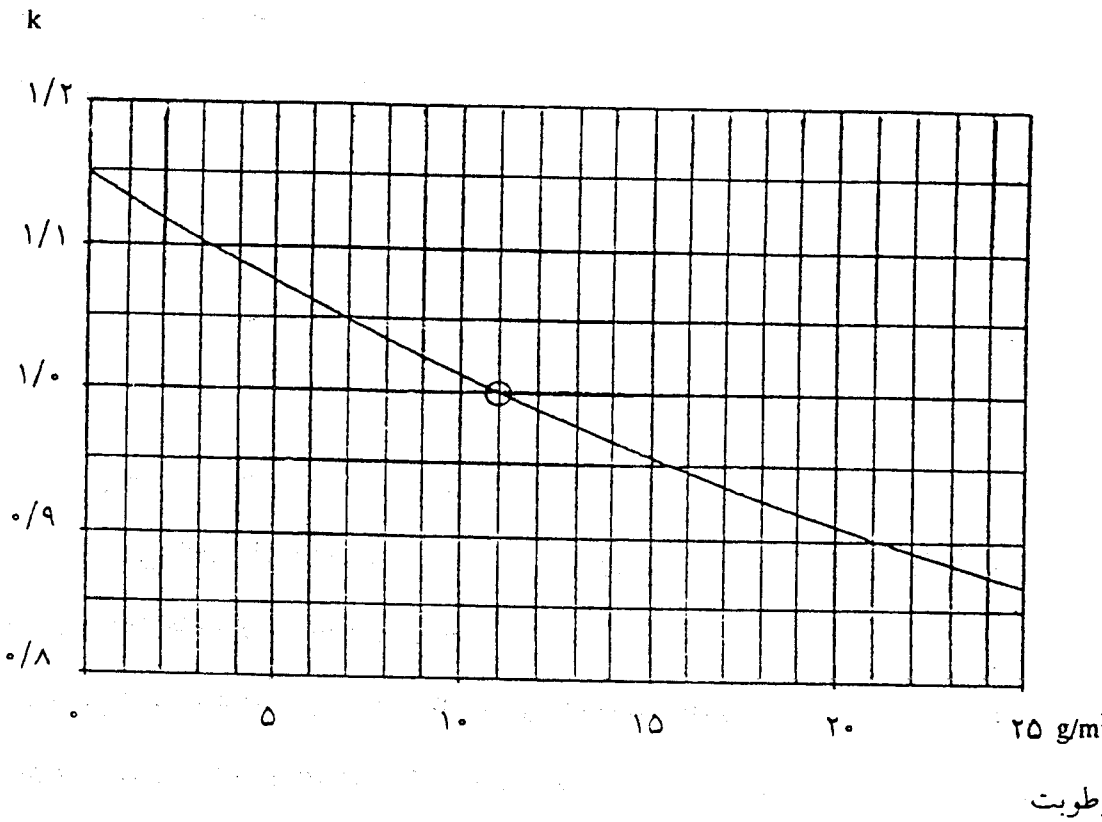
اگر فشار اتمسفری، با واحد میلیمتر جیوه در صفر درجه سانتیگراد بیان شود، ضریب تصحیح بدین صورت بدست می‌آید :

$$t_0 = 20°C \qquad d = 0.386\frac{H}{273+t}$$

ب -۴- ضریب تصحیح رطوبت

اطلاعات مربوط به تصحیح رطوبت، اغلب کامل نیست در شکل (ب -۱) اشکال عملی نشان داده شده است.

توجه : اصلاحات‌فوق برای میله وشکاف جواب صحیحی می‌دهد. برای مقره‌ها، منحنی‌ها، ازدقت کمتری برخوردارند، بخصوص هنگامیکه قوس، مسیری از روی سطح مقره دارد. اغلب با افزایش رطوبت مقدار ولتاژ کاهش داده می‌شود و عموما" برای بوشینگ‌ها منحنی تصحیح قابل اعتماد نیست. درحالتی که ضریب تصحیح رطوبت نامعلوم است نباید از آن استفاده کرد.



شکل (ب-۱) ضریب تصحیح رطوبت (k)

پیوست (پ)

روش آزمودن شرایط جوی[1] برای تابلوهای قدرت و فرمان نصب شده در محیط های باز

تابلو مورد آزمون، بایستی بطور کامل مجهز شده باشد (مثل پوشش برای بوشینگ‌ها و غیره) برای آزمایش از شکل (پ -۱) استفاده می‌شود.

برای مجموعه‌هایی که از چندین واحد تشکیل شده‌اند، حداقل دو واحد برای آزمون انتخاب گردند سطوح عمودی مختلف باید جداگانه مورد آزمایش قرار گیرد. برای پاشیدن یکنواخت و پیوسته باید به دو نکته زیر توجه کرد :

۱- سطح سقف از شیپورك[2] ارتفاع مناسبی داشته باشند.

۲- کف خارج تابلو برای فاصله یک متر از جلوی سطح مورد آزمون در ارتفاعی قرار گیرد که حداقل آنرا کارخانه سازنده مشخص می‌کند.

هر شیپورك مورد استفاده باید یک شکل مربعی را پوشش داده و بطور یکنواخت با ظرفیت ۳۰ℓ/min ± ۱۰٪ در فشار ۴۶ N/cm^2 ±۱۰٪ و تحت زاویه ۸۰° - ۶۰° را بپوشاند. سپس خط‌المرکز شیپورك‌ها را چرخانده تا بطورافقی قرار گیرد و سطوح عمودی و سپس تابلو را مورد آزمایش قرار داد.

فشار در لوله تغذیه‌کننده شیپورك‌ها ۴۶ N/cm^2 ±۱۰٪ در شرایط آزمایش می‌باشد. آب بکار رفته در هر سطح تحت آزمایش، نرخی برابر ۵ میلیمتر بر دقیقه دارد. و هر سطح حدود ۵ دقیقه مورد آزمایش قرار می‌گیرد فواصل شیپورك‌ها در شکل مشخص شده است.

بعد از اتمام آزمون، فورا" محفظه مورد بازرسی قرار می‌گیرد و موارد زیر بررسی می‌شود :

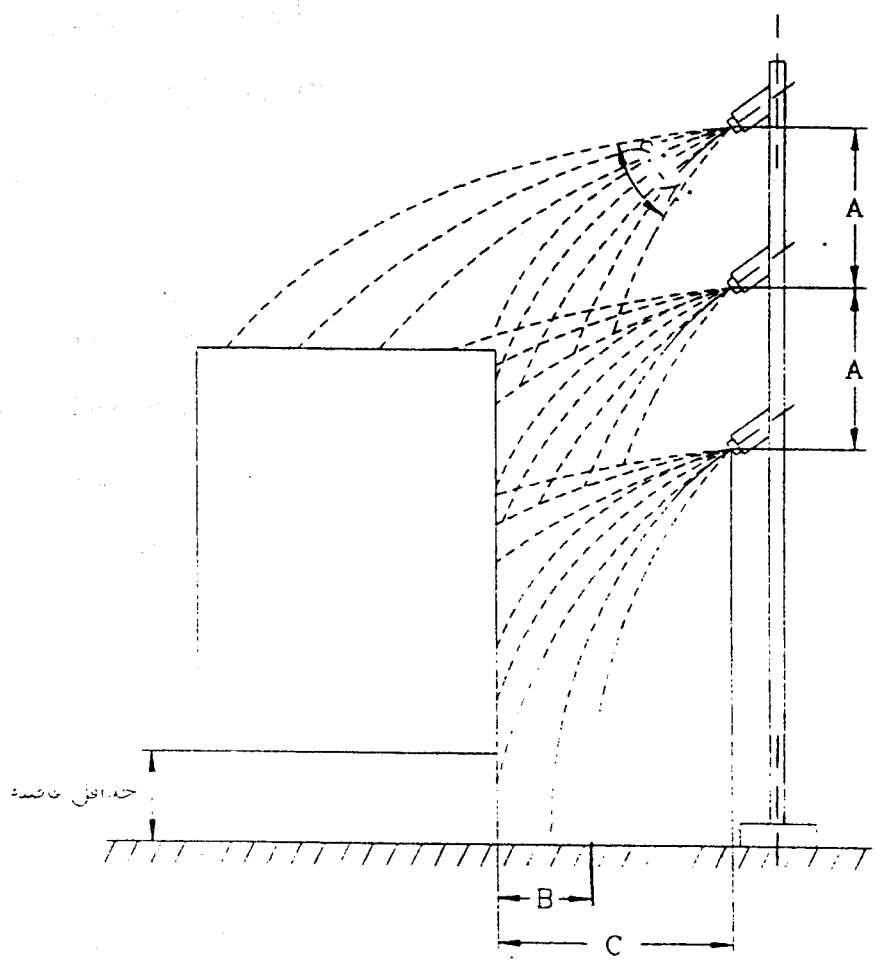
۱- هیچ آبی در عایق مدارات اصلی و کمکی مشاهده نشود.

1- Weatherproofing Test

2- Nozzle

۲- هیچ آبی در اجزاء الکتریکی یا مکانیزم مجموعه‌ها مشاهده نشود.

۳- هیچ علامتی ازتجمع آب در سایرقسمتهای غیرعایق مشاهده نشود. (برای کاهش فساد تدریجی)



A	حدود ۲ متر
B	۱ متر
C	۳-۲٫۵ متر

شکل (ب-۱) ترتیب آزمون برای آزمایش شرایط جوی

پیوست (ت) رنگ کاری

خورندگی را می‌توان واکنش بین فلز و محیط اطراف تعریف کرد. وقتی فلزی با یک اتم و یا یک گروه ملکولی ترکیب شود و الکترون از دست بدهد، و یا هنگامی که از ظرفیتی به ظرفیت بالاتر می‌رود و یا اکسیده می‌شود، یک واکنش اسیدی انجام گرفته است.

بمنظور محافظت در برابر خورندگی و تزئین ظاهری وسایل باید آهن را رنگ آمیزی نمود، رنگ آمیزی نیاز به آمادگی و زیرسازی مناسب دارد که شامل مراحل زیر است :

الف) چربی زدایی

ب) زنگ زدایی

پ) فسفاته کاری

ت) رنگ کاری

۱- چربی زدایی :

روغن، چربی، گریس و غبار موجود که باعث ممانعت نفوذ آب روی سطح قطعه می‌گردد به سه طریق زیر زدوده و تمیز می‌گردند.

الف) بصورت سرد با محلولهای خنثی نظیر پرکلراتیلین - تری کلراتیلین - نفت و بنزین

ب) بصورت گرم با محلولهای قلیایی نظیر هیدروکسیدسدیم و کربنات سدیم و پاک‌کننده‌های ستز شده

ج) بصورت الکتریکی، کاتدی و آندی، روش اولتراسونیک

چربی‌گیری بطریق سرد (الف)، بدلیل وقت‌گیر بودن و ضعف کیفیت در این صنعت مطرح نمی‌باشد. در روش الکتریکی حجم سرمایه‌گذاری اولیه بسیار زیاد است و همچنین با توجه به مصرف

الکترولیتها مقرون به صرفه و اقتصادی نیست.

طریقه شستشوی گرم با مواد قلیائی، بدلیل کم هزینه بودن، سرمایه‌گذاری اولیه کم و غیره در صنایع فلزی بیشتر مورد توجه بوده و امروزه در صنایع تابلوسازی متداول می‌باشد.

۱-۱- چربی‌زدایی با محلولهای قلیایی :

آلودگیهای چرب روی سطح قطعات فلزی، بوسیله پاک‌کننده‌های قلیایی حل شده و تشکیل محلول امولیسیونی می‌دهد، با دور کردن قطعه از محلول امولسیونی تماس آب با سطح قطعه برقرار شده و قطعه آب‌پذیر[1] می‌شود. تائید و کیفیت چربی‌گیرهای قلیائی به عوامل مختلف زیر بستگی مستقیم دارد:

۱-۱-۱- شکل هندسی قطعه

۱-۱-۲- نوع چربی، کهنه یا نو بودن و درجه حلالیت آن

۱-۱-۳- حد و مرز موردنظر برای تمیز شدن

۱-۱-۴- انتخاب چربی‌گیر مناسب نسبت به فلز مورد مصرف

۱-۱-۵- قدرت چربی‌گیری ماده انتخابی

۱-۱-۶- درجه حرارت و غلظت محلول چربی‌گیر

۱-۱-۷- شیوه چربی‌گیری :

الف - شیوه غوطه‌وری

ب - شیوه پاششی

۱-۲- ترکیبات پاک کننده‌های قلیایی

ترکیبات مختلف پاک کننده‌های قلیایی بشرح زیر می‌باشد:

1- Hydrophilic

۱-۲-۱- هیدروکسید سدیم و هیدروکسید پتاسیم بعنوان صابونی کننده و امولسیونر

۱-۲-۲- کربنات سدیم و کربنات کلسیم

بعنوان حل‌کننده روغنها و چربی‌های معدنی

۱-۲-۳- تری سدیم فسفات و هگزا متا فسفات

بعنوان نفوذکننده در چربیهای سخت

۱-۲-۴- سدیم متاسیلیکات و سدیم دی سیلیکات

بعنوان رقیق‌کننده

۱-۲-۵- اسید بوریک - سدیم ترابورات

بعنوان تنظیم کننده PH محلول

۱-۲-۶- سولفات سدیم و نیترات سدیم

بعنوان بازدارنده و جلوگیری از خورندگی

۱-۲-۷- تری اتانول آمین و سیانورسدیم

۱-۲-۸- نمک‌های احیا کننده

بعنوان خنثی نمودن اکسیدهای سطح فلز

۱-۳- شرایط محلول پاک‌کننده قلیائی

۱-۳-۱- برای چربی‌گیری قطعات آهنی و فولاد باید از پاک‌کننده قلیائی با PH، ۱۲ تا ۱۴ استفاده نمود.

۱-۳-۲- برای چربی‌گیری فلزات مسی برنز و آلیاژهای مربوطه از پاک کننده قلیائی با PH، ۱۱ تا ۱۲ استفاده نمود.

۱-۲-۳- برای چربی‌گیری فلزات روی و آلومینیوم و آلیاژهای مربوطه از پاک کننده قلیایی با PH، ۹ تا ۱۱ استفاده نمود.

بایستی توجه شود که چربی گیر، با توجه به محدوده PH عنوان شده، مورد استفاده قرار گیرند تا در مدت زمان عملیات، خورندگی در سطح قطعه ایجاد نشود.

انتقال قطعات از محلول چربی‌گیری قلیائی، به مراحل بعدی، بایستی با شستشوی قطعه با آب داغ، همراه باشد تا در محلولهای بعدی ایجاد مزاحمت نکند.

در عملیات چربی‌گیری، غلظت و درصد مواد چربی‌گیر در محلول بایستی بطور مرتب اندازه‌گیری، کنترل و تصحیح شود.

۱-۴- عوامل مهم در چربی زدایی

۱-۴-۱- غلظت محلول قلیائی :

برای شیوه غوطه‌وری ۵ تا ۱۰ درصد حجمی و برای شیوه پاششی ۱ تا ۳ درصد حجمی می‌باشد.

غلظت بایستی همیشه در حد متوسط مقادیر مشخص شده، محفوظ نگهداشته شود. کمتر و بیشتر شدن آن بر زمان و کیفیت عملیات، اثر می‌گذارد.

۱-۴-۲- درجه حرارت محلول قلیائی :

برای شیوه غوطه وری ۷۵ تا ۹۵ درجه سانتیگراد، و برای شیوه پاششی ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

حد متوسط درجه حرارت، بایستی رعایت گردد زیرا تغییرات جزئی دما زمان عملیات را طولانی نموده و باعث تجزیه شیمیائی می‌شود.

۱-۴-۳- زمان عملیات چربی‌گیری :

برای شیوه غوطه‌وری ۱۲ تا ۲۰ دقیقه و برای شیوه پاششی ۲ تا ۵ دقیقه می‌باشد.

این زمان بستگی مستقیم به حلالیت چربی و روغنهای سطح قطعه دارد.

۱-۴-۴- مکانیزم چربی‌گیری :

به نوع محصول و مکانیزم تولید، بستگی دارد که قاعدتا" بایستی روش اقتصادی باشد و در هر مرحله عملیات اصلاح شود.

۱-۵- معرفی شیوه‌های چربی‌گیری :

۱-۵-۱- چربی گیری به شیوه پاششی[1]

با توجه باینکه این روش با استفاده از پیستوله انجام می‌شود، روش سریعی است ولی اطمینان کاملی جهت چربی‌گیری در لبه و نقاط تیز وجود ندارد. ضمنا" مصرف مواد نیز زیاد بوده و به فضای زیادی هم احتیاج دارد.

۱-۵-۲- چربی‌گیری به شیوه غوطه‌وری[2]

در این روش از وانهای پر شده از محلول مواد چربی‌گیر قلیائی، استفاده می‌شود. با تعبیه یک مدار گردشی روی وان، محلول را مداوم به هم زده، تا علاوه بر ایجاد یکنواختی در محلول، یک اغتشاش در وان جهت تسریع عملیات چربی‌گیری، ایجاد نمود.

این روش بعلت اینکه احتیاج به فضای زیادی ندارد روش خوبی است ولیکن بطور مرتب غلظت مواد، بایستی کنترل و اصلاح گردد.

1- Spray

2- Dip

۲- زنگ زدائی

برای زنگ زدایی قطعه از روشهای زیر استفاده می‌شود:

۲-۱- زنگ زدایی با برس سیمی

این روش بیشتر برای زنگ زدایی موضعی، نقاط جوشکاری شده و شرایط محدود تعمیرات بکار می‌رود.

۲-۱- زنگ زدایی با سمباده

سمباده و دیسک مکانیکی برای سطوح کوچک بکار می‌رود. این روش در شرایط کار محدود، رضایت‌بخش است.

۲-۳- زنگ زدایی به روش شن پاشی تحت فشار آب

با استفاده از شن‌پاشهای تحت فشار آب، شن با دانه‌بندی مخصوص، به سطح قطعه برخورد نموده زنگ را می‌برد. در این روش ناصافی سطحی، ایجاد شده که باعث پیوستگی بیشتر رنگ به بدنه می‌شود.

۲-۴- زنگ زدایی به روش شن تحت فشار هوا[1]

با استفاده از فشار هوا، دانه‌های شن دانه‌بندی شده با فشار بالا، بوسیله پیستوله مخصوص، قطعه زنگ زدایی می‌شود. این روش به روش قبلی ارجحیت دارد.

1- Sandblast

۲-۵- زنگ زدایی به روش شیمیایی

در این روش از محلولهای اسید سولفوریک، اسیدکلریدریک یا اسید فسفریک استفاده می‌شود، قطعه زنگ زده در این محلول قرار گرفته و زنگ زدایی می‌شود.

این روش، روش بسیار خوبی است لیکن کنترل خورندگی بایستی بطور دقیق انجام شود و قطعه پس از زنگ زدایی، خیلی خوب با آب شستشو گردد، معمولا" مقداری بازدارنده به محلول اضافه می‌شود.

با توجه به ضخامت کم تابلوها، محلول اسید فسفریک با غلظت ۳۰ درصد حجمی و بازدارنده، مناسب است. در این روش اول محلول اسید فسفریک بمحض اینکه از زنگ می‌گذرد در برخورد با آهن فعالیتش متوقف می‌شود و پس از آن نیز اگر فسفاته کاری مورد نظر باشد، این لایه اسیدی باعث بهتر شدن عملیات فسفاته کاری می‌گردد. از نیتریت سدیم بعنوان بازدارنده قطعه، از زنگ‌زدگی پس از اتمام این مرحله، استفاده می‌شود.

۳- فسفاته کاری

سطح فلز چربی‌گیری و زنگ زدایی شده، با محلول نمکهای اسید فسفریک و اسید نیتریک تحت شرایط بخصوص، شروع به ایجاد کریستال، در کلیه سطوح فلز می‌کند که این کریستالهای ناهموار، زمینه خوبی برای پذیرش رنگ بوجود آورده و چسبندگی رنگ را به حد خوبی می‌رساند.

۳-۱- خواص و فواید فسفاته کاری

- جلوگیری از زنگ زدن فلز
- تقویت چسبندگی رنگ
- سهولت کار با قطعات فسفاته شده در پرسکاری
- ایزوله نمودن قطعات از جریان الکتریسته

- زمینه خوب برای روکش‌های پلاستیکی و عایقی

۳-۲- انواع فسفاته‌ها

اقتصادی‌ترین نوع فسفاته‌ها از فسفات آهن و فسفات روی می‌باشند.

الف - فسفات آهن

رنگ فسفات آن، آبی متمایل به خاکستری است، این نوع فسفاته کاری در صنایع فلزی اهمیت بسزائی دارد، زیرا نه تنها چسبندگی رنگ را بهتر می‌کند بلکه زمانیکه رنگ فلز در اثر ضربه ریخته می‌شود و همچنین پس از چربی‌گیری، مانع زنگ زدن قطعه می‌گردد.

ضخامت‌های نازك فسفات آهن، پوششی را به وزن ۰/۲ الی ۰/۸ گرم بر متر مربع تامین می‌کند. البته می‌توان ضخامت‌های بیشتر را با تکرار این روش بدست آورد، سرعت رشد کریستالها بوسیله اضافه یا کم کردن اکسید کننده‌ها، قابل تنظیم است. این روش فسفاته کاری بیشتر در مورد قطعاتی که برای جلوگیری از خوردگیهای شیمیایی رنگ می‌شوند، موثر است.

ب - فسفات روی

کریستالهای فسفات روی به سطح فلز، کیفیت خیلی بهتری را عرضه می‌کند. وزن قشر فسفاته، می‌تواند ۲ الی ۳۰ گرم بر متر مربع تغییر کند. رنگ فسفاته روی از طوسی روشن تا طوسی سیر می‌باشد.

برای جلوگیری از زنگ زدن (در حد استاندارد)، پوششی به وزن ۶ گرم بر متر مربع، فسفاته روی کافی است. از این نوع فسفاته کاری با ضخامت‌های بالا، می‌توان برای مواردی که به رنگ کاری نیازی نیست، استفاده نمود.

۳-۳- شناخت شیوه‌ها و مشخصات فسفاته‌ها

۳-۳-۱- شیوه‌های فسفاته کاری :

برای فسفاته کاری نیز همانند چربی‌گیری دو شیوه پاششی و غوطه‌وری، بیشتر متداول است.

۳-۳-۱-۱- ویژگیهای فسفاته کاری بصورت پاششی

- سرمایه‌گذاری زیاد جهت خرید تجهیزات مورد نیاز
- هزینه زیاد در نگهداری و تامین انرژی
- اشغال فضای زیاد
- غیرقابل استفاده برای قطعات ریز
- مناسب برای ظرفیت‌های بالای تولیدی
- بهترین کیفیت فسفاته کاری (اندازه ریز کریستالها)
- زمان کم برای فسفاته کاری

۳-۳-۱-۲- ویژگیهای فسفاته کاری بصورت غوطه‌وری

- سرمایه‌گذاری سنگین نیاز ندارد.
- هزینه نگهداری و تامین انرژی کم است.
- فضای بسیار کمی را اشغال می‌کند.
- مناسب برای هرگونه ظرفیت تولید.
- قطعات بسیار ریز در این سیستم قابل فسفاته کاری هستند.
- پوشش ضخیم‌تر و درشت‌تری ایجاد می‌کند.
- زمان عملیات فسفاته کاری زیاد است.

۳-۴- تاثیر اندازه کریستالهای فسفاته

بطور کلی، اگر قطعات پس از فسفاته کاری رنگ می‌شوند، بهتر است فسفاته کاری بطریقی انجام شود که دانه‌های کریستال، ریز و کوچک باشند، چون هر چه کریستال کوچکتر و ریزتر باشد، پیوند آن به فلز و رنگ محکم‌تر است.

تراکم کریستالها، باعث حداقل شکنندگی رنگ می‌شود، اندازه کریستالها متاثر از عوامل مختلف زیر است:

- ترکیب مواد فسفاته کننده
- روش کار
- درجه حرارت محلول
- فشار نازلهای پاششی
- وجود کریستالهای ناخالص
- کیفیت تمیزکاری قبل از فسفاته کاری

در یک محلول متحرك، کریستالهای ریزتری حاصل می‌شود، نتیجتا" کریستالهای بوجود آمده از روش پاششی ریزتر از روش غوطه‌وری است.

۳-۵- کنترل مواد در شیوه غوطه‌وری

در فسفاته‌کاری به شیوه غوطه‌وری، همانند چربی‌گیری لازم است که همواره غلظت و مشخصات محلول، اندازه‌گیری و اصلاح گردد. عملیات فسفاته کاری معمولا" توسط کارخانجات سازنده مواد، مشخص می‌شود.

۴- رنگ کاری

پس از اجرای چربی‌گیری، زنگ زدائی و فسفاته کاری بایستی با انتخاب رنگ مناسب و استفاده از روش صحیح رنگ کاری، طول عمر تابلو را بیمه نمود.

برای انتخاب رنگ مناسب، در شرایط جغرافیایی معین، اطلاعات زیر مورد نیاز است :

۱- آیا تابلو در فضای باز یا در فضای بسته مورد استفاده قرار می‌گیرد ؟

۲- آیا تابلو در اماکن عمومی قرار می‌گیرد ؟

۳- آیا تابلو توسط افراد غیر حرفه‌ای، مورد بهره برداری قرار می‌گیرد ؟

۴- آیا رنگ آمیزی مکرر فصلی در محل استقرار تابلو، میسر است ؟

۵- آیا تابلو در شرایط کارسخت استقرارمی‌یابد ؟ (مثل معدن وکارخانجات صنایع‌شیمیایی وغیره)؟

۶- تغییرات دما و رطوبت محل استقرار تابلو چقدر است ؟ (بدترین شرایط فصلی)

۷- آیا تابلو در محل استقرار از صدمات احتمالی در امان است ؟

۸- آیا تابلو بصورت قطعه‌ای (منفصل) مونتاژ می‌شود یا بصورت یک تکه جوش می‌شود ؟

۹- آیا تابلو پس از تولید یکسره در محل استقرار نصب می‌شود یا برای مدت زیاد انبار شده و بتدریج مصرف می‌شود، در صورتیکه انبار می‌شود مشخص شود که در فضای سرپوشیده انبار می‌شود یا فضای باز ؟

۱۰- برای تابلو با توجه به شرایط کار، چه طول عمر مفیدی مورد نظر است ؟

برای مثال، یک تابلوی معدن ممکن است برای ۴ الی ۵ سال بهره‌برداری معدن مورد نیاز باشد لیکن یک تابلو توزیع شبکه برق برای ۳۰ سال کار مفید مورد نظر است.

با توجه به پاسخ سوالات فوق و حساسیت‌های مربوط به ضوابط استاندارد، رنگ مناسب انتخاب

می‌گردد، گروه‌بندی اجمالی رنگها صنعتی از لحاظ ترکیبی بصورت زیر است.

۴-۱- گروه رنگهای صنعتی

۴-۱-۱- رنگهای مرکب از پودر روی - پودر روی و آهن

۴-۱-۲- رنگهای مرکب از پودر روی و آلومینیوم

۴-۱-۳- رنگهای مرکب از پودر مخلوط روی و رزین‌های آلی

۴-۱-۴- رنگهای مرکب از پودر مخلوط روی و رزین‌های غیر آلی مثل رزین سیلیکات

۴-۱-۵- رنگهای روغنی مثل روغنهای پلی اورتان، الکیدی، اپوکسی، پیگمان

۴-۱-۶- رنگ الکید سیلیکونی با پیگمان، رنگ الکید ملامین

۴-۱-۷- رنگ یک جزئی ضد مواد شیمیایی با کلر کائوچو ونیل و مواد پیگمان

۴-۱-۸- رنگ یک جزئی ضد مواد شیمیائی با اپوکسی، الکید و مخلوط با کلرکائوچو

۴-۱-۹- رنگ دو جزئی ضد مواد شیمیائی ترکیب رزین اپوکسی و رزین پلی اورتان

۴-۱-۱۰- رنگ دو جزئی ضد مواد شیمیائی ترکیب رزین اپوکسی و کلرکائوچو پیگمان

۴-۱-۱۱- رنگ کولتار از ترکیب رزین کولتار و مواد پیگمان

۴-۲- انتخاب رنگ

با توجه به شناخت گروه رنگها، با استفاده از جدول زیر رنگ انتخاب می‌شود:

۴-۲-۱- برای دوام بیش از ۲۰ سال

رنگ آلومینیوم و روی - الکیدی - اپوکسی

ضخامت ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرون

۴-۲-۲- برای دوام ۱۰ تا ۲۰ سال

رنگ اپوکسی کولتار - اپوکسی دو جزئی

ضخامت ۸۵ تا ۱۵۰ میکرون

۴-۲-۳- برای دوام ۵ تا ۱۰ سال

رنگ روی و آلومینیوم، یک جزئی و دو جزئی ضد مواد شیمیایی ضخامت ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون

۴-۲-۴- برای دوام کمتر از ۵ سال

اپوکسی دو جزئی و یک جزئی

ضخامت ۴۰ تا ۸۰ میکرون

ضخامت کم برای محیط ، با شرایط مناسب و ضخامت بالا برای محیط با شرایط سخت و شیمیائی، مرطوب درنظر گرفته می‌شود. رنگ تابلو نبایستی براق درنظر گرفته شود.

۴-۳- تاثیر دما و زمان بر انعطاف و سختی رنگ

در رنگهای صنعتی، با توجه به حلال‌ها و سخت‌کننده‌های رنگ، دما و زمان مشخصی جهت خشک کردن مورد نیاز است که معمولا" توسط سازندگان رنگ اعلام می‌شود.

برای کاهش زمان خشک کردن و همچنین جهت کامل‌تر شدن فعل و انفعالات، رنگ را توسط دمای زیاد در محیط کوره‌ایی خشک می‌کنند.

در دمای بالا، رنگ تا آخرین حد قرو رفتیگیهای سطح خلل و فرج کریستالهای فسفاته، نفوذ کرده باعث استحکام و سختی رنگ می‌شود.

۴-۴- شیوه‌های متداول رنگ آمیزی

شیوه‌های متداول رنگ آمیزی بشرح زیر می‌باشد :

۱- قلم مو ۲- غلطک

۳- پیستوله بادی ۴- پیستوله بدون باد فشار بالا

۵- پیستوله الکترو استاتیکی ۶- غوطه‌وری ساده

۷- غوطه وری قطبی

از شیوه‌های اول و دوم در شرایط محدود تعمیراتی و محدودیت فضای کار استفاده می‌شود و در صنعت تابلوسازی کاربرد ندارد.

۴-۴-۱- رنگ آمیزی با پیستوله بادی با فشار عادی :

در این نوع رنگ‌آمیزی قطعه تمیز و خشک شده، توسط پیستوله بادی معمولی رنگ کاری و سپس جهت خشک کردن وارد کوره می‌شود.

برای ضخامت‌های بالای رنگ، لازم است قطعه چندین بار رنگ کاری شود، در این شیوه نفوذ رنگ روی قطعه خوب نبوده و کنترل ضخامت رنگ در نقاط مختلف سطح امکان پذیر نیست.

۴-۴-۲- رنگ‌آمیزی با پیستوله بدون باد فشار بالا و پیستونی (ایرلس) :

در این شیوه رنگ با هوا تماس نداشته و در یک مخزن بزرگ برای مصرف آماده می‌شود، مخزن دارای همزن بوده و بوسیله یک گرم کن اتوماتیک، دمای رنگ را ثابت نگه می‌دارد. رنگ گرم، با فشار زیاد بر سطح قطعه برخورد نموده و در فرو رفتگیهای سطح نفوذ می‌نماید.

در این روش ایجاد ضخامت‌های بالای رنگ در یک مرحله امکان پذیر می‌باشد. کنترل ضخامت رنگ در نقاط مختلف سطح امکان پذیر تراز شیوه قبلی است. از نظر اقتصادی برای صنعت تابلو سازی مقرون به صرفه می‌باشد.

۴-۴-۳- رنگ آمیزی با پیستوله الکترو استاتیکی :

در این روش رنگ گرم شده، توسط پیستوله بین دو قطب یک میدان الکترواستاتیک، به قطعه پاشیده می‌شود. قطعه، عمل جذب رنگ را تا زمانی که از لحاظ عایقی ضخامت رنگ به حد لازم برسد ادامه می‌دهد، و نتیجتا" ضخامت رنگ در تمامی نقاط قطعه یکنواخت و یکدست بوده و تلفات رنگ بسیار کم می‌باشد در این شیوه از لحاظ کیفی بهترین رنگ حاصل می‌شود ولی از لحاظ سرمایه‌گذاری و هزینه نگهداری، برای خطوط تولید انبوه پیشنهاد می‌گردد.

در کلیه شیوه‌های پاششی نیاز به دستگاههای جذب ذرات معلق می‌باشد، بوت یا آبشار رنگ، آلودگی هوا را کاهش داده و کیفیت رنگ کاری را بهبود می‌بخشد.

۴-۴-۴- رنگ آمیزی به شیوه غوطه‌وری :

در این طریقه قطعه وارد حوضچه رنگ شده و پس از زمانی معین، قطعه یا قطعات رنگ شده از حوضچه خارج می‌شوند. از این شیوه جهت رنگ کاری قطعاتی که دارای شکلهای غیرهندسی می‌باشند بیشتر استفاده می‌شود. حوضچه رنگ بایستی دارای گرم‌کن و هم وزن باشد.

۴-۴-۵- رنگ کاری به شیوه غوطه‌وری قطبی :

در این شیوه قطعه وارد حوضچه‌های رنگ گرم شده و با ایجاد یک جریان کاتدیک یا آندیک ضخامت مورد نیاز رنگ روی سطح قطعه بوجود می‌آید، این سیستم یک سیستم بسیار پیشرفته و کاملی است.

۵- آزمونها

برای تشخیص مرغوبیت رنگ و کیفیت عمل رنگ‌آمیزی بایستی آزمونهای زیر صورت گیرد :

۵-۱- آزمون کیفیت و مرغوبیت رنگ و عملیات رنگ کاری

قبل از خرید رنگ نمونه، رنگ بایستی برای آزمایش ارسال گردد. نمونه‌برداری در این مورد توسط آزمایشگاه باید صورت گیرد.

بعد از تائید رنگ و خرید انبوه، از محموله‌های خریداری شده، آزمایشهای نمونه‌ای صورت گیرد و بعد از تائید آزمایشگاه رنگ مصرف گردد.

بعد از اینکه قطعه، زیرسازی شده، رنگ آمیزی شده، برای آزمون به آزمایشگاه فرستاده می‌شود که مطابق فهرست زیر باید روی آن آزمون صورت گیرد.

۵-۲- آزمونهای مربوط به رنگ

1- Shade (RAL)	رنگ
2- Application instrument	وسیله رنگ آمیزی
3- Degree of settling	درجه ته‌نشین شدن
4- d.f.t (μ)	
5- Mixing Ratio by weight	نسبت دو جزئی
6- Drying time d.d	زمان خشک کردن
(Sec) h.d	
7- Profile (μ)	درجه خلل و فرج
8- S/V	Solid حجمی
9- S/W	Solid وزنی
10- T.S.R(m^2/lit)	مقدار رنگی که برای سطح لازم است
11- Viscosity by ford cup(Sec)	

12- Density

13- Finess

نرمی رنگ

۵-۳- آزمون روی قطعه رنگ آمیزی شده

1- Hiding Power (μ)

قدرت پوشش

2- Adhesion

چسبندگی (آزمون روی رنگ تر)

3- Temprature Resistance (°c/2hrs)

آزمون مقاومت حرارتی

4- Impact dir

(in.Ib) Indir

براقیت فیلم رنگ

5- Gloss

6- Hardness(Sec)

سختی

7- Cupping Resistance

آزمون جامی شدن

8- Flexibility

آزمون خمشی

9- Salt Spray

مه نمکی

10- R.H. 100%

آزمون رطوبت نسبی

۵-۴- برای وقتیکه قطعه در محل اسیدی قراردارد بنابه نوع شرایط محیطی آزمونهای زیر روی قطعه انجام‌شود.

آزمون غوطه‌وری در محلول :

1- HCL

2- H_2So_4

3- Naoh

4- Nacl

5- Naclo

6- $Fecl_3$

7- H2O

پیوست (ث)- راهنمای انتخاب درجات حفاظتی برای تابلوهای بکاررفته در شبکه‌های توزیع

هدف از انتخاب درجه حفاظتی برای تابلو در فصل اول بیان شده است. دراین پیوست به بررسی و تعیین حداقل درجات حفاظتی لازم پرداخته شده است. ازآنجایی که تعیین درجه حفاظتی برای یک تابلو، با قیمت تمام‌شده آن ارتباط مستقیم دارد، تعیین یک درجه حفاظتی و اجباری کردن آن، درنظر نگرفتن مسائل اقتصادی را در تهیه تابلو سبب می‌شود. مقادیر ارائه‌شده دراین پیوست حداقل مقادیر لازم در هر مورد می‌باشد و درصورتیکه منطقه موردنظر برای نصب تابلو دارای شرایط خاصی باشد، این مقادیر بایستی افزایش یابند.

برای تعیین درجات حفاظتی بایستی به نکات زیادی توجه نمود که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- نحوه دسترسی افراد به تابلو (افراد مجاز، غیرمجاز، توجه به شرایط فرهنگی منطقه و . . .)

۲- میزان آلودگی منطقه نصب تابلو از لحاظ گرد و خاك و قدرت نفوذ آن به تابلو

۳- میزان بارندگی و چگونگی ریزش آن

ازآنجاییکه هر منطقه از ایران دارای شرایط متنوع فرهنگی و آب و هوایی می‌باشد، تقسیم‌بندی جغرافیایی در تعیین درجات حفاظتی کارا نمی‌باشد (برای مثال ریزش شدید باران هم در مناطق کویری و گرمسیر و هم در نقاط مرطوبی امکان‌پذیر است)، لذا در بررسی به‌عمل‌آمده دراین پیوست باتوجه‌به شرایط کلی موجود در اکثر مناطق مقادیر حداقل درجه حفاظتی برای تابلوهای نصب‌شده در پستهای سرپوشیده و تابلوهای نصب‌شده در محوطه‌های باز ارائه شده است.

ث -۱- تابلوهای نصب‌شده در داخل پستهای سرپوشیده

باتوجه‌به محل نصب این تابلوها، افرادی که به‌این تابلوها دسترسی دارند، عموما" از افراد مجاز صلاحیت‌دار می‌باشند (افرادی که با تابلوهای برق آشنایی داشته و معمولا" برای تعمیر و نگهداری و قرائت

مقادیر به پستها مراجعه می‌کنند) لذا، رقم اول درجه حفاظتی باید طوری انتخاب شود تااین اشخاص در برابر تماس با قسمتهای برقدار داخل تابلو و یاقسمتهای متحرك آن دارای ایمنی کافی باشند، باتوجه‌به جدول (۱-۱) حداقل درجه حفاظتی لازم بدین منظور عدد ۲ می‌باشد که نشان‌دهنده اینست که انگشتان یا اجسام مشابه به طول کمتر از ۸۰ میلیمتر و به قطر کمتر از ۱۲ میلیمتر در برابر تماس با قسمتهای برقدار و متحرك داخل تابلو محافظت شده‌اند. درصورتیکه افراد غیرمجاز به‌این تابلوها دسترسی داشته باشند درجه حفاظتی بزرگتری باید انتخاب گردد. درصورتیکه وضعیت تابلو قرارگرفته در پست به‌صورتی باشد که امکان ورود گرد و خاك مضر به‌آن وجود داشته باشد و شرایط خاص منطقه این مسئله را تشدید نماید، می‌توان درجه حفاظتی ۵ را انتخاب نمود، که عموما" درایران این مسئله وجود ندارد.

برای انتخاب رقم دوم درجه حفاظتی که نشان‌دهنده نفوذ مایع به داخل تابلو می‌باشد، شرایط تابلو نصب‌شده در پست درنظر گرفته می‌شود، باتوجه‌به اینکه تابلو در پست قرار دارد، نیاز به درجه حفاظت خاصی نمی‌باشد و می‌توان درجه حفاظت حداقل صفر را انتخاب نمود.

توجه : درصورتیکه احتمال ریزش قطرات آب به هر دلیلی وجود داشته باشد IP باید تصحیح گردد.

باتوجه‌به موارد فوق‌الذکر حداقل درجه حفاظت موردنیاز برای تابلوهای نصب‌شده داخل پست IP20 می‌باشد.

ث -۲- تابلوهای نصب‌شده در خارج از پست و در محوطه باز

با درنظر گرفتن این موضوع که جداره‌های بیرونی این تابلوها در دسترس افراد عادی و غیرمجاز نیز می‌باشد لذا حداقل درجه حفاظتی لازم برای اولین رقم مشخصه عدد ۴ می‌باشد. یعنی از تماس سیمها و مفتولها به ضخامت یک میلیمتر با قسمتهای برقدار و متحرك داخل تابلو جلوگیری گردد.

باتوجه‌به خصوصیات آب و هوایی مناطق مختلف، در مناطقی که گرد و غبار بیش از حد می‌باشد و احتمال اختلال در عملکرد و سایل داخل تابلو به‌این علت می‌باشد، باید تابلو از گرد و غبار مضر محافظت گردد. دراین حالت اولین رقم مشخصه را می‌توان عدد ۵ انتخاب کرد.

برای انتخاب دومین رقم مشخصه، شرایط آب و هوایی منطقه‌ای که تابلو درآن قرار دارد باید مورد بررسی قرار گیرد، منظور از شرایط آب و هوایی چگونگی بارش باران دراین مناطق می‌باشد این مسئله ازآنجا حائز اهمیت است که زاویه ریزش باران و سرعت آن از نکات تعیین‌کننده این رقم می‌باشد. بدین منظور بایستی بدترین حالت را در منطقه نصب پست درنظر گرفت، برای مثال اگر در منطقه‌ای ریزش باران عموما" بصورت عمودی و یا تحت زاویه ریزش کمتر از ۶۰° می‌باشد ولی در روزهایی از سال امکان ریزش باران به همراه باد شدید وجود دارد. زاویه ریزش باید ۱۸۰° درنظر گرفته شود. باتوجه‌به نکات ذکرشده حداقل رقم دوم درجه حفاظتی برای این تابلوها ۳ می‌باشد، که در کلیه نقاط بایستی درنظر گرفته شود و در مناطق خاص رقم دوم، ۴ یا ۵ نیز می‌تواند انتخاب گردد.

لذا باتوجه‌به نکات مطروحه، حداقل IP43 برای تابلوهای نصب‌شده در خارج از پست و محوطه‌های باز درنظر گرفته می‌شود.

پیوست (ج)- شینه‌های بکاررفته در تابلوها

ج -۱- مقدمه

شینه‌های مورداستفاده در تابلوها عموما" از جنس مس یا آلومینیوم با قابلیت هدایت الکتریکی و خواص مکانیکی خوب می‌باشند. دراین پیوست برای شینه‌های مسی از استاندارد VDE0201 و برای شینه‌های آلومینیومی از استاندارد VDE0202 استفاده شده است.

مشخصه‌های استاندارد مس و آلومینیوم مورداستفاده در شینه‌ها مطابق جدول (ج-۱) می‌باشد.

جدول (ج-۱)

جنس و کدشناسایی	تنش کشش گسستن $R_m(N/mm^2)$	مدول الاستیسیته (مدول یانگ) $E(N/mm^2)$	کشش نهایی $R_{p0/2}$ حداقل N/mm^2	کشش نهایی $R'_{p0/2}$ حداکثر N/mm^2	سختی برنیل HB 10 N/mm^2	رسانایی در $20^\circ c$ $m/\Omega .mm^2$ حداقل
مس						
E-Cu F25	۲۵۰	۱۱×۱۰^۴	۲۰۰	۲۹۰	۷۰۰-۹۵۰	۵۶
E-Cu F30	۳۰۰	۱۱×۱۰^۴	۲۵۰	۳۶۰	۸۰۰-۱۰۵۰	۵۶
E-Cu F37	۳۷۰	۱۱×۱۰^۴	۳۳۰	۴۰۰	۹۵۰-۱۱۵۰	۵۵
آلومینیوم						
E-Al F6.5/7	۶۵/۷۰	$۶/۵ \times ۱۰^۴$	۲۵	۸۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۵/۴
E-Al F8	۸۰	$۶/۵ \times ۱۰^۴$	۵۰	۱۰۰	۲۲۰-۳۲۰	۳۵/۲
E-Al F10	۱۰۰	$۶/۵ \times ۱۰^۴$	۷۰	۱۲۰	۲۸۰-۳۸۰	۳۴/۸

برخی از مشخصه‌های مهم هادی مس و آلومینیوم در جدول (ج-۲) آمده است.

جدول (ج-۲)

نوع ماده	چگالی Kg/dm^3	رسانایی در $20^\circ c$ $m/\Omega .mm^2$	رسانایی در $60^\circ c$ $m/\Omega .mm^2$	نسبت رسانایی بر چگالی	مقاومت ویژه در $20^\circ c$ $\Omega .mm^2/m$	غلظت جریان درحد دما[1] A/mm^2
مس E-Cu	۸/۹	۵۶	۳۵	۶/۳	۰/۰۱۷۸	۱۵۴
آلومینیوم E-Al	۲/۷	۴۸	۳۰	۱۳	۰/۰۲۸۶	۱۰۲

۱- غلظت یا چگالی درحد نامی، غلظت جریانی است که دمای هادی را از $35^\circ c$ تا $200^\circ c$ در مدت یک ثانیه بالا می‌برد.

ج -۲- حداکثر دمای پیوسته

برای شینه‌هایی که اتصالات آن با پیچ بوده و اکسیده نشده یا روغن‌کاری نشده باشند حدوداً $120^\circ c$ و درصورتیکه آبکاری نقره و یا شبیه به‌آن شده باشد این دما را می‌توان تا $160^\circ c$ درنظر گرفت.

باافزایش دما استحکام مواد هادی کاهش پیدا می‌کند، این اثر برای آلومینیوم سریعتر از مس می‌باشد، درحالت اتصال کوتاه دمای هادی آلومینیوم از $180^\circ c$ و دمای هادی مس از $200^\circ c$ نباید تجاوز کند.

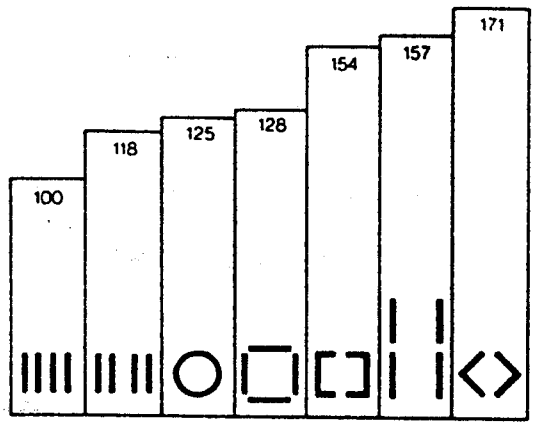
ج -۳- انتخاب شکل سطح مقطع شینه

شکل سطح مقطع هادی نه‌تنها بر روی استقامت پیچشی شینه موثر است بلکه روی ظرفیت باردهی شینه نیز اثرگذار می‌باشد. به هنگام استفاده از شینه در جریان مستقیم، به‌علت عدم‌وجود اثر پوستی، عامل مهم در انتخاب شکل سطح مقطع شینه، فقط تحمل حرارتی شینه درآن جریان می‌باشد.

در جریان متناوب، اثر پوستی عامل مهمی در افزایش مقاومت هادی می‌باشد، این اثر را می‌توان با انتخاب سطح مقطع مناسب کاهش داد، در جریانهای پایین شینه تکی یا دوبل تخت باتوجه‌به سهولت در نصب و فواصل مجاز کم، ترجیح داده می‌شود، و دراین حالت استفاده از شینه دوبل تلفات را پایین می‌آورد.

در جریانهای بالاتر از شینه‌های گرد (لوله‌ای) و ناودانی می‌توان استفاده نمود.

در شکل (ج-۱) درصد باردهی شینه‌های مختلف که دارای سطح مقطع مجموع یکسان هستند با هم مقایسه شده‌اند.



شکل (ج-۱)

ج -۴- جداول ظرفیت باردهی شینه‌های مختلف مسی و آلومینیومی

در جداول (ج-۳) تا (ج-۸) ظرفیت جریان پیوسته‌ای که هادیهای مسی و آلومینیومی می‌توانند از خود عبور دهند باتوجه‌به فرضیات زیر بدست آمده است:

الف- هوای محیط آرام و بدون حرکت است.

ب - قسمتهای اکسیده‌شده هادیهای لخت، دارای ضریب تشعشع ۰/۴ برای مس و ۰/۳۵ برای آلومینیوم هستند.

پ - هادیهای رنگ‌شده دارای ضریب تشعشع تقریبی ۰/۹ می‌باشند.

جداول مربوط به هادیهای مسی طبق استاندارد DIN ۴۳۶۷۱ و برای هادیهای آلومینیومی طبق DIN ۴۳۶۷۰ می‌باشد.

در جدول (ج-۳) مشخصات باردهی شینه‌های مسی با سطح مقطع مستطیلی آمده است، در محاسبه مقادیر این جدول دمای محیط $35^{\circ}c$ و دمای هادی $65^{\circ}c$ درنظر گرفته شده است. فاصله بین دو شینه که

بطورعمودی و از پهنا کنار هم قرار گرفته‌اند برابر ضخامت شینه می‌باشد.

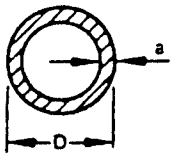
جدول (ج-۳)

پهنا × ضخامت mm × mm	سطح مقطع mm^2	وزن[1] Kg/m	جنس ماده[2]	جریان پیوسته متناوب			
				تعداد هادی رنگشده		تعداد هادی لخت	
۱۲ × ۵	۵۹/۵	۰/۵۲۹	E-Cu F37	۲۰۳	۳۴۵	۱۷۷	۳۱۲
۱۲ × ۱۰	۱۱۹/۵	۱/۰۶۳	E-Cu F37	۳۲۶	۶۰۵	۲۸۵	۵۵۳
۲۰ × ۵	۹۹/۱	۰/۸۸۲	E-Cu F37	۳۱۹	۵۶۰	۲۷۴	۵۰۰
۲۰ × ۱۰	۱۹۹	۱/۷۷	E-Cu F30	۴۹۷	۹۲۴	۴۲۷	۸۲۵
۳۰ × ۵	۱۴۹	۱/۳۳	E-Cu F37	۴۴۷	۷۶۰	۳۷۹	۶۷۲
۳۰ × ۱۰	۲۹۹	۲/۶۶	E-Cu F30	۶۷۶	۱۲۰۰	۵۷۳	۱۰۶۰
۴۰ × ۵	۱۹۹	۱/۷۷	E-Cu F37	۵۷۳	۹۵۲	۴۸۲	۸۳۶
۴۰ × ۱۰	۳۹۹	۳/۵۵	E-Cu F30	۸۵۰	۱۴۷۰	۷۱۵	۱۲۹۰
۵۰ × ۵	۲۴۹	۲/۲۲	E-Cu F37	۶۹۷	۱۱۴۰	۵۸۳	۹۹۴
۵۰ × ۱۰	۴۹۹	۴/۴۴	E-Cu F30	۱۰۲۰	۱۷۲۰	۸۵۲	۱۵۱۰
۶۰ × ۵	۲۹۹	۲/۶۶	E-Cu F30	۸۲۶	۱۳۳۰	۶۸۸	۱۱۵۰
۶۰ × ۱۰	۵۹۹	۵/۳۳	E-Cu F30	۱۱۸۰	۱۹۶۰	۹۸۵	۱۷۲۰
۸۰ × ۵	۳۹۹	۳/۵۵	E-Cu F30	۱۰۷۰	۱۶۸۰	۸۸۵	۱۴۵۰
۸۰ × ۱۰	۷۹۹	۷/۱۱	E-Cu F30	۱۵۰۰	۲۴۱۰	۱۲۴۰	۲۱۱۰
۱۰۰ × ۵	۴۹۹	۴/۴۴	E-Cu F30	۱۳۰۰	۲۰۱۰	۱۰۸۰	۱۷۳۰
۱۰۰ × ۱۰	۹۸۸	۸/۸۹	E-Cu F30	۱۸۱۰	۲۸۵۰	۱۴۹۰	۲۴۸۰
۱۲۰ × ۵	۱۲۰۰	۱۰/۷	E-Cu F30	۲۱۱۰	۳۲۸۰	۱۷۴۰	۲۸۶۰

۱- وزن باتوجه‌به چگالی Kg/dm^3 ۸/۹ حساب شده است.

۲- مواد E-Cu و سایر مواد مطابق استاندارد DIN 40500 Sheet 3 می‌باشند و لبه شینه‌های تخت مطابق استاندارد DIN 46433 گرد شده است.

مشخصات باردهی شینه‌های مسی لوله‌ای‌شکل در جدول (ج-۴) آمده است.



جدول (ج-۴) شینه‌های مسی باسطح مقطع لوله‌ای‌شکل، دمای محیط c °۳۵، دمای هادی c °۶۵ و فاصله بین مراکز فازها بزرگتر یا برابر با ۲/۵ برابر قطر خارجی لوله می‌باشد

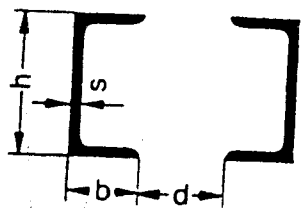
جریان پیوسته شینه		جنس ماده[۲]	وزن[۱] Kg/m	سطح مقطع mm	ضخامت جداره mm	قطر خارجی mm
لخت	رنگ‌شده					
۳۲۹	۳۸۴	E-Cu F37	۱/۰۱	۱۱۳	۲	۲۰
۳۹۲	۴۵۷	E-Cu F37	۱/۴۳	۱۶۰	۳	
۴۳۸	۵۱۲	E-Cu F30	۱/۷۹	۲۰۱	۴	
۴۷۵	۵۵۴	E-Cu F30	۲/۱۰	۲۳۶	۵	
	۵۹۱	E-Cu F25	۲/۳۵	۲۶۴	۶	
۵۰۶						
۵۰۸	۶۰۲	E-Cu F37	۱/۶۸	۱۸۸	۲	۳۲
۶۱۱	۷۲۵	E-Cu F37	۲/۴۴	۲۷۳	۳	
۶۹۳	۸۲۱	E-Cu F30	۳/۱۴	۳۵۲	۴	
۷۶۰	۹۰۰	E-Cu F30	۳/۷۸	۴۲۴	۵	
۸۲۱	۹۷۳	E-Cu F25	۴/۳۷	۴۹۰	۶	
۶۲۴	۷۴۴	E-Cu F37	۲/۱۳	۲۳۹	۲	۴۰
۷۵۳	۸۹۹	E-Cu F37	۳/۱۱	۳۴۹	۳	
۸۵۷	۱۰۲۰	E-Cu F30	۴/۰۴	۴۵۲	۴	
۹۴۴	۱۱۳۰	E-Cu F30	۴/۹۰	۵۵۰	۵	
۱۰۲۰	۱۲۲۰	E-Cu F25	۵/۷۲	۶۴۱	۶	
۹۲۸	۱۱۲۰	E-Cu F37	۳/۹۵	۴۴۳	۳	۵۰
۱۰۶۰	۱۲۷۰	E-Cu F30	۵/۱۶	۵۷۸	۴	
۱۱۷۰	۱۴۱۰	E-Cu F30	۶/۳۱	۷۰۷	۵	
۱۲۷۰	۱۵۳۰	E-Cu F25	۷/۴۰	۸۲۹	۶	
۱۴۲۰	۱۷۰۰	E-Cu F25	۹/۴۲	۱۰۶۰	۸	
۱۱۵۰	۱۳۹۰	E-Cu F30	۵/۰۴	۵۶۵	۳	۶۳
۱۳۲۰	۱۵۹۰	E-Cu F30	۶/۶۱	۷۴۱	۴	
۱۴۶۰	۱۷۶۰	E-Cu F30	۸/۱۳	۹۱۱	۵	
۱۵۹۰	۱۹۲۰	E-Cu F25	۹/۵۸	۱۰۷۰	۶	
۱۷۸۰	۲۱۵۰	E-Cu F25	۱۲/۳	۱۳۸۰	۸	
۱۴۴۰	۱۷۵۰	E-Cu F30	۶/۴۷	۷۲۶	۳	۸۰
۱۶۵۰	۲۰۱۰	E-Cu F30	۸/۵۲	۹۵۵	۴	
۱۸۲۰	۲۲۳۰	E-Cu F30	۱۰/۵	۱۱۸۰	۵	
۱۹۹۰	۲۴۳۰	E-Cu F25	۱۲/۴	۱۴۰۰	۶	
۲۲۴۰	۲۷۳۰	E-Cu F25	۱۶/۱	۱۸۱۰	۸	
۱۷۷۰	۲۱۷۰	E-Cu F30	۸/۱۵	۹۱۴	۳	۱۰۰
۲۰۳۰	۲۴۹۰	E-Cu F30	۱۰/۸	۱۲۱۰	۴	
۲۲۵۰	۲۷۶۰	E-Cu F30	۱۳/۳	۱۴۹۰	۵	
۲۴۶۰	۳۰۲۰	E-Cu F25	۱۵/۸	۱۷۷۰	۶	
۳۳۳۰	۳۴۱۰	E-Cu F25	۲۰/۶	۲۳۱۰	۸	

۱- محاسبات برای چگالی مس $8/9\ Kg/dm^3$ انجام شده است.
۲- مواد E-Cu یا سایر مواد مطابق استاندارد DIN 40500، Sheet 2 می‌باشد و لوله‌ها مطابق DIN 1754 می‌باشد.

مشخصات باردهی شین مسی از پروفیل U برای جریان متناوب در جدول (ج-۵) آمده است که دراین جدول محاسبات براساس دمای محیط ۳۵° و دمای هادی c ۶۵° درنظر گرفته شده است.

جدول (ج-۵)

تعداد شینه‌های هر فاز



ابعاد پروفیل برحسب میلیمتر					جنس	مقطع	وزن	لخت	رنگشده	مقطع	وزن	لخت	رنگشده
Nr.	h	b	s	d	E-Cu	mm'	Kg/m	A	A	mm'	Kg/m	A	A
۶	۶۰	۳۰	۴	۲۵	F30	۴۴۸	۳/۹۹	۹۹۰	۱۱۰۰	۸۹۶	۷/۹۸	۲۱۰۰	۲۲۵۰
۸	۸۰	۳۷/۵	۶	۲۵	F30	۸۵۸	۷/۶۵	۱۶۵۰	۱۸۰۰	۱۷۲۰	۱۵/۳	۲۹۰۰	۳۲۰۰
۱۰	۱۰۰	۳۷/۵	۸	۲۵	F30	۱۲۷۰	۱۱/۳	۲۳۰۰	۲۵۰۰	۲۵۴۰	۲۲/۶	۳۹۰۰	۴۳۰۰

در جدول (ج-۶) مشخصات باردهی شینه‌های آلومینیومی با سطح مقطع مستطیلی آمده است، در محاسبه مقادیر، دمای محیط c ۳۵° و دمای هادی c ۶۵° درنظر گرفته شده است. و فاصله بین دو شینه که بطورعمودی و از پهنا کنار هم قرار گرفته‌اند برابر ضخامت شینه می‌باشد.

جدول (ج-۶)

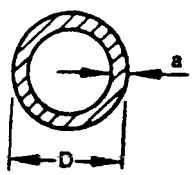
پهنا × ضخامت mm × mm	سطح مقطع mm^2	وزن[1] Kg/m	جنس ماده[2]	جریان پیوسته متناوب تا فرکانس ۶۰ هرتز			
				تعداد هادی رنگ‌شده		تعداد هادی لخت	
۱۲ × ۵	۵۹/۵	۰/۱۶۰	E-Al F10	۱۶۰	۲۹۲	۱۳۹	۲۶۳
۱۲ × ۱۰	۱۱۹/۵	۰/۳۲۲	E-Al F10	۲۵۷	۴۹۰	۲۲۴	۴۴۰
۲۰ × ۵	۹۹/۱	۰/۲۶۸	E-Al F10	۲۵۴	۴۴۶	۲۱۴	۳۹۲
۲۰ × ۱۰	۱۹۹	۰/۵۳۸	E-Al F10	۳۹۳	۷۳۰	۳۳۱	۶۴۳
۳۰ × ۵	۱۴۹	/۴۰۳	E-Al F10	۳۵۶	۶۰۶	۲۹۵	۵۲۶
۳۰ × ۱۰	۲۹۹	۰/۸۰۸	E-Al F10	۵۳۶	۹۵۶	۴۴۵	۸۳۲
۴۰ × ۵	۱۹۹	۰/۵۳۸	E-Al F10	۴۵۶	۷۶۲	۳۷۶	۶۵۸
۴۰ × ۱۰	۳۹۹	۱/۰۸	E-Al F10	۶۷۷	۱۱۸۰	۵۵۷	۱۰۳۰
۵۰ × ۵	۲۴۹	۰/۶۷۳	E-Al F10	۵۵۶	۹۱۶	۴۵۵	۷۸۶
۵۰ × ۱۰	۴۹۹	۱/۳۵	E-Al F10	۸۱۵	۱۴۰۰	۶۶۷	۱۲۱۰
۶۰ × ۵	۲۹۹	۰/۸۰۸	E-Al F10	۶۵۵	۱۰۷۰	۵۳۳	۹۱۰
۶۰ × ۱۰	۵۹۹	۱/۶۲	E-Al F10	۹۵۱	۱۶۱۰	۷۷۴	۱۳۹۰
۸۰ × ۵	۳۹۹	۱/۰۸	E-Al F10	۸۵۱	۱۳۶۰	۶۸۸	۱۱۵۰
۸۰ × ۱۰	۷۹۹	۲/۱۶	E-Al F10	۱۲۲۰	۲۰۰۰	۹۸۳	۱۷۲۰
۱۰۰ × ۵	۴۹۹	۱/۳۵	E-Al F6.5	۱۰۵۰	۱۶۵۰	۸۴۶	۱۳۹۰
۱۰۰ × ۱۰	۹۹۹	۲/۷۰	E-Al F6.5	۱۴۸۰	۲۳۹۰	۱۱۹۰	۲۰۵۰
۱۰۰ × ۱۵	۱۵۰۰	۴/۰۴	E-Al F6.5	۱۸۰۰	۲۹۱۰	۱۴۵۰	۲۵۰۰
۱۲۰ × ۱۰	۱۲۰۰	۳/۲۴	E-Al F6.5	۱۷۳۰	۲۷۵۰	۱۳۹۰	۲۳۶۰
۱۲۰ × ۱۵	۱۸۰۰	۴/۸۶	E-Al F6.5	۲۰۹۰	۳۳۲۰	۱۶۸۰	۲۸۵۰

۱- وزن باتوجه به چگالی $2/7 Kg/dm^3$ محاسبه شده است.

۲- مواد E-Al و سایر مواد باتوجه‌به استاندارد DIN 40501, Sheet 3 برده و لبه شینه‌های تخت مطابق استاندارد DIN 46433 گرد شده‌اند.

مشخصات باردهی شینه‌های آلومینیومی لوله‌ای‌شکل در جدول (۶-۷) آمده است، دمای

محیط c °۳۵ و دمای هادی c °۶۵ درنظر گرفته شده است و فاصله بین خط مرکزی دو فاز مجاور بزرگتر یا برابر با ۲ برابر قطر خارجی شینه می‌باشد.



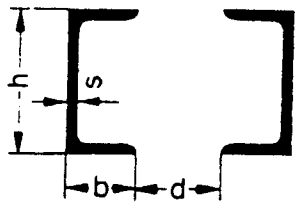
جدول (ج-۷) شینه‌های آلومینیومی با سطح مقطع لوله‌ای‌شکل، دمای محیط c °۳۵، دمای هادی c °۶۵ و فاصله بین مراکز فازها بزرگتر یا برابر با ۲/۵ برابر قطر خارجی لوله می‌باشد

جریان پیوسته شینه		جنس ماده	وزن Kg/m	سطح مقطع mm²	ضخامت جداره mm	قطر خارجی mm
لخت	رنگ‌شده					
۲۵۷	۳۰۵	E-Al F10	۰/۳۰۵	۱۱۳	۲	۲۰
۳۰۵	۳۶۳	E-Al F10	۰/۴۳۳	۱۶۰	۳	
۳۴۲	۴۰۷	E-Al F10	۰/۵۴۴	۲۰۱	۴	
۳۷۰	۴۴۰	E-Al F10	۰/۶۳۶	۲۳۶	۵	
۳۹۲	۴۶۵	E-Al F10	۰/۷۱۳	۲۶۴	۶	
۳۹۵	۴۷۸	E-Al F10	۰/۵۰۹	۱۸۸	۲	۳۲
۴۷۶	۵۷۵	E-Al F10	۰/۷۳۹	۲۷۳	۳	
۵۳۹	۶۵۳	E-Al F10	۰/۹۵۰	۳۵۲	۴	
۵۹۲	۷۱۶	E-Al F10	۱/۱۵	۴۲۴	۵	
۶۳۶	۷۶۹	E-Al F10	۱/۳۲	۴۹۰	۶	
۴۸۵	۵۹۱	E-Al F10	۰/۶۴۵	۲۳۹	۲	۴۰
۵۹۵	۷۱۴	E-Al F10	۰/۹۴۲	۳۴۹	۳	
۶۶۷	۸۱۳	E-Al F10	۱/۲۲	۴۵۲	۴	
۷۴۳	۸۹۶	E-Al F10	۱/۴۸	۵۵۰	۵	
۷۹۲	۹۶۶	E-Al F10	۱/۷۳	۶۴۱	۶	
۷۲۰	۸۸۶	E-Al F10	۱/۲۰	۴۴۳	۳	۵۰
۸۲۲	۱۰۱۰	E-Al F10	۱/۵۶	۵۷۸	۴	
۹۰۹	۱۱۲۰	E-Al F10	۱/۹۱	۷۰۷	۵	
۹۸۳	۱۲۱۰	E-Al F10	۲/۲۴	۸۲۹	۶	
۱۱۱۰	۱۳۷۰	E-Al F7	۲/۸۵	۱۰۶۰	۸	
۱۲۱۰	۱۴۹۰	E-Al F7	۳/۳۹	۱۲۶۰	۱۰	
۸۹۲	۱۱۱۰	E-Al F10	۱/۵۳	۵۶۵	۳	۶۳
۱۰۲۰	۱۲۷۰	E-Al F10	۲/۰۰	۷۴۱	۴	
۱۱۳۰	۱۴۰۰	E-Al F10	۲/۴۶	۹۱۱	۵	
۱۲۳۰	۱۵۲۰	E-Al F10	۲/۰۰	۱۰۷۰	۶	
۱۳۹۰	۱۷۳۰	E-Al F7	۳/۷۳	۱۳۸۰	۸	

ادامه جدول (ج-۷)

قطر خارجی mm	ضخامت جداره mm	سطح مقطع mm^2	وزن Kg/m	جنس ماده	جریان پیوسته شینه	
					رنگ‌شده	لخت
۸۰	۳	۷۲۶	۱/۹۶	E-Al F10	۱۳۹۰	۱۱۱۰
	۴	۹۵۵	۲/۵۸	E-Al F10	۱۶۰۰	۱۲۸۰
	۵	۱۱۸۰	۳/۱۸	E-Al F10	۱۱۷۰	۱۴۲۰
	۶	۱۴۰۰	۳/۷۷	E-Al F10	۱۹۲۰	۱۵۴۰
	۸	۱۸۱۰	۴/۸۹	E-Al F7	۲۲۰۰	۱۷۶۰
	۱۰	۲۲۰۰	۵/۹۴	E-Al F7	۲۴۱۰	۱۹۲۰
۱۰۰	۳	۹۱۴	۲/۴۷	E-Al F10	۱۷۲۰	۱۳۷۰
	۴	۱۲۱۰	۳/۲۶	E-Al F10	۱۹۸۰	۱۵۷۰
	۵	۱۴۹۰	۴/۰۳	E-Al F10	۲۲۰۰	۱۷۵۰
	۶	۱۷۷۰	۴/۷۸	E-Al F10	۲۳۹۰	۱۹۰۰
	۸	۲۳۱۰	۶/۲۴	E-Al F7	۲۷۴۰	۲۱۷۰
۱۲۰	۴	۱۴۶۰	۳/۹۴	E-Al F10	۲۳۶۰	۱۸۶۰
	۵	۱۸۱۰	۴/۸۸	E-Al F10	۲۶۲۰	۲۰۷۰
	۶	۲۱۵۰	۵/۸۰	E-Al F10	۲۸۶۰	۲۲۵۰
	۸	۲۸۲۰	۷/۶۰	E-Al F7	۳۲۷۰	۲۵۸۰
	۱۰	۳۴۶۰	۹/۳۳	E-Al F7	۳۵۹۰	۲۸۳۰
۱۶۰	۴	۱۹۶۰	۵/۲۹	E-Al F10	۳۱۱۰	۲۴۳۰
	۵	۲۴۴۰	۶/۵۷	E-Al F10	۳۴۶۰	۲۷۱۰
	۶	۲۹۰۰	۷/۸۴	EAlu F10	۳۷۸۰	۲۹۵۰
	۸	۳۸۲۰	۱۰/۳	E-Al F7	۴۳۴۰	۳۳۹۰
	۱۰	۴۷۱۰	۱۲/۷	E-Al F7	۴۷۶۰	۳۷۲۰

مشخصات باردهی شینه آلومینیومی از پروفیل U برای جریان متناوب و دمای محیط $35^{\circ}c$ و دمای هادی $65^{\circ}c$ در جدول (ج-۸) آورده شده است. هنگامیکه شکل پروفیل بصورت [] قرار گرفته است، و فاصله بین خط مرکز دو فاز بزرگتر یا مساوی 2h می‌باشد. مواد استفاده‌شده E-Al و یا سایر مواد مطابق استاندارد DIN 40501, Sheet 3 می‌باشد.



جدول (ج-۸)

ابعاد				سطح مقطع		وزن		جنس ماده	جریان پیوسته شینه			
									رنگشده		لخت	
h	b	s	d	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
mm	mm	mm	mm	mm^2	mm^2	Kg/m	Kg/m					
۶۰	۳۰	۴	۲۵	۴۴۸	۸۹۶	۱/۲۲	۲/۴۴	E-Al F6.5	۸۸۰	۱۸۰۰	۶۸۵	۱۳۷۰
۸۰	۳۷/۵	۶	۲۵	۸۵۸	۱۲۷۰	۲/۳۲	۴/۶۴	E-Al F8	۱۴۶۰	۲۵۴۰	۱۱۴۰	۲۰۰۰
۱۰۰	۳۷/۵	۸	۲۵	۱۲۷۰	۲۵۴۰	۳/۴۷	۶/۹۴	E-Al F8	۲۰۰۰	۳۴۵۰	۱۵۵۰	۲۷۰۰

ج -۵- ضرایب تصحیح

درصورتیکه شرایط واقعی با شرایط فرض‌شده در جداول (ج-۳) تا (ج-۸) فرق داشته باشد بایستی جریان خوانده‌شده از جدول بصورت زیر تصحیح گردد.

$$I_{con} = I_{table} \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5$$

که در فرمول فوق:

I_{con} : جریان پیوسته‌ایست که شینه می‌تواند از خود عبور دهد.

I_{table} : مقدار جریان خوانده‌شده از جداول (ج-۳) تا (ج-۸) باتوجه‌به سطح مقطع انتخابی می‌باشد.

k_1 : ضریب تصحیح جریان باتوجه‌به تغییرات رسانایی می‌باشد.

k_2 : ضریب تصحیح جریان باتوجه‌به تغییرات دمای محیط و شینه از مقادیر فرض‌شده می‌باشد.

k_3 : ضریب تصحیح جریان باتوجه‌به تاثیرات حرارتی ناشی از نحوه قرار گرفتن شینه‌ها نسبت به هم می‌باشد.

k_4 : ضریب تصحیح جریان باتوجه‌به تاثیرات الکتریکی ناشی از نحوه قرار گرفتن شینه‌ها نسبت به هم می‌باشد.

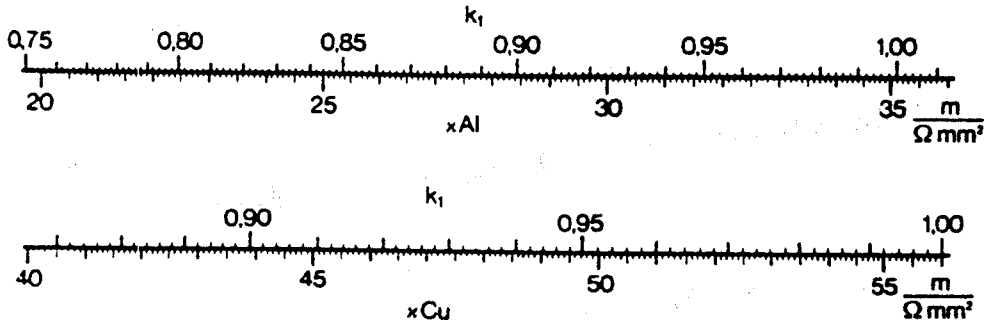
k_5 : ضریب تصحیح جریان باتوجه‌به ارتفاع نصب تابلو از سطح دریا می‌باشد.

ج -۵-۱- ضریب تصحیح k_1

باتوجه‌به جنس شینه و رسانایی ماده مورد استفاده بایستی جریان خوانده‌شده از جداول (ج-۳) تا (ج-۸) تصحیح گردد. در شکل (ج-۲) ضریب تصحیح k_1 برای شینه آلومینیومی و مسی آمده است.

تغییر مقدار رسانایی برای آلومینیوم از مقدار $35/1\ m/\Omega mm^2$ و برای مس از $56\ m/\Omega mm^2$ درنظر گرفته شده است.

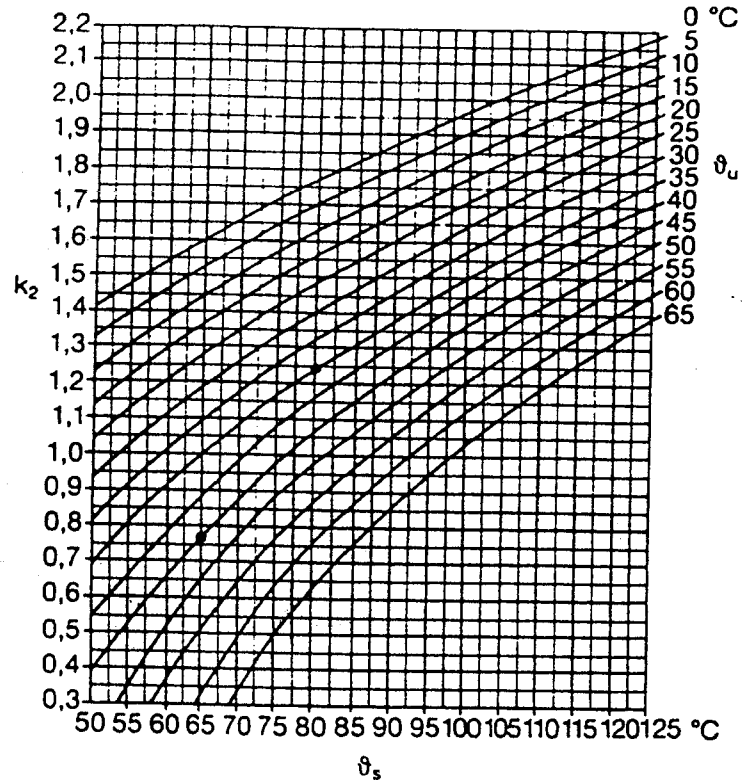
برای مثال شینه آلومینیوم با $k = 30\ m/\Omega mm^2$ ضریب تصحیح برابر ۰/۹۲۵ می‌شود.



شکل (ج-۲) ضریب تصحیح K_1 با تغییر رسانایی ماده مورداستفاده

ج -۵-۲- ضریب تصحیح k_2

اگر دمای محیط و شینه با مقادیر درنظر گرفته‌شده در جداول (ج-۳) تا (ج-۸) فرق داشته باشد ضریب تصحیح مطابق شکل (ج-۳) بدست می‌آید.



شکل (ج-۳) ضریب تصحیح k_2 برای مقادیر دمای غیر از ۳۵° c برای هوا و ۶۵° c برای هادی، θ_s دمای شینه θ_u دمای متوسط هوا در ۲۴ ساعت

هنگام انتخاب سطح مقطع شینه، باید توجه شود که حداکثر دمای عملکرد مجاز تجهیزات و اتصالات و مواد عایقی مربوطه مناسب این کار باشد.

برای مثال، اگر θ_u=۳۵° c و دمای حداکثر شینه ۸۰° c (ازدیاد حرارت ۴۵°) ضریب k_2=۱/۲۴ می‌شود و برای دمای محیط θ_u=۴۵° و دمای شینه θ_s=۶۵° c (ازدیاد حرارت ۲۰°) ضریب k_2=۰/۷۷ می‌شود.

ج -۵-۳- ضریب تصحیح k_3

ضریب تصحیح جریان باتوجه‌به اثر حرارتی با درنظر گرفتن نحوه قرارگیری شینه‌ها، به هنگامیکه شینه‌ها بصورت دوبل و پهنای آن بصورت افقی قرار گرفته است بصورت زیر می‌باشد (برای شینه‌هایی به عرض ۲۰۰-۵۰ میلیمتر و ضخامت ۱۰-۵ میلیمتر)

برای شینه‌های رنگ‌شده k_3 = ۰/۸۵.

برای شینه‌های رنگ‌شده ۰/۸۵ = $k_۴$.

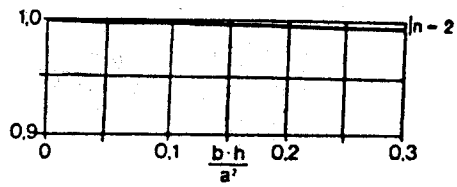
برای شینه‌های رنگ‌نشده ۰/۸ = $k_۴$.

(لازم به ذکر است که نصب شینه‌ها بطورافقی، به‌علت تشعشع حرارتی نامناسب‌تر و خنک شدن کمتر، باعث کاهش باردهی شینه می‌شود)

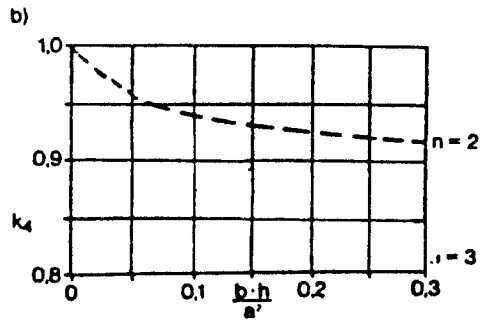
ج -۵-۴- ضریب تصحیح $k_۴$

ضریب تصحیح جریان باتوجه‌به اثر الکتریکی با درنظر گرفتن نحوه قرارگیری شینه‌ها برای شینه‌های مسی و آلومینیومی در شکل (ج-۴) و (ج-۵) آمده است.

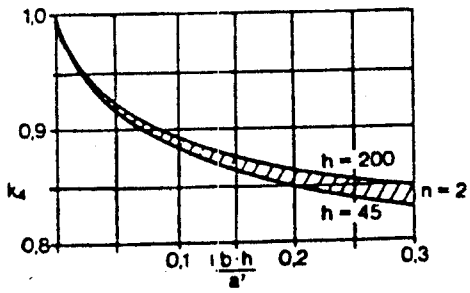
الف-



ب -



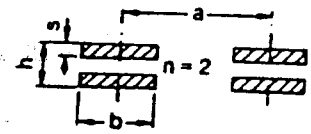
پ -



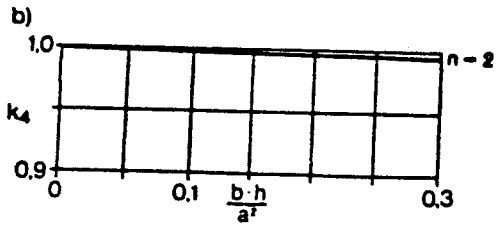
شکل (ج-۴) ضریب تصحیح $k_۴$ با درنظر گرفتن اثر پوستی برای شینه‌های آلومینیومی و فواصل کم بین فازها

الف- ضریب تصحیح $k_۴$ برای ضخامت شینه s=۵ mm، ب - ضریب تصحیح $k_۴$ برای ضخامت شینه s=۱۰ mm، پ - ضریب تصحیح $k_۴$ برای ضخامت شینه s=۱۵ mm

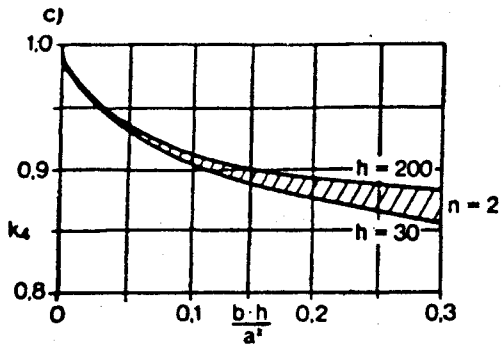
الف-



ب -



پ -



شکل (ج-۵) ضریب تصحیح k_4 برای تاثیراثر پوستی برای هادی مسی بادرنظرگرفتن فاصله‌کم بین فازها

الف- مثال از نوع شکل قرار گرفتن هادی برای $n = ۲$

ب - ضریب تصحیح k_4 برای ضخامت هادی $s = ۵$ mm

پ - ضریب تصحیح k_4 برای ضخامت هادی $s = ۱۰$ mm بصورت تابعی از $b.h/a^2$ که b، h و a برحسب میلیمتر می‌باشد و n تعداد هادیها در هر فاز می‌باشد.

ج -۵-۵- ضریب تصحیح k_5

ضریب تصحیح جریان (k_5) باتوجه‌به ارتفاع و فشار محل نصب شینه در جدول (ج-۹) آمده است.

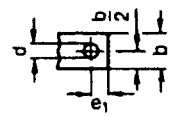
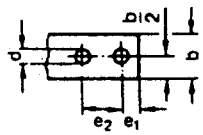
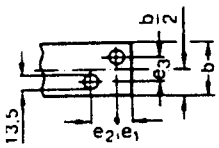
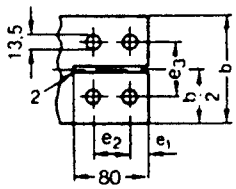
جدول (ج-۹) ضریب تصحیح k_5 برای نصب شینه‌ها در ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا

ارتفاع بالاتر از سطح دریا	ضریب تصحیح k_5
۱۰۰۰	۱
۲۰۰۰	۰/۹۹
۳۰۰۰	۰/۹۶
۴۰۰۰	۰/۹

ج -۶- اتصالات شین

به هنگام ارتباط شینها به یکدیگر و گرفتن انشعاب باید دقت شود که مقاومت شین در محل اتصال تا حد امکان کوچک نگهداشته شود. تا از ازدیاد حرارت در محل اتصال جلوگیری گردد. به هنگام اتصال دو شینه سطح تماس بایستی بوسیله سوهان یا برس سیمی کاملا" تمیز گردد. سپس باتوجه‌به جداول زیر تعداد و اندازه سوراخها بر روی شینه مشخص شده و اتصال توسط پیچ و مهره صورت گیرد.

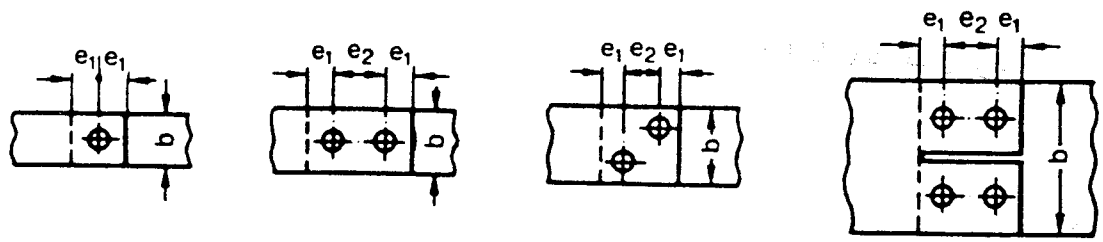
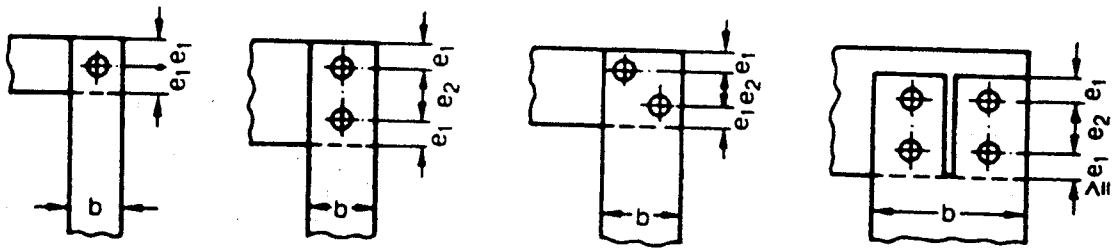
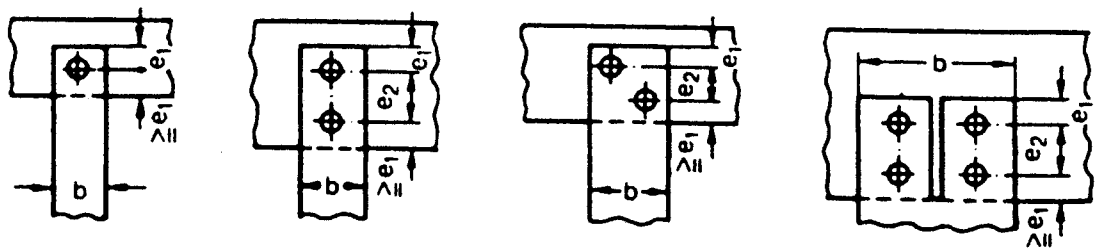
جدول (ج-۱۰) طرز آماده کردن شینه‌های تخت برای اتصال (ابعاد به میلیمتر)

پهنای هادی	۱۲-۵۰	۲۵-۶۰	۶۰	۸۰-۱۲۰
شکل	I	II	III	IV
سوراخ انتهای شین				

ابعاد	b	d	e_1	d	e_1	e_2	d	e_1	e_2	e_1	e_2	e_3
	۱۲	۵/۵	۶	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	۱۵	۶/۶	۷/۵	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	۲۰	۹	۱۰	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	۲۵	۱۱	۱۲/۵	۱۱	۲/۵	۳۰	—	—	—	—	—	—
	۳۰	۱۱	۱۵	۱۱	۱۵۱	۳۰	—	—	—	—	—	—
	۴۰	۱۳/۵	۲۰	۱۳/۵	۲۰	۴۰	—	—	—	—	—	—
	۵۰	۱۳/۵	۲۵	۱۳/۵	۲۰	۴۰	—	—	—	—	—	—
	۶۰	—	—	۱۳/۵	۲۰	۴۰	۱۷	۲۶	۲۶	—	—	—
	۸۰	—	—	—	—	—	—	—	—	۲۰	۴۰	۴۰
	۱۰۰	—	—	—	—	—	—	—	—	۲۰	۴۰	۵۰
	۱۲۰	—	—	—	—	—	—	—	—	۲۰	۴۰	۶۰

رواداریهای مجاز برای فواصل مرکز سوراخها برابر ۰/۳ ± میلیمتر می‌باشد.

جدول (ج-۱۱) مثالهایی از اتصالات پیچ و مهره‌ای برای شینه‌های تخت

اتصال طولی	
اتصال با زاویه	
اتصال صلیبی	

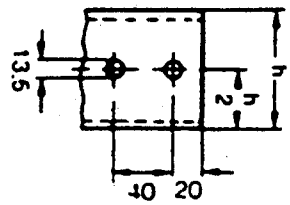
مقادیر نمونه‌ای b، d و e_1 و e_2 و e_p در جدول (ج-۱۰) آمده است.

در اتصالاتی که فقط از یک پیچ استفاده شده است باید اطمینان حاصل شود تا از شل شدن اتصال جلوگیری گردد. در اتصالات صلیبی پهنای شینه افقی (شینه اصلی) بزرگتر یا برابر شینه انشعابی باید باشد.

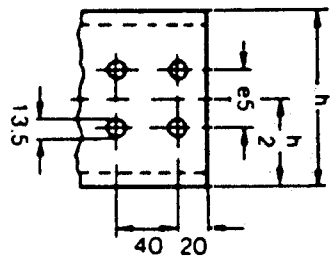
جدول (ج-۱۲) سوراخهای لازم جهت اتصالات شین Uشکل (ابعاد به میلیمتر)

سوراخ انتهای شین

شینه به پهنای ۶۰ تا ۸۰ میلیمتر



شینه به پهنای ۱۰۰ تا ۱۶۰ میلیمتر



مقادیر نمونه‌ای e_5 در جدول (ج-۱۳) آمده است.

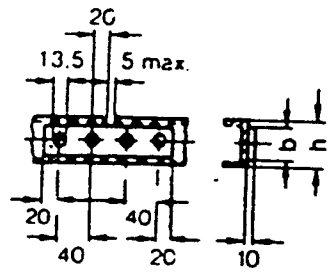
h برابر ارتفاع پروفیل Uشکل می‌باشد.

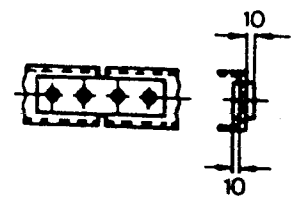
رواداری مجاز برای فواصل مرکز سوراخها برابر ۰/۳ ± میلیمتر می‌باشد.

برای اتصال شینه‌های لوله‌ای و یا پروفیل Uشکل از کلمپهای مخصوص باید استفاده نمود. طرز آماده کردن‌محل ارتباط شینه‌ها به همراه اشکال مربوطه در زیر آمده است.

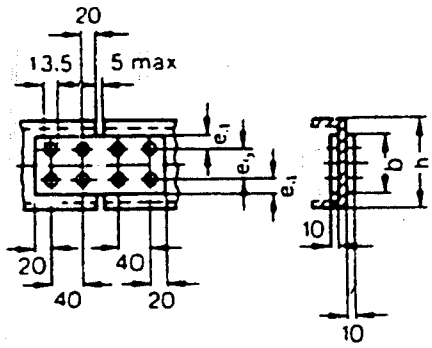
جدول (ج-۱۳) نمونه‌هایی از اتصالات طولی در شینه از نوع پروفیل Uشکل (ابعاد به میلیمتر)

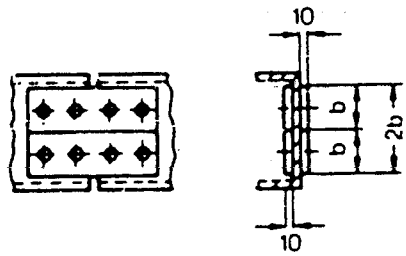
پهنای هادی ا ز ۶۰ تا ۸۰ میلیمتر





پهنای هادی از ۱۰۰ تا ۱۶۰ میلیمتر

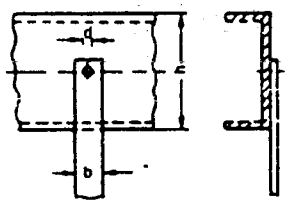




h	۶۰	۸۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۴۰	۱۶۰
b	۵۰	۵۰	۸۰	۸۰	۱۰۰	۶۰
e_4	—	—	۲۰	۲۰	۲۵	۳۰
e_5	—	—	۴۰	۴۰	۵۰	۶۰

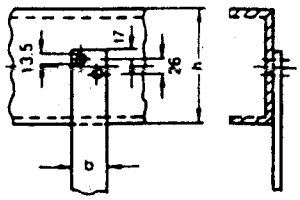
جدول (ج-۱۴) نمونه‌هایی از اتصالات صلیبی در شینه‌هایی از نوع پروفیل Uشکل

(ابعاد برحسب میلیمتر)



برای b = ۱۲-۵۰ mm

مناسب برای انواع پروفیلهای Uشکل

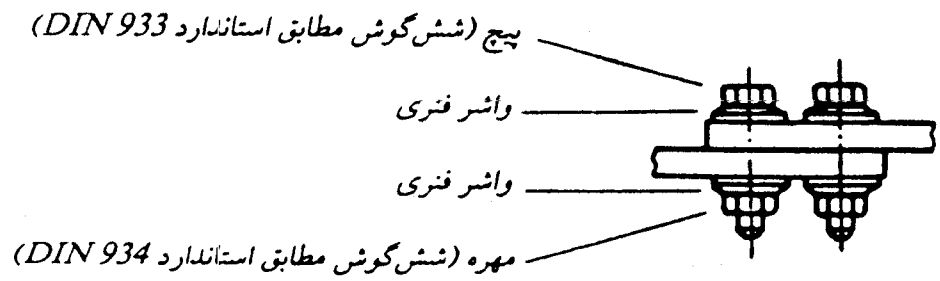


برای b = ۶۰ mm

برای پروفیلهای U و U80

b	۱۲	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
d	۵/۵	۶/۶	۹	۱۱	۱۱	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵

شکل (ج-۶) طرز ارتباط شین با پیچ و مهره را نشان می‌دهد.



شکل (ج-۶)

مراجع :

۱- نشریه IEC شماره ۱۴۴ : درجات حفاظتی برای تابلوهای فشار ضعیف و تجهیزات داخلی آن

۲- نشریه IEC شماره ۵۲۹ : طبقه‌بندی درجات حفاظتی برای محفظه‌ها

۳- نشریه IEC شماره ۲۹۸ : تابلوهای قدرت و فرمان فشارقوی

۴- نشریه IEC شماره ۴۳۹ : تابلوهای قدرت و فرمان فشار ضعیف سوار شده در کارخانه

۵- نشریه IEC شماره ۹۴۷ : کلیدهای قدرت فشار ضعیف

۶- نشریه BC شماره ۵۴۹۳ : پوشش حفاظتی برای تجهیزات آهنی و فولادی در مقابل زنگ زدگی

۷- نشریه ANSI شماره ۱-A۱۵۹ : روشهای زیرسازی قبل از رنگ کاری

۸- استاندارد ۱۹۲۸ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : تابلوهای فرمان و کنترل فشارضعیف سوار شده در کارخانه

۹- استاندارد ۱۹۲۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : تابلوهای فرمان و کنترل فشارضعیف سوار شده درکارخانه(مقررات مخصوص برای سیستم مجرای شینه‌کشی)

۱۰- ABB, Switchgear Manual, 8th edition