جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال یراق آلات خطوط هوایی انتقال نیرو

نشریه شماره ۲-۴۶۵

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال یراق آلات خطوط هوایی انتقال نیرو

نشریه شماره ۲-۴۶۵

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۱۰۰/۱۲۲۲۱۱
	تاریخ:	۱۳۸۷/۱۲/۲۱

موضوع:
مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال- یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۶۵ دفتر نظام فنی اجرایی، در دو جلد با عنوان «**مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال- یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو (جلد اول) و (جلد دوم)**» از نوع گروه دوم ابلاغ می‌شود.

شایسته است دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور مفاد نشریه یاد شده، ضوابط و معیارهای مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کاری خود- در طرح‌های عمرانی مورد استفاده قرار دهند.

امیرمنصور برقعی
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

۵۸٦۰٤٤

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

سازمان مرکزی- تهران ۱۱۴۹۹۴۳۱۴۱- خیابان صفی علی شاه
http://tec.mporg.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور و بـه منظـور تعمـیم اسـتانداردهای صنعت برق و ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای پروژه‌های مربوط به تولید، انتقـال و توزیـع نیـروی بـرق، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (معاونت نظارت راهبردی – دفتر نظـام فنـی اجرائـی) بـا همکـاری وزارت نیرو – شرکت توانیر در قالب طرح «ضوابط و معیارهای فنی صـنعت بـرق» اقـدام بـه تهیـه مجموعـه کـاملی از استانداردهای مورد لزوم نموده است.

نشریه حاضر با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – یراق آلات خطـوط هوایی انتقال نیرو- جلد دوم» در بر گیرنده مباحث مربوط به یراق آلات خطوط هوایی انتقال نیرو شامل کلیات، تعـاریف، انواع، روشهای تولید، موارد استفاده، و راهنمای انتخاب و همچنین نیازمندیها و آزمون های استاندارد لـوازم یـاد شـده در رده ولتاژی ۶۳ تا ۴۰۰ کیلو ولت می باشد.

معاونت نظارت راهبردی به این وسیله از کوشش‌های دست‌اندرکاران به ثمر رسیدن این نشریه و همچنین سازمان‌هـا و شرکت‌های مهندسی مشاور که با اظهارنظرهای سازنده خود این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نموده‌اند سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها و خطوط فوق توزیع و انتقـال - یـراق آلات خطوط هوایی انتقال نیرو - جلد دوم، نشریه شماره ۲- ٤٦٥

تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسین مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندسـین شـهرام کـاظمی، دکتـر عـارف درودی و دکتر سید حسن حسینیان تهیه و تدوین شده است و توسط آقای اسماعیل زارعی مورد ویراستاری قرار گرفته است.

کمیته فنی

این نشریه همچنین در کمیته فنی طرح با مشارکت مجری و مشاور طرح و نمایندگان شرکت‌های مهندسی مشاور تحت پوشش وزارت نیرو به شرح زیر بررسی، اصلاح و تصویب شده است.

آقای مهندس جمال بیاتی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – مجری طرح
آقای مهندس یزدان اعرابیان	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس بهمن الله مرادی	سازمان توسعه برق ایران
آقای دکتر عارف درودی	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس محمد رضا شریعتی	پژوهشگاه نیرو
آقای مهندس علی رحیم زاده خوشرو	کارشناس معاونت برنامه ریزی – دفتر فنی شبکه
آقای مهندس رضا صائمی	مشانیر
آقای مهندس علیرضا ضامنی	کارشناس معاونت برنامه ریزی – دفتر فنی شبکه
آقای مهندس سید حسن عرب اف	مهندسین مشاور قدس نیرو
خانم مهندس زیبا فاخری داریان	مشانیر
آقای مهندس علی اصغر کسائیان	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس سید جمال الدین واسعی	پژوهشگاه نیرو
آقای مهندس احسان الله زمانی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – دبیر کمیته فنی طرح

مسـؤولیت کنتـرل و بررسـی نشـریه در راسـتای اهـداف دفترنظـام فنـی اجرائـی بـه عهـده آقایـان مهندسـین محمدرضا طلاکوب و پرویز سیداحمدی بوده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ـ معرفی و شناخت

۱-۱- کلیات ۳
۱-۲- تعاریف ۴
۱-۲-۱- زنجیره مقره ۴
۱-۲-۲- کوپلینگ توپی و سوکتی ۴
۱-۲-۳- یراق بی‌متال ۴
۱-۲-۴- بعد مشخصه ۴
۱-۲-۵- کوپلینگ شیار و زبانه ۴
۱-۲-۶- رابط ۴
۱-۲-۷- تخلیه کرونا ۵
۱-۲-۸- ولتاژ اطفاء کرونا ۵
۱-۲-۹- ولتاژ آغاز کرونا ۵
۱-۲-۱۰- یراق سیم زمین ۵
۱-۲-۱۱- یراق مارپیچی پیش‌ساخته شده هادی ۵
۱-۲-۱۲- یراق مجموعه مقره ۵
۱-۲-۱۳- مفصل ۵
۱-۲-۱۴- نیروی تخریب مکانیکی ۶
۱-۲-۱۵- نیروی شکست مکانیکی ۶
۱-۲-۱۶- یراق حفاظت مکانیکی ۶
۱-۲-۱۷- ولتاژ تداخل رادیویی ۶
۱-۲-۱۸- جداکننده ارتعاش‌گیر ۶
۱-۲-۱۹- حداکثر ولتاژ تداخل رادیویی معین ۶
۱-۲-۲۰- حداقل اطفاء کرونای معین ۶
۱-۲-۲۱- حداقل نیروی شکست معین ۷
۱-۲-۲۲- حداقل نیروی تخریب مکانیکی معین ۷
۱-۲-۲۳- حداقل نیروی لغزش معین ۷
۱-۲-۲۴- ارتعاش‌گیر ۷
۱-۲-۲۵- نوسانات آئولین ۷
۱-۲-۲۶- آزمونهای نوعی ۷

۱-۲-۲۷- آزمونهای نمونه‌ای ۸
۱-۲-۲۸- آزمونهای جاری ۸
۱-۳- انواع یراق‌آلات ۸
۱-۴- روشهای عمومی تولید یراق‌آلات ۱۰
۱-۴-۱- روشهای عمومی تولید یراق‌آلات ۱۰
۱-۴-۲- ریخته‌گری ۱۰
۱-۴-۳- پرس داغ ۱۱
۱-۴-۴- پرداخت با ماسه ۱۱
۱-۴-۵- عملیات حرارتی ۱۱
۱-۴-۶- پرداخت کاری ۱۱
۱-۴-۷- پرس سرد ۱۱
۱-۴-۸- جوشکاری ۱۲
۱-۴-۹- خم‌کاری ۱۲
۱-۴-۱۰- انیله کردن ۱۲
۱-۴-۱۱- روی اندودکردن ۱۲
۱-۴-۱۲- مونتاژ کردن ۱۲
۱-۵- مواد مورداستفاده در تولید یراق‌آلات ۱۳
۱-۵-۱- فولاد و آلیاژهای فولادی ۱۳
۱-۵-۲- چدن ۱۳
۱-۵-۳- فولاد آهنگری شده ۱۳
۱-۵-۴- آلومینیوم خالص ۱۳
۱-۵-۵- آلیاژهای آلومینیوم ۱۳
۱-۵-۶- روی ۱۴

فصل دوم- معیارهای انتخاب یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو

۲-۱- کلیات ۱۷
۲-۲- انتخاب استقامت مکانیکی یراق‌آلات کششی و آویزی ۱۷
۲-۲-۱- زنجیره مقره‌های آویزی ۱۸
۲-۲-۲- زنجیره مقره‌های کششی ۱۸
۲-۲-۳- سیم محافظ (گارد) ۱۹
۲-۳- نمونه طرحهایی از نقشه یراق‌آلات ۲۰
۲-۴- یک نمونه از طراحی ۲۰
پیوست (۲-۱): نمونه طرحهایی از نقشه یراق‌آلات ۲۶

فصل سوم ـ نیازمندیها و آزمونهای یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو

۳-۱- دسته‌بندی آزمونها ۱۹۱
۳-۱-۱- آزمونهای نوعی ۱۹۱
۳-۱-۲- آزمونهای نمونه‌ای ۱۹۱
۳-۱-۳- آزمونهای جاری ۱۹۲
۳-۲- بازرسی بصری ۱۹۲
۳-۳- بررسی ابعاد و مواد بکاررفته ۱۹۴
۳-۴- روکش روی ۱۹۴
۳-۵- آزمونهای غیرمخرب ۱۹۵
۳-۶- آزمونهای مکانیکی ۱۹۵
۳-۶-۱- تعداد یراق‌آلات مورد نیاز برای آزمونها ۱۹۵
۳-۶-۲- قطعه و الحاقی‌های آزمون برای آزمونهای تخریب و شکست مکانیکی، هادی‌های مورد استفاده در آزمونهای مکانیکی ۱۹۵
۳-۶-۳- یراق‌آلات مجموعه مقره و یراق‌آلات سیم زمین ۱۹۶
۳-۶-۳-۱- آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی ۱۹۷
۳-۶-۳-۲- آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی بر روی قطعه الحاقی تهیه شده جهت استفاده هنگام نصب ۱۹۸
۳-۶-۳- کلمپهای آویزی ۱۹۸
۳-۶-۴-۱- آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست عمودی ۱۹۸
۳-۶-۴-۲- آزمون لغزش بر روی کلمپهای استاندارد با حداقل و حداکثر نیروی لغزش معین شده ۲۰۰
۳-۶-۴-۳- آزمون لغزش بر روی کلمپهای استاندارد تنها با حداقل نیروی لغزش تعیین شده ۲۰۲
۳-۶-۴-۴- آزمون لغزش بر روی کلمپهای با لغزش کنترل شده ۲۰۲
۳-۶-۴-۵- آزمون سفت کردن پیچ کلمپ ۲۰۴
۳-۶-۵- کلمپهای کششی، مفصل‌های کششی انتهایی و مفصل‌های کششی میانی ۲۰۴
۳-۶-۵-۱- آزمون کشش ۲۰۵
۳-۶-۵-۲- آزمون نیروی تخریب مکانیکی و نیروی شکست مکانیکی ۲۰۷
۳-۶-۵-۳- آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی بر روی قطعه الحاقی تعبیه شده جهت استفاده هنگام نصب ۲۰۷
۳-۶-۵-۴- آزمون سفت کردن پیچ گیره ۲۰۸
۳-۶-۶- یراق‌آلات نیمه کششی ۲۰۸
۳-۶-۶-۱- یراق‌آلات نیمه کششی غیر از رابطهای T شکل ۲۰۸
۳-۶-۶-۲- رابطهای T شکل ۲۰۸
۳-۶-۷- غلاف‌های تعمیری ۲۰۹

۳-۶-۸- یراق‌آلات حفاظتی مقره ۲۰۹
۳-۷- آزمون تلفات مغناطیسی ۲۱۰
۳-۸- آزمونهای دوره حرارتی ۲۱۲
۳-۸-۱- هدف آزمونها ۲۱۲
۳-۸-۲- مفصل‌ها ۲۱۲
۳-۸-۲-۱- درجه حرارت‌های کاری ۲۱۲
۳-۸-۲-۲- رده‌بندی مفصل‌ها برای اهداف آزمون ۲۱۲
۳-۸-۳- نمونه‌های آزمون ۲۱۳
۳-۸-۳-۱- رابطهای چند سایزی ۲۱۳
۳-۸-۳-۲- آماده‌سازی قبل از انجام آزمون ۲۱۳
۳-۸-۳-۳- ثبت اطلاعات نمونه‌ها ۲۱۳
۳-۸-۴- آرایش‌های آزمون ۲۱۴
۳-۸-۴-۱- شرایط آزمون ۲۱۴
۳-۸-۴-۲- هادی مرجع ۲۱۴
۳-۸-۴-۳- نقاط پتانسیل ۲۱۴
۳-۸-۴-۴- نصب حلقه آزمون ۲۱۵
۳-۸-۴-۵- اندازه‌گیری‌ها ۲۱۵
۳-۸-۵- روال انجام آزمون دوره حرارتی ۲۱۶
۳-۸-۵-۱- کلیات ۲۱۶
۳-۸-۵-۲- مفصل‌های رده A ۲۱۷
۳-۸-۵-۳- مفصل‌های رده B ۲۱۸
۳-۹- آزمونهای کرونا و ولتاژ تداخل رادیویی (RIV) ۲۲۰
۳-۹-۱- هدف ۲۲۰
۳-۹-۲- تشریح روشهای آزمون ۲۲۰
۳-۹-۳- کلیات ۲۲۱
۳-۹-۴- مدار و لوازم آزمون ۲۲۲
۳-۹-۵- روال انجام آزمون کرونا و ولتاژ تداخل رادیویی ۲۲۳
۳-۹-۶- معیار پذیرش ۲۲۳
۳-۹-۷- گزارش آزمون ۲۲۳
۳-۹-۸- روش ولتاژی ۲۲۴
۳-۹-۸-۱- هادی‌های مجاور در یک سیستم سه فاز ۲۲۴
۳-۹-۸-۲- تدارک آزمون و ابعاد ۲۲۴
۳-۹-۸-۳- آرایش بحرانی ۲۲۷

۳-۹-۸-۴- فاصله از دیوار یا صفحه انعکاسی ۲۲۷
۳-۹-۸-۵- حداقل فاصله از اجزای برقدار مجاور ۲۲۸
۳-۹-۸-۶- دیواره فلزی ۲۲۸
۳-۹-۹- روش گرادیان ولتاژی ۲۲۸
۳-۹-۹-۱- ولتاژ هادی در یک سیستم سه فاز ۲۲۸
۳-۹-۹-۲- تدارک آزمون و ابعاد ۲۲۸
۳-۹-۹-۳- روش آزمون ۲۲۹
پیوست (۳-۱): مثالی از نمونه‌برداری با نظارت به روش قطعی ۲۳۰
پیوست (۳-۲): مثالی از نمونه‌برداری با نظارت به روش آماری ۲۳۱
پیوست (۳-۳): انواع نمونه مفصل‌ها ۲۳۲
پیوست (۳-۴): مدار نمونه جهت انجام آزمون دوره حرارتی مفصل‌های رده A ۲۳۴
پیوست (۳-۵): مدار نمونه جهت انجام آزمون دوره حرارتی مفصل‌های رده B ۲۳۵
پیوست (۳-۶): نقاط پتانسیل ۲۳۷
پیوست (۳-۷): نمایش شماتیک توالی آزمون دوره حرارتی ۲۳۸
پیوست (۳-۸): معیارهای پذیرش محاسباتی ۲۳۹
پیوست (۳-۹): وسیله‌ای برای کالیبراسیون ولتاژ آزمون ۲۴۲

منابع و مراجع ۲۴۵

فصل ۱

معرفی و شناخت

مقدمه

در خطوط هوایی انتقال نیرو، اغلب یراق‌آلات رابط بین هادیهای فاز یا سیم محافظ هوایی با برج هستند که در مورد هادیهای فاز این ارتباط از طریق اضافه شدن مقره‌ها صورت می‌گیرد. علاوه‌براین، برخی از یراق‌آلات وظایف دیگری همچون میرانمودن نوسانهای مکانیکی بوجودآمده در هادی‌های فاز و سیم محافظ هوایی، نگهداری هادی‌های باندل در فواصل معینی از هم، توزیع میدان الکتریکی در طول زنجیره مقره و ... را برعهده دارند. یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو برای اینکه بتوانند وظایف خود را به خوبی انجام دهند، می‌بایستی خواص الکتریکی و مکانیکی معینی را دارا باشند. انتخاب مناسب یراق‌آلات در قابلیت اطمینان سیستم و هزینه‌های پرداخت‌شده جهت احداث و بهره‌برداری از خطوط انتقال نیرو دارای اهمیت فراوان می‌باشد. در این فصل انواع یراق‌آلات و روش‌های عمومی تولید آنها مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۱-۱- کلیات

اغلب یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو به خاطر نقش حساسی که در برقراری ارتباط ما بین هادی‌ها و برج ایفا می‌نمایند، می‌بایستی از چنان مقاومت مکانیکی برخوردار باشند که تحت شرایط محیطی گوناگون و بارهای مختلفی که به آنها وارد می‌شود، تحمل مناسب را داشته باشند و در اثر تغییرات درجه حرارت و شرایط محیطی مقاومت مکانیکی آنها کاسته نشود.

تقریباً اغلب یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو تحت تأثیر نیروهای کششی قرار داشته و با تغییر شرایط محیطی در فصول مختلف میزان نیروهای وارده بر آنها بین حداقل و حداکثری که مقدار آنها با دقت نسبتاً مناسبی قابل محاسبه است، تغییر می‌کند.

عدم دقت در انتخاب یراق‌آلات خطوط انتقال، به خصوص در خواص مکانیکی مواد به کار رفته در آنها، موجب خواهد شد که این قطعات با تکرار دوره‌های بارگذاری دچار پیری پیش از موعد شده و استقامت مکانیکی آنها تنزل یابد. این مسئله موجب می‌شود که یراق‌آلات خط در زمانی زودتر از موعد پیش‌بینی‌شده برای عمر خط (حدود ۳۰ الی ۴۰ سال) دچار شکست شوند. این امر نیز به نوبه خود و در اغلب موارد به خسارت‌های سنگین‌تری در برج‌ها یا هادی‌های خط انتقال می‌انجامد و سرانجام تداوم برقرسانی،که از اهداف اصلی احداث و بهره‌برداری از خطوط انتقال نیرو می‌باشد، دچار وقفه می‌شود.

نکته‌ای که اشاره به آن در اینجا ضرورت دارد آن است که انتخاب قطعه مناسب به معنی انتخاب گرانترین نوع آلیاژ یا فلز برای ساخت آن قطعه نیست و اصولاً به علت تکرار قطعات و فراوانی مصرف آنها در طول خط انتقال نیرو، استفاده از آلیاژهای گران قیمت علیرغم خواص مکانیکی خوب آنها مقدور نمی‌باشد. بناچار این قطعات می‌بایستی با توجه به خواصی که در ذیل ذکر شده‌اند، انتخاب شوند:

- مقاومت مکانیکی مناسب
- مشخصات الکتریکی مناسب
- سهولت تولید
- سهولت نصب
- قیمت تمام‌شده

۱-۲- تعاریف

واژه‌هایی که در بخش‌های آتی به آنها اشاره می‌شود دارای همان مفهومی می‌باشند که برای آنها در این بخش تعریف می‌شود:

۱-۲-۱- زنجیره مقره[1]

یک یا تعدادی مقره متصل به یکدیگر که در نقاط اتصال دارای قابلیت انعطاف بوده و وظیفه نگهداری هادی و تحمل نیروهای وارده از طریق برج به هادی را بعهده دارند. زنجیره مقره‌ها عموماً بوسیله نیروهای کششی تحت تنش قرار می‌گیرند.

۱-۲-۲- کوپلینگ توپی و سوکتی[2]

کوپلینگی که از یک توپی، یک سوکت و یک وسیله قفل‌کننده تشکیل شده است.

۱-۲-۳- یراق بی‌متال[3]

وسیله مناسبی که جهت اتصال هادیهایی از مواد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۲-٤- بعد مشخصه[4]

بعد یک المان از مدار آزمون یا یک یراق که مشخص‌کننده اثر آن المان یا یراق بر روی میدان الکتریکی است. به عنوان مثال در مورد یک باندل، این بعد مشخصه تقریباً معادل با قطر دایره محاط شده بر روی باندل است.

۱-۲-۵- کوپلینگ شیار و زبانه[5]

کوپلینگی که از یک شیار، یک زبانه و یک وسیله قفل‌کننده تشکیل شده است.

۱-۲-٦- رابط[6]

وسیله‌ای که جهت برقراری اتصال بین یک یا چند هادی یا سیم زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رابط می‌تواند یک اتصال کششی یا غیرکششی باشد.

1. Insulator string
2. Ball and socket coupling
3. Bimetallic fitting
4. Characteristic dimension
5. Clevis and tongue coupling
6. Connector

۱-۲-۷- تخلیه کرونا[1]

تخلیه الکتریکی که تنها به صورت جزئی منجر به شکست عایق هوایی اطراف یراق‌های تحت آزمون می‌گردد.

۱-۲-۸- ولتاژ اطفاء کرونا[2]

ولتاژی (یا گرادیان ولتاژی) از هادی که تحت آن تخلیه‌های کرونا درحین توالی کاهش ولتاژ آزمون خاموش می‌شوند.

۱-۲-۹- ولتاژ آغاز کرونا[3]

ولتاژی (یا گرادیان ولتاژی) از هادی که تحت آن تخلیه‌های کرونا درحین توالی افزایش ولتاژ آزمون آغاز می‌شوند.

۱-۲-۱۰- یراق سیم زمین

هر المان از مجموعه استفاده شده جهت اتصال یک سیم زمین به برج که شامل گیره آویزی، یراق‌کششی یا یراق حفاظت مکانیکی نمی‌شود.

۱-۲-۱۱- یراق مارپیچی پیش‌ساخته شده هادی[4]

یراق متشکل از رشته‌های فرم‌بندی شده مارپیچی که به منظور اعمال نیروی مورد نیاز برای دربرگرفتن هادی یا سیم زمین، به کمک خاصیت خود سفت‌شوندگی، تدارک دیده شده‌اند.

۱-۲-۱۲- یراق مجموعه مقره[5]

هر المان از یک مجموعه مقره آویزی یا کششی که شامل واحد مقره، کلمپ آویزی، کلمپ کششی هادی، یراق محافظ مقره یا یراق حفاظت مکانیکی نمی‌شود.

۱-۲-۱۳- مفصل[6]

رابط و هر آنچه که قسمتی از هادی یا سیم زمین را به کمک نیروی پرس یا سایر روش‌های مکانیکی، به یکدیگر مرتبط می‌نماید.

1. Corona discharge
2. Corona extinction
3. Corona inception
4. Factory – formed helical conductor fitting
5. Insulator set fitting
6. Joint

۱-۲-۱٤- نیروی تخریب مکانیکی[1]

حداکثر نیروی که تحت شرایط معینی از آزمون می‌تواند به یک یراق اعمال شود، بدون آنکه دچار تغییر شکل دائمی غیرقابل پذیرش شود (خصوصیات تغییر شکل دائمی غیرقابل پذیرش می‌بایستی براساس توافق بین سازنده و خریدار تعیین گردد).

۱-۲-۱۵- نیروی شکست مکانیکی[2]

حداکثر نیرویی که تحت شرایط معینی از آزمون می‌تواند به یک یراق اعمال شود.

۱-۲-۱٦- یراق حفاظت مکانیکی[3]

هر وسیله‌ای که به هادی یا سیم زمین به منظور حفاظت مکانیکی آن متصل می‌شود.

۱-۲-۱۷- ولتاژ تداخل رادیویی (RIV)[4]

میزانی از ولتاژ، در محدوده فرکانس‌های رادیویی که بوسیله اغتشاشهای الکترومغناطیسی ایجاد می‌شود و مطابق با استاندارد بین‌المللی تداخل امواج رادیویی (CISPR-16) و به کمک مدار آزمونی که برای یراق مورد نظر تدارک دیده شده است، قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

۱-۲-۱۸- جداکننده ارتعاش‌گیر[5]

وسیله‌ای که ضمن نگهداری هادی‌های گروهی (باندل) در یک آرایش هندسی معین قادر به کاهش ارتعاشات آئولین و ارتعاشات ناشی از اسپن هادیهای گروهی نیز می‌باشد.

۱-۲-۱۹- حداکثر ولتاژ تداخل رادیویی معین

حداکثر ولتاژ تداخل رادیویی قابل قبول، به ازای مقدار معینی از ولتاژ آزمون یا گرادیان ولتاژی هادی، می‌باشد. این مقدار توسط خریدار مشخص شده و یا اینکه توسط سازنده اعلام می‌گردد.

۱-۲-۲۰- حداقل اطفاء کرونای معین

حداقل مقدار قابل قبول از ولتاژ یا گرادیان ولتاژی از هادی که به ازای آن تخلیه‌های کرونا خاموش می‌شوند. این مقدار توسط خریدار مشخص شده و یا اینکه توسط سازنده اعلام می‌گردد.

---

1. Mechanical damage load
2. Mechanical failure load
3. Mechanical protective fitting
4. Radio interference voltage
5. Spacer damper

۱-۲-۲۱- حداقل نیروی شکست معین

حداقل نیرویی که تحت آن شکست مکانیکی به وقوع نمی‌پیوند. این مقدار توسط خریدار مشخص شده و یا اینکه توسط سازنده اعلام می‌گردد.

توجه:

از نقطه نظر احتمالات، حداقل نیروی شکست معین متناظر با مقدار نیروی مکانیکی می‌باشد که در تابع توزیع استقامت یراق دارای مقدار احتمالی برابر با e درصد است. مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۸۲۶ حد e معمولاً بین ۲ تا ۵ درصد و با مقدار ۱۰ درصد به عنوان حد بالا در نظر گرفته می‌شود.

۱-۲-۲۲- حداقل نیروی تخریب مکانیکی معین

حداقل نیرویی که تحت آن تغییر شکل دائمی غیرقابل پذیرش به وقوع نمی‌پیوندد. این مقدار توسط خریدار مشخص‌شده و یا اینکه توسط سازنده اعلام می‌گردد.

۱-۲-۲۳- حداقل نیروی لغزش معین

حداقل نیرویی که تحت آن لغزش یا سرخوردن به وقوع نمی‌پیوندد. این مقدار توسط خریدار مشخص‌شده و یا اینکه توسط سازنده اعلام می‌گردد.

۱-۲-۲٤- ارتعاش‌گیر[1]

وسیله‌ای که به منظور کاهش ارتعاشات آئولین به هادی یا سیم زمین متصل می‌شود.

۱-۲-۲۵- نوسانات آئولین[2]

حرکت نوسانی هادی عمدتاً به علت وزش باد در یک صفحه افقی با فرکانس نسبتاً بالا در حد ده یا دهها هرتز و با دامنه کوچک نسبت به قطر هادی می‌باشد.

۱-۲-۲٦- آزمونهای نوعی[3]

آزمونهای نوعی به منظور اثبات مطابقت مشخصات اصلی یراق‌آلات، که اساساً به طراحی آنها بستگی دارند، انجام می‌شوند. این قبیل آزمونها تنها یک بار انجام شده و تنها زمانی تکرار می‌شوند که طراحی یا مواد مورد استفاده در ساخت یراق‌آلات تغییر کند. نتایج آزمونهای نوعی به عنوان گروهی مطابقت با نیازمندیهای طراحی ثبت می‌شوند.

1. Vibration damper
2. Aeolian vibration
3. Type tests

۱-۲-۲۷- آزمونهای نمونه‌ای[1]

آزمونهای نمونه‌ای به منظور اثبات مطابقت کیفیت مواد و کار ساخت[2] یراق‌آلات انجام می‌شوند. آزمونهای نمونه‌ای می‌بایستی بر روی نمونه‌هایی که به صورت اتفاقی از مجموعه ارائه شده برای پذیرش انتخاب شده‌اند به عمل آیند و رای خریدار در انتخاب نمونه‌ها مقدم می‌باشد.

۱-۲-۲۸- آزمونهای جاری[3]

آزمونهای جاری به منظور اثبات مطابقت یراق‌آلات با مشخصات معین شده به کار می‌روند و می‌بایستی بر روی هر یک از یراق‌آلات به عمل آیند.

۱-۳- انواع یراق‌آلات

در یک تقسیم‌بندی عمومی که در آن فقط رفتار مکانیکی یراق‌آلات مورد توجه باشد، می‌توان این تجهیزات را به دو گروه عمده زیر تقسیم‌بندی کرد:

- یراق‌آلات آماده نصب
- یراق‌آلات نیمه آماده

در گروه یراق‌آلات آماده نصب، قطعه ساخته شده در کارخانه بلافاصله در محل قابل استفاده می‌باشد. بنابراین درصورت تعیین خواص مکانیکی این قبیل یراق‌آلات در کارخانه، این خواص در محل مصرف تغییری نخواهند کرد و رفتار قطعه در محل مصرف با رفتار آزمایشگاهی آن، تفاوت محسوسی ندارد. در گروه یراق‌آلات نیمه‌آماده، بعلت اینکه بخشی از فرآیند ساخت در محل مصرف انجام می‌شود، رفتار مکانیکی قطعه در اثر عملیات اجرایی انجام گرفته بر روی آن دستخوش تغییر می‌شود.

تقریباً تمام قطعات زنجیره مقره جزء گروه یراق‌آلات آماده نصب می‌باشند و یراق‌آلات نیمه آماده شامل اتصالاتی می‌باشند که برای رسیدن به وضعیت مطلوب می‌بایستی تحت پیچش یا فشار اضافی قرار گرفته و تغیرشکل دهند. این نوع از اتصالات معمولاً برای هادی‌ها کاربرد دارند و فرآیند نهایی که در محل مصرف بر روی آنها اعمال می‌شود اثر قابل توجهی بر روی رفتار مکانیکی آنها دارد.

هرچند که هر دو گروه یراق‌آلات آماده نصب و یراق‌آلات نیمه آماده از نظر تولید با روش‌های کمابیش مشابهی ساخته می‌شوند، اما به علت حساسیت یراق‌آلات نیمه آماده، می‌بایستی در تولید و نصب آنها دقت ویژه‌ای مبذول گردد.

با اینکه یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو از انواع زیادی تشکیل شده و علاوه بر آن هر سازنده نیز با توجه به چهار عامل ذکرشده در بخش ۱-۱ در شکل ظاهری این یراق‌آلات تغییراتی بوجود می‌آورد، اما می‌توان فهرست برخی از این یراق‌آلات را در هر یک از دو گروه فوق‌الذکر به شرح ذیل ترتیب داد. ذکر این نکته ضروری است که در این فهرست تنها نام قطعه و کاربرد آن مورد نظر است، لیکن تحت یک نام مشخص اقسام گوناگونی از آن قطعه ممکن است وجود داشته باشد.

---

1. Sample tests
2. Workmanship
3. Routine tests

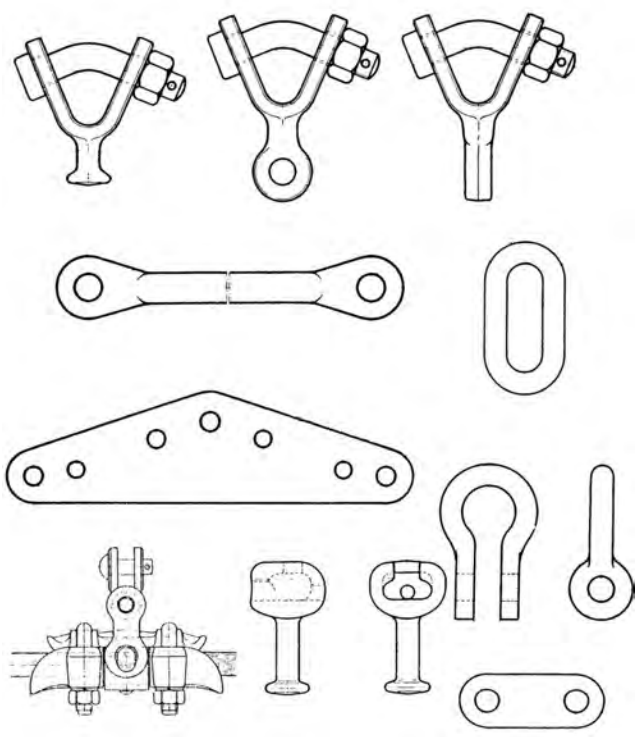
گروه یراق‌الات آماده نصب

- پیچ U شکل (U-BOLT)
- لولا (HINGE)
- مهاربند (SHACKLE)
- طول‌افزا (EXTENTION – LINK)
- چشمی- توپی (EYE – BALL)
- شیار- توپی (CLEVIS – BALL)
- شیار- چشمی (CLEVIS – EYE)
- سوکت- چشمی (SOCKET – EYE)
- سوکت- شیار (SOCKET – CLEVIS)
- صفحه یوغ (YOKE PLATE)
- پیچ مهاری (TURN BUCKLE)
- کلمپ آویزی (SUSPENSION CLAMP)
- ارتعاش‌گیر (VIBRATION DAMPER)
- میله حفاظ (ARMOR ROD)
- جداکننده (SPACER)
- جداکننده ارتعاش‌گیر (SPACER DAMPER)
- شاخک برقگیر (ARCING HORN)
- حلقه برقگیر (ARCING RING)
- حلقه گرادیان (GRADING RING)
- کلمپ اتصال به برج (TOWER BONDING CLAMP)
- کلمپ شیار موازی (PARALLEL GROOVE CLAMP)
- گوی اعلام خطر (WARNING SPHERE MARKER)

گروه یراق‌آلات نیمه آماده

- کلمپ انتهایی (DEAD – END CLAMP)
- اتصال میانی هادی (MID-SPAN JOINT)
- کابلشو سیم جامپر (JUMPER TERMINAL)
- غلاف تعمیری هادی (REPAIR SLEEVE)

نمونه‌هایی از یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو در شکل (۱-۱) نشان داده شده‌اند.



شکل ۱-۱: برخی از یراق‌آلات مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال نیرو

۱-٤- روشهای عمومی تولید یراق‌آلات

در تولید یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو از عملیاتهای مختلفی استفاده می‌شود که برخی از آنها به اختصار در ذیل معرفی می‌گردند.

۱-٤-۱- برش[1]

در این روش قطعات مورد نیاز از طریق بریدن شمش‌های ورق یا میله تهیه می‌شوند. این عمل می‌تواند به صورت سرد با گیوتین یا اره و یا به صورت گرم با روش هوا انجام گیرد. در صورت استفاده از برش به صورت گرم، پس از پرداخت لبه‌های ناهموار می‌بایستی قطعه بریده شده تنش زدائی شود تا استحکام لازم را کسب نماید.

۱-٤-۲- ریخته‌گری[2]

در این روش قطعات به کمک ذوب ماده اولیه و ریختن آن داخل قالب‌های از پیش‌آماده شده تهیه می‌شوند. ریخته‌گری با روش‌های متعددی انجام می‌شود که متداول‌ترین آنها ریخته‌گری در ماسه و ریخته‌گری در قالب فلزی می‌باشد. ریخته‌گری در قالب فلزی خود به دو دسته تقسیم می‌شود که عبارتند از ریخته‌گری در قالب دائمی که در آن مذاب تحت نیروی وزن خود قالب را پر

1. Cutting
2. Casting / molding

می‌کند و ریخته‌گری تحت فشار (دایکاست) که ماده تحت فشار هیدرولیکی به داخل قالب فلزی تزریق می‌شود. محصول ریخته‌گری در ماسه به پرداخت بیشتری نیاز دارد.

۱-٤-۳- پرس داغ[1]

این روش برای تولید قطعاتی به کار می‌رود که ابعاد کوچکی دارند. در این روش شمش فلزی مورد نظر تا درجه حرارت مشخصی در کوره داغ شده و سپس در قالب مورد نظر، تحت فشار ضربه سنگین پرس شکل داده می‌شود که پس از سردشدن بایستی پرداخت شود. معمولاً از این روش که به آهنگری گرم نیز موسوم است برای تولید قطعات با مقاومت مکانیکی بالا استفاده می‌شود.

۱-٤-٤- پرداخت با ماسه[2]

قطعاتی که به روش ریخته‌گری با ماسه یا به روش پرس‌داغ ساخته می‌شوند بدلیل ناهمواری سطح خارجی می‌بایستی پرداخت شوند. این عمل با پاشیدن ماسه‌های ریز و یا ساچمه‌های ریز و مخصوصاً با فشار زیاد بر روی این قبیل قطعات صورت می‌گیرد که به موجب آن سطح قطعات صاف و هموار می‌شود. این روش جهت زدودن سطح اکسیدشده قطعات فلزی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-٤-٥- عملیات حرارتی[3]

در صورتیکه استفاده از روشهای مختلف تولید در رفتار مکانیکی قطعات تأثیر بگذارد (مانند خمکاری) می‌بایستی با انجام عملیات حرارتی این پدیده را مرتفع نمود. عملیات حرارتی عبارت است از گرم‌کردن و سردکردن قطعات فلزی در محیطی که در آن حرارت و زمان کاملاً کنترل‌شده می‌باشد. محیط مورد نظر می‌تواند هوا، آب و یا انواع روغن‌ها باشد. در این نوع علمیات زمان انجام کار نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای دارد.

۱-٤-٦- پرداخت‌کاری[4]

هر نوع عملیاتی که به منظور تکمیل شکل نهایی قطعه و زدودن قسمت‌های اضافی آن صورت گیرد پرداخت کاری نامیده می‌شود. این عملیات با ماشین‌های ابزار همچون ماشین‌تراش، فرز، سنگ‌زن و سایر روشها انجام می‌شود.

۱-٤-۷- پرس سرد[5]

این روش مشابه روش پرس‌داغ می‌باشد لیکن فلز مورد نظر درحالت سرد پرس می‌شود. به علت فشار زیادی که در این حالت لازم است، فقط قطعات کوچک به این روش قابل تولید هستند.

---

1. Forging
2. Sand blast / shot blast
3. Heat treatment
4. Finishing
5. Coining

۱-٤-۸- جوشکاری[1]

این روش برای اتصال دو قطعه فلز هم جنس به یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. جوشکاری به روش‌های بسیار متعددی صورت می‌گیرد که متداول‌ترین آنها جوشکاری با قوس الکتریکی (جوش گرم) برای فلزات سنگین و جوشکاری با گازهای خنثی (جوش سرد) برای فلزات سبک است.

بایستی توجه کرد که اتصالات جوشی اصولاً انتخاب مناسبی برای کاربرد در خطوط انتقال نیرو نبوده و بایستی حتی‌المقدور از آن اجتناب کرده لیکن در صورت لزوم، تنها جوشکاری با قوس الکتریکی برای تهیه یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو مجاز می‌باشد.

۱-٤-۹- خم‌کاری[2]

در این روش قطعات در حالت سرد و تحت فشار شکل‌دهی می‌شوند. هر فلزی در مقابل خم‌کاری استقامت معینی دارد و در صورتی که خم‌کاری بیش از اندازه باشد، علاوه بر تنش‌های اضافی که در محل خم به وجود می‌آید، ممکن است ترکهای ریزی نیز پدیدار شده و موجب کاهش استحکام قطعه شوند. قطعات خم‌کاری شده در صورتیکه تحت کنترل کشش قرار می‌گیرند می‌بایستی تنش زدایی گردند.

۱-٤-۱۰-انیله‌کردن[3]

برای اینکه قطعات فلزی و بخصوص فولادهای ریخته‌گری شده شکنندگی کمتری داشته باشند، عملیات حرارتی ویژه‌ای تحت عنوان انیله‌کاری بر روی آنها انجام می‌شود.

۱-٤-۱۱- روی‌اندودکردن (گالوانیزاسیون[4])

روی‌اندودکردن عبارت است از پوشاندن سطح قطعات فلزی (آهن، فولاد و آلیاژهای مختلف آنها) بوسیله روی. روی‌اندودکردن به روشهای مختلفی انجام می‌شود که عبارتند از آبکاری یا الکترولیز، پودر و آبکاری گرم. از میان روشهای ذکرشده، فقط روش روی‌کاری گرم می‌بایستی درمورد یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو بکار گرفته شود. مقدار روکش روی مورد نیاز به محیطی که اتصالات در آنجا نصب می‌شوند بستگی دارد و در محیط‌هایی که خوردگی زیادتر است، می‌بایستی قشر اندود ضخیم‌تری مورد استفاده قرار گیرد.

۱-٤-۱۲- مونتاژکردن[5]

آخرین مرحله از عملیات تولید است و قطعاتی که از چند بخش تشکیل شده‌اند پس از آماده شدن اجزاء بر روی هم سوار شده و در صورت دارا بودن مشخصات فنی مورد نظر، از قبیل سهولت نصب و قابلیت جابجایی مناسب، به محل مصرف ارسال می‌گردند.

---

1. Welding
2. Bending
3. Annealing
4. Galvanizing
5. Assembling

۱-۵- مواد مورد استفاده در تولید یراق‌آلات

در تولید یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو از فلزات گوناگونی استفاده می‌شود. در انتخاب هر فلز علاوه بر مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی آن می‌بایستی کاربرد، قیمت مواد اولیه و نیز روش مورد استفاده برای تولید قطعات مورد نیاز با استفاده از آن فلز نیز در نظر گرفته شوند. در ادامه عمده‌ترین موادی که در تولید یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو مورد استفاده قرار می‌گیرند به اجمال معرفی می‌شوند.

۱-۵-۱- فولاد و آلیاژهای فولادی

فولادها با ترکیبهای متفاوتی از آهن و کربن تهیه می‌شوند و از استحکام زیادی برخوردار هستند. جهت تهیه یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو معمولاً از فولادهایی با کربن کم یا متوسط استفاده می‌شود. از شمش این نوع فولادها که به صورت ورق یا میله‌گرم نورد شده می‌باشند، برای ساخت یوغ، انواع پین و پیچ و جرقه‌گیرها استفاده می‌شود. سطح یراق‌آلاتی که بدین طریق تولید می‌شوند می‌بایستی با لایه مناسبی از فلز روی پوشانده شوند.

۱-۵-۲- چدن

این فلز برای ساخت قطعاتی که به روش ریخته‌گری گرم تولید می‌شوند به کار می‌رود و معمولاً پس از ساخت با فلز روی روکش می‌شوند. قطعاتی که با استفاده از این نوع فلز ساخته می‌شوند می‌بایستی پس از ساخت تحت عملیات حرارتی مخصوص قرار گیرند تا مشخصات مکانیکی مورد لزوم را بدست آورند.

۱-۵-۳- فولاد آهنگری شده[1]

این نوع فولاد معمولاً دارای مقاومت مکانیکی بسیار بالایی است و به صورت شمش‌های میله‌ای تولیدی می‌شود. برای ساخت قطعات مختلف، شمش فولاد را در کوره، گرم کرده و تحت فشار پرس به شکل دلخواه تبدیل می‌نمایند.

۱-۵-٤- آلومینیوم خالص

آلومینیوم خالص برای ساخت بعضی از قطعات پرسی که تحت فشار و کشش قرار نمی‌گیرند و همچنین هادیهای آلومینیومی به کار می‌رود. طبق استاندارد بین‌المللی ISO-R115 خلوص این نوع آلومینیوم نمی‌بایستی از ۹۹/۸ درصد کمتر باشد.

۱-۵-۵- آلیاژهای آلومینیوم

آلیاژهای آلومینیوم عموماً برای ساخت قطعاتی به کار می‌روند که در خطوط انتقال نیرو در تماس با هادیهای آلومینیومی قرار می‌گیرند. وزن کم، شکل‌پذیری، مشخصه مکانیکی مناسب و نیز غیرمغناطیسی بودن از مشخصات عمده این آلیاژها به شمار می‌رود.

1. Forging steel

روش‌های ریخته‌گری در ماسه، ریخته‌گری تحت فشار (دایکاست) و پرس‌داغ در تولید قطعات با این فلز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۵-٦- روی

کلیه قطعات فولادی و چدنی خط انتقال نیرو جهت حفاظت در برابر خوردگی بایستی دارای پوشش روی مناسب باشند. فلز روی مورد استفاده برای پوشش روی قطعات بایستی از خلوص زیادی برخوردار باشد. مطابق استاندارد بین‌المللی ISO-R752 میزان خلوص روی در شمش نمی‌بایستی از ۹۹/۹۹ درصد کمتر باشد.

فصل ۲

معیارهای انتخاب یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو

در این فصل معیارهای انتخاب یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال و فوق‌توزیع نیرو جهت سطوح ولتاژی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت بیان می‌شود. در پایان فصل نیز یک مثال کاربردی به همراه پیوستی شامل نمونه طرحهایی از نقشه یراق‌آلات متداول مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال نیرو ارائه خواهد شد.

۲-۱- کلیات

یکی از مهمترین موارد در طراحی خطوط هوایی انتقال نیرو، طراحی و انتخاب یراق‌آلات است. خطوط هوایی انتقال نیرو به علت گستردگی در مناطق مختلف کشور همواره در معرض تنشهای الکتریکی و مکانیکی مختلف قرار دارند، لذا یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو می‌بایستی به‌گونه‌ای طراحی و انتخاب شوند که:

- تنش‌های مکانیکی که بواسطه مراحل نصب، تعمیر و بهره‌برداری، عبور جریان‌های طراحی شامل جریان اتصال کوتاه، تغییرات دما و شرایط محیطی به وقوع می‌پیوندند را به خوبی تحمل نمایند و موجب صدمه‌دیدن هادی‌ها نشوند.
- مشخصات الکتریکی مطلوبی، ازجمله کرونای کنترل‌شده‌ای را در محدوده مجاز دارا باشند.
- انجام عملیات اجرایی بر روی آنها (آماده‌سازی، نصب، تعمیر و تعویض) به راحتی امکان‌پذیر باشد.
- هزینه‌های مربوط به مراحل مختلف تولید، حمل، آماده‌سازی، نصب، تعمیر و تعویض آنها قابل قبول باشد.

عوامل متعددی همچون کاربرد، تنوع تولید، جنس مواد مورد استفاده، شرایط محیطی و قیمت تمام‌شده سبب شده که یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو در ابعاد و اشکال بسیار متنوعی تولید و مورد استفاده قرار گیرند. ارائه دستورالعمل‌هایی جهت انتخاب هر یک از این نوع یراق‌آلات خارج از حوصله این گزارش می‌باشد و در اکثر موارد با انجام قضاوتهای فنی و اقتصادی برمبنای معیارهای فوق‌الذکر، بررسی خطوط انتقال نیروی موجود و مطابقت یراق‌آلات با مشخصات فنی مربوطه این انتخاب امکان‌پذیر می‌باشد. با این حال به علت اهمیت ویژه یراق‌آلات کششی و آویزی که جز پرکاربردترین یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو می‌باشند، در ادامه این فصل برخی از معیارهای انتخاب این قبیل یراق‌آلات از نقطه‌نظر استقامت مکانیکی ارائه می‌شود. بدیهی است که سایر جنبه‌های انتخاب یراق‌آلات که در بالا به آنها اشاره شد، می‌بایستی در انتخاب نهایی این قبیل یراق‌آلات نیز مورد توجه قرار گیرد.

۲-۲- انتخاب استقامت مکانیکی یراق‌آلات کششی و آویزی

یراق‌آلات کششی و آویزی جزء پرکاربردترین یراق‌آلات مورد استفاده در طراحی خطوط هوایی انتقال نیرو هستند. در واقع اغلب یراق‌آلات مورد استفاده جهت برقراری ارتباط هادی‌های فاز یا سیم محافظ هوایی خط انتقال با برج از این نوع می‌باشند. استقامت مکانیکی این قبیل یراق‌آلات می‌بایستی به‌گونه‌ای باشد که بتوانند نیروهایی که بواسطه وزن هادی، نیروی واردشده در اثر زاویه‌دار بودن خط، فشار باد و نیروهای ناشی از وزن یخ و برف را به راحتی تحمل کنند و همچنین تحمل نیروهای غیرطبیعی ناشی از تخلیه ناگهانی برف و یخ از روی هادی، پارگی سیم، شکستن یک زنجیره مقره و غیره را داشته باشد. همچنین یراق‌آلات باید قابلیت اطمینان بالایی را داشته باشند.

۲-۲-۱- زنجیره مقره‌های آویزی

درمورد زنجیره مقره‌های آویزی استقامت مکانیکی یراق‌آلات آویزی می‌بایستی طوری درنظر گرفته شود که از حداکثر نیروی وارد بر یراق‌آلات در حالت معمولی و در بدترین شرایط محتمل بیشتر باشد تا مانع از هم‌گسیختگی زنجیره مقره شود.

حداکثر نیرویی که در انتخاب استقامت مکانیکی یراق‌آلات زنجیره مقره آویزی درنظر گرفته می‌شود به کمک مطالعات بارگذاری خط انتقال تعیین می‌گردد. با مشخص‌شدن میزان این نیرو (R) و با لحاظ ضریب ایمنی مناسبی (SF)، استقامت مکانیکی مورد نیاز جهت انواع یراق‌آلات مورد استفاده در زنجیره مقره آویزی قابل محاسبه خواهد بود. به عنوان مثال اگر زنجیره مقره آویزی از نوع II باشد، یراق‌آلاتی که در معرض نیروی منتجه اعمال شده به زنجیره مقره قرار دارند (یراق‌آلات منتهی‌شده به هادی و برج) می‌بایستی استقامت مکانیکی بزرگتر یا معادل با $R \times SF$ را دارا بوده و یراق‌آلات موجود در هر یک از ستونهای زنجیره مقره می‌بایستی استقامت مکانیکی بزرگتر یا معادل با $\frac{۱}{۲} R \times SF$ را دارا باشند.

درمورد زنجیره مقره‌های آویزی V شکل از طریق تقسیم برداری نیروها می‌توان استقامت مکانیکی مورد نیاز جهت هر یک از یراق‌آلات مورد استفاده در زنجیره مقره را تعیین نمود. همچنین در هنگام برآورد حداکثر نیروی وارده بر یراق‌آلات این قبیل زنجیره مقره‌ها، می‌بایستی وضعیتی که در آن وزش بادهای با نیروی بیشتر در جهت عمود بر امتداد خط منجر به انحراف عرضی نقطه آویز هادی می‌شوند نیز درنظر گرفته شود. تحت چنین شرایطی تحمل نیرو فقط توسط بازویی تامین خواهد شد که در سمت وزش باد قرار دارد.

برای لحاظ شرایط غیرطبیعی و پدیده‌های دینامیکی اعمال‌شده به یراق‌آلات مقدار ضریب ایمنی SF را بسته به شرایط محیطی مسیر خط انتقال و قابلیت اطمینان مورد نیاز نوعاً بزرگتر از ۲ درنظر می‌گیرند.

معمولاً در میان یراق آلات زنجیره مقره‌های آویزی، کلمپ آویزی به عنوان یراق حفاظت مکانیکی انتخاب می‌شود. استقامت لغزشی کلمپهای آویزی عموماً به گونه‌ای انتخاب می‌شود که در صورت بروز تفاوت کشش در دو طرف کلمپ بیش از میزان معین (به دلیل پاره شدن هادی‌ها، واژگون شدن یکی از برجها یا وجود بار نامتعادل یخ بر روی اسپن‌های مجاور هم) هادی در کلمپ آویزی لغزیده و به موجب آن از بروز خسارتهای سنگین جبران ناپذیر ممانعت به عمل آید.

۲-۲-۲- زنجیره مقره‌های کششی

در این حالت زنجیره مقره مستقیماً تحت نیروی کشش هادی قرار دارد و بنابراین برای حالتی که زنجیره مقره به صورت یک ستونه می‌باشد، استقامت مکانیکی یراق‌آلات کششی می‌بایستی به‌گونه‌ای انتخاب شود که رابطه زیر برقرار باشد:

$$\text{استقامت مکانیکی یراق‌آلات کششی} \geq T_m \times SF \times N \qquad (۱-۲)$$

که در آن T_m حداکثر کشش کاری هادی، N تعداد هادی‌های منتهی به زنجیره مقره و SF ضریب ایمنی می‌باشد.

درمواردی که زنجیره مقره کششی شامل دو یا تعداد بیشتری ستون مقره است، می‌بایستی اولاً نیروی وارد بر کل مجموعه به نسبت مساوی بین رشته‌ها تقسیم گردد که این مسئله بستگی به دقت نصب و ترکیب صحیح یراق‌آلات استفاده‌شده در زنجیره مقره دارد و ثانیاً هرکدام از رشته‌ها می‌بایستی قادر باشند بارهای اضافی که به جهت گسیختگی یک رشته از مجموعه به آنها اعمال می‌گردد را تحمل نمایند. برای این منظور باید حداقل استقامت مکانیکی یراق‌آلات چنان باشد که بار اعمال‌شده بر رشته‌های سالم در

هنگام گسیختن یک رشته بیشتر از بار نقطه تسلیم[1] مواد تشکیل‌دهنده یراق‌آلات نباشد. بار نقطه تسلیم برای یراق‌آلات معمولاً برابر ۵۵ درصد استقامت شکست آنها درنظر گرفته می‌شود. اگر کشش اعمال‌شده بر رشته‌های سالم بعد از گسیختن یک رشته برابر T_B و بار نقطه تسلیم رشته‌های سالم برابر P_0 باشد، باید داشته باشیم:

$$P_0 \geq T_B \qquad (۲-۲)$$

$$T_B = \alpha \times T_A \qquad (۲-۳)$$

که در آن T_A میزان نیروی کشش متحمل‌شده بوسیله هر یک از رشته‌ها قبل از پاره‌شدن یکی از رشته‌ها (که معمولاً برابر ۷۰ درصد حداکثر کشش کاری هادی درنظر گرفته می‌شود) و α ضریب ضربه[2] بوده که مقدار آن درمورد زنجیره مقره‌های کششی تحت بدترین شرایط بین ۲ تا ۳ می‌باشد.

در بین یراق‌آلات زنجیره مقره‌های کششی، معمولاً کلمپهای کششی به عنوان یراق حفاظت مکانیکی انتخاب می‌شوند. عموماً استقامت مکانیکی کلمپهای کششی برابر ۹۵ درصد استقامت نامی هادی منتهی به آنها در نظر گرفته می‌شود.

۲-۲-۳- سیم محافظ (گارد)

در مواردی که سیم محافظ به صورت آویزی به برج متصل می‌شود، به کمک محاسبات بارگذاری خط انتقال حداکثر نیروی اعمال‌شده به یراق‌آلات آویزی سیم محافظ محاسبه‌شده و با لحاظ ضریب ایمنی (SF) حداقل برابر با ۲، استقامت مکانیکی یراق‌آلات آویزی سیم محافظ انتخاب می‌شود. معمولاً در بین یراق‌آلات آویزی سیم محافظ، کلمپ آویزی به عنوان یراق حفاظت مکانیکی انتخاب می‌شوند. استقامت لغزشی کلمپهای آویزی سیم محافظ نیز به روشی مشابه کلمپهای آویزی هادیهای فاز انتخاب می‌شوند.

در شرایطی که سیم محافظ به صورت کششی به برج متصل شود، میزان استقامت مکانیکی یراق‌آلات کششی سیم محافظ حداقل برابر با حاصلضرب حداکثر کشش کاری سیم محافظ در ضریب اطمینانی حداقل برابر با ۲ انتخاب می‌شود. معمولاً در بین یراق‌آلات کششی سیم محافظ، کلمپهای کششی به عنوان یراق حفاظت مکانیکی انتخاب می‌شوند. عموماً استقامت مکانیکی کلمپهای کششی سیم محافظ برابر ۹۵ درصد استقامت نامی سیم محافظ منتهی به آنها در نظر گرفته می‌شود.

در صورتی که سیم محافظ خط انتقال از نوع OPGW[3] باشد، ملاحظات ویژه‌ای می‌بایستی در انتخاب یراق‌آلات مورد استفاده با چنین سیم‌های محافظی (از جمله تفاوت در کلمپ‌های کششی و ...) اتخاذ گردد. تحت چنین شرایطی مناسب‌ترین راهکار به کارگیری یراق‌آلاتی می‌باشد که برای این منظور از سوی سازنده OPGW توصیه شده است.

1. Yield point
2. Impact ratio
3. Optical ground wire

۲-۳- نمونه طرحهایی از نقشه یراق‌آلات

یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو از انواع زیادی تشکیل شده است و علاوه‌برآن هر سازنده با توجه به عوامل کلیدی همچون: مشخصات مکانیکی و الکتریکی مطلوب، سهولت تولید، نصب، بهره‌برداری و تعویض و همچنین معیارهای اقتصادی تغییراتی در شکل ظاهری این قبیل قطعات بوجود می‌آورد. با این حال به منظور آشنایی طراحان با انواع یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو و سهولت در انتخاب آنها، نمونه طرحهایی از نقشه یراق‌آلات متداول مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال نیرو در پیوست ۲-۱ ارائه شده‌اند. نحوه استفاده از این پیوست، جهت طراحی و انتخاب یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو، به همراه یک مثال کاربردی در بند ۲-۴ ارائه شده است.

۲-٤- یک نمونه از طراحی

در این بخش نحوه انتخاب مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی یک خط انتقال ۲۳۰ کیلوولت، به کمک نمونه طرحهای عرضه‌شده در پیوست ۲-۱، ارائه می‌شود. اطلاعات ورودی مورد نیاز با توجه به سایر نیازمندیهای خط مذکور به شرح ذیل می‌باشد:

- هر فاز این خط انتقال از یک هادی ACSR از نوع CANARY تشکیل شده است.
- قطر خارجی هر هادی فاز برابر ۲۹/۵۲ میلیمتر، استقامت کششی نامی آن برابر ۱۴۶۶۴ کیلوگرم و حداکثر کشش کاری آن برابر ۷۳۳۲ کیلوگرم می‌باشد.
- از نتایج محاسبات بارگذاری خط انتقال مورد نظر، حداکثر نیروی وارد بر زنجیره مقره‌های آویزی در بدترین شرایط محتمل برابر ۴۳۰۰ کیلوگرم برآورد شده است.
- ضریب ایمنی در محاسبات مکانیکی یراق‌آلات (SF) برابر ۲/۵ در نظر گرفته شود.
- با توجه به سایر ملاحظات طراحی خط انتقال مذکور، مشخصات عمومی زنجیره مقره‌های انتخابی می‌بایستی مطابق جدول ۲-۱ باشد.

جدول ۲-۱: مشخصات عمومی زنجیره مقره‌ها

آرایش زنجیره مقره	تعداد ستونهای مقره	نوع مقره‌ها	علامت اختصاری مقره‌ها	نیروی شکست الکترومکانیکی یا مکانیکی مقره‌ها (kN)	سایز کوپلینگ، مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۳۰۵ و ۶۰۱۲۰
آویزی (**I** شکل)	۱	بشقابی (CAP& PIN)	U120B	۱۲۰	۱۶
کششی	۲	بشقابی (CAP& PIN)	U120B	۱۲۰	۱۶

حل:

- انتخاب مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره آویزی

مطابق توضیحات ارائه‌شده در بند ۲-۲-۱، با احتساب نیرویی برابر با ۴۳۰۰ کیلوگرم به عنوان حداکثر نیروی اعمالی بـه زنجیـره مقره آویزی و ضریب ایمنی برابر با ۲/۵، استقامت مکانیکی مورد نیاز جهت یراق‌آلات مختلف زنجیره مقره آویزی I شـکل از روابـط زیر تعیین می‌شود:

$$SF = 2.5$$
$$R = 4300\,kg$$

استقامت مکانیکی یراق‌آلات منتهی به هادی، مقره‌ها و برج (به استثناء کلمپ آویزی) $\geq R \times SF$

$$\geq 4300 \times 2.5$$
$$\geq 10750\,kg$$
$$\geq 107.5\,kN$$

برای انتخاب یراق‌آلات مختلف زنجیره مقره می‌توان از اطلاعات نمونه‌ای ارائه شده در پیوست ۲-۱ استفاده نمود. برای انتخـاب زنجیره مقره مطلوبی که قادر به برآوردن کلیه نیازمندیهای طراحی باشد، گام‌های زیر می‌بایستی دنبال شوند:

- گام اول : انتخاب اولیه زنجیره مقره

در اولین گام می‌بایستی، به کمک اطلاعات ارائه شده در جداول ۲-۴ تا ۲-۷ پیوست ۲-۱، آرایشی از زنجیـره مقـره کـه تـا حـد امکان به شرایط طراحی نزدیک می‌باشد را شناسایی نمود. اطلاعات کلیدی مرتبط با این موضوع شامل مواردی همچون سطح ولتـاژ خط انتقال، نوع واحدهای زنجیره مقره، آرایش زنجیره مقره، حداقل استقامت مکانیکی مجموعه تدارک دیده شده و تعداد کلمپ‌هـای آویزی یا کششی زنجیره مقره (تعداد هادی‌های هر فاز خط انتقال) می‌باشد.

در جدول ۲-۶ از پیوست ۲-۱، مشخصات عمومی زنجیره مقره‌های آویزی و کششی قابل استفاده جهت خطوط انتقال با سـطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت ارائه شده‌اند. با مراجعه به این جدول، می‌توان مشاهده نمود که مشخصات آرایش معرفی‌شده در ردیف اول جدول ۲-۶ به شرایط طراحی خط انتقال مورد نظر شباهت بیشتری دارد. نقشه این زنجیره مقره، مطابق جـدول ۲-۶ در صـفحه ۶۷ نشـان داده شده است.

- گام دوم : مقایسه زنجیره مقره انتخابی با نیازمندیهای طراحی

دومین گام به مقایسه زنجیره مقره انتخاب شده در گام اول با نیازمندیهای طراحی اختصاص می‌یابد. برای این منظور بـا مراجعـه به جدول ۲-۹ پیوست ۲-۱، صفحاتی از پیوست که اطلاعات مربوط به قطعات مختلف زنجیره مقره در آنجا ارائه شده‌است شناسـایی می‌شود. سپس با مراجعه به صفحات مذکور، با رویت قطعه مورد نظر و به کمک کد شناسایی قطعه می‌توان اطلاعات جزئی‌تر مربوط به آن قطعه را از جداول و نقشه‌های مربوطه استخراج نمود. این اطلاعات اغلب شامل مشخصات ابعادی، حداقل استقامت مکانیکی و وزن قطعه مورد نظر می‌باشند. پس از استخراج اطلاعات قطعه مورد نظر، مشخصات فعلی این قطعه با نیازمندیهای طراحـی مقایسـه می‌شود. نیازمندیهای طراحی نیز بسته به نوع قطعه می‌تواند شامل مواردی همچون مشخصـات ابعـادی، اسـتقامت مکـانیکی و وزن مطلوب قطعه مورد نظر باشد.

جدول ۲-۲ نحوه مقایسه زنجیره مقره انتخاب شده در گام اول فوق را با نیازمندیهای طراحی نشان می‌دهد. در این جدول تنها آن دسته از اطلاعاتی که در طراحی خط انتقال مورد نظر ارائه شده‌اند مورد مقایسه قرار گرفته‌اند، در حالی که در طراحی کامل یک خط انتقال، اطلاعات جزئی‌تر دیگر همچون وزن کل مجموعه زنجیره مقره، ابعاد زنجیره مقره، مشخصات ابعادی شاخکهای برقگیر و حلقه‌های کرونا و موارد متعدد دیگری قابل مقایسه می‌باشند.

- **گام سوم : انتخاب نهایی زنجیره مقره**

در آخرین گام، به کمک نتایج بدست آمده در گام دوم، انتخاب نهایی زنجیره مقره صورت می‌گیرد. برای این منظور قطعاتی از زنجیره مقره که قادر به برآوردن نیازمندیهای طراحی نمی‌باشند شناسایی شده و درصورت امکان قطعه مناسب‌تری جایگزین آنها می‌گردد. در هنگام جایگزینی قطعات می‌بایستی دقت ویژه‌ای به مشخصات ابعادی قطعه مورد نظر و قطعاتی از زنجیره مقره که با قطعه مورد نظر در ارتباط هستند مبذول گردد. ذکر این نکته نیز ضروری است که اطلاعات نمونه‌ای ارائه شده در پیوست ۲-۱ صرفاً جهت سهولت در انتخاب یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال و فوق‌توزیع نیرو تهیه شده و در هنگام انتخاب نهایی یراق‌آلات مسائل فنی و اقتصادی این انتخاب می‌بایستی به همراه هم مورد توجه قرار گیرند.

با مراجعه به جدول ۲-۱ ملاحظه می‌شود که کلیه قطعات زنجیره مقره انتخابی قادر به برآورده کردن نیازمندیهای طراحی خط مورد نظر می‌باشند. با این حال از آنجا که در زنجیره مقره آویزی نقش حفاظت مکانیکی بر عهده کلمپ آویزی می‌باشد، معمولاً استقامت مکانیکی این قطعه را مقداری کوچکتر از سایر قطعات زنجیره مقره انتخاب می‌نمایند که با توجه به اطلاعات ارائه‌شده در جدول ۲-۱ استفاده از کلمپ آویزی شماره ۱۱ مناسب‌تر خواهد بود.

- انتخاب مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره کششی

مطابق جدول ۲-۱ آرایش زنجیره مقره کششی شامل دو ستون مقره می‌باشد و لذا براساس توضیحات ارائه‌شده در بند ۲-۲-۲ می‌بایستی اولاً نیروی وارد بر کل مجموعه به نسبت مساوی بین رشته‌ها تقسیم شود و ثانیاً هرکدام از رشته‌ها قادر باشند بارهای اضافی که به جهت گسیختگی یک رشته از مجموعه به آنها اعمال می‌گردد را تحمل نمایند. بنابراین، با احتساب نیرویی برابر با ۷۳۳۲ کیلوگرم به عنوان حداکثر نیروی اعمالی به مجموعه زنجیره مقره کششی (حداکثر کشش کاری هادی) و ضریب ایمنی برابر با ۲/۵، استقامت مکانیکی مورد نیاز جهت یراق‌آلات مختلف زنجیره مقره کششی از روابط زیر تعیین می‌شود:

استقامت مکانیکی یراق‌آلات منتهی به هادی و برج (به استثناء کلمپ کششی) $\geq T_m \times SF$

$$\geq 7332 \times 2.5$$
$$\geq 18330 \text{ kg}$$
$$\geq 183.3 \text{ kN}$$

استقامت مکانیکی یراق‌آلات موجود در هریک از رشته‌ها $\geq \frac{1}{2}(T_m \times SF)$

$$\geq \frac{1}{2}(7332 \times 2.5)$$
$$\geq 9165 \text{ kg}$$
$$\geq 91.65 \text{ kN}$$

جدول ۲-۲: مقایسه زنجیره مقره آویزی انتخاب شده از پیوست ۲-۱ با نیازمندیهای طراحی

شماره قطعه مطابق نقشه صفحه ٦٧	عنوان قطعه مورد نظر	کد قطعه مورد نظر مطابق نقشه صفحه ٦٧	شماره صفحه حاوی اطلاعات قطعه مورد نظر مطابق جدول ۲-۹	حداقل استقامت مکانیکی مورد نیاز جهت قطعه براساس طراحی	سایز کوپلینگ مورد نیاز جهت قطعه براساس طراحی	حداقل استقامت مکانیکی ارائه‌شده جهت قطعه مورد نظر	سایز کوپلینگ ارائه شده جهت قطعه مورد نظر مطابق IEC 60120
۱	اتصال توپی- شیار	22.56.10	۱۲۹	۱۰۷/۵	۱۶	۱۲۰	۱۶
۲	اتصال توپی- شیار	22.57.10	۱۲۹	۱۰۷/۵	۱۶	۱۲۰	۱۶
۳	اتصال توپی- زبانه	23.56.10	۱۲۸	۱۰۷/۵	۱۶	۱۲۰	۱۶
۴	اتصال توپی- زبانه	23.57.10	۱۲۸	۱۰۷/۵	۱۶	۱۲۰	۱۶
۵	اتصال توپی- چشمی	21.37.50	۱۲۷	۱۰۷/۵	۱۶	۱۲۰	۱۶
۶	اتصال توپی- چشمی	21.22.50	۱۲۷	۱۰۷/۵	۱۶	۱۲۰	۱۶
۸	اتصال سوکت - زبانه	24.33.10	۱۳۲	۱۰۷/۵	۱۶	۱۲۰	۱۶
۹	کلمپ آویزی	12.30.10.1	۱۶۲	به علت نقش حفاظت مکانیکی ترجیحاً مقداری کوچکتر از استقامت سایر اتصالات زنجیره مقره	مناسب برای هادی ACSR با قطر خارجی ۲۹/۵۲ میلیمتر	۱۲۰	قابل استفاده برای هادی ACSR با قطر خارجی ۲۳-۳۲ میلیمتر
۱۰	اتصال شیار - زبانه	22.09.10	۱۳۸	۱۰۷/۵	-	۱۲۰	-
۱۱	کلمپ آویزی	10.35.10	۱۶۱	به علت نقش حفاظت مکانیکی ترجیحا" مقداری کوچکتر از استقامت سایر اتصالات زنجیره مقره	مناسب برای هادی ACSR با قطر خارجی ۲۹/۵۲ میلیمتر	۱۰۰	قابل استفاده برای هادی ACSR با قطر خارجی ۲۵-۳۷ میلیمتر

برای بررسی شرط دوم انتخاب زنجیره مقره کششی فرض می‌کنیم که یکی از رشته‌ها پاره شود. تحت چنین شرایطی میزان نیروی وارد بر رشته‌های باقی مانده از رابطه ۲-۳ قابل محاسبه خواهد بود. با فرض اینکه کشش هادی قبل از پاره‌شدن یکی از رشته‌های زنجیره مقره برابر ۷۰ درصد حداکثر کشش کاری آن و میزان ضریب ضربه α برابر ۲ است، خواهیم داشت:

$$T_A = 0.7 \times \left(\frac{1}{2} T_m\right) = 0.7 \times \left(\frac{1}{2} \times 7332\right) = 2566.2 \ \text{kg}$$

$$T_B = \alpha \times T_A = 2 \times 2566.2 = 5132.4 \ \text{kg}$$

مطابق رابطه ۲-۳ بار نقطه تسلیم رشته باقی مانده زنجیره مقره می‌بایستی بزرگتر از T_B باشد، یعنی:

$$P_0 \geq T_B \ \Rightarrow \ P_0 \geq 5132.4 \ \text{kg}$$

در مورد یراق‌آلات زنجیره مقره، P_0 معمولاً معادل ۵۵ درصد نیروی شکست مکانیکی آنها در نظر گرفته می‌شود. لذا یراق‌آلات باقی‌مانده می‌بایستی میزان نیروی بزرگتر یا مساوی با مقدار زیر را تحمل نمایند:

استقامت مکانیکی یراق‌آلات باقی‌مانده در زنجیره مقره پس از گسیختن یک رشته از زنجیره $\geq \dfrac{5132.4}{0.55} \ \text{kg}$

$$\geq 9331.6 \ \text{kg}$$

$$\geq 93.316 \ \text{kN}$$

اکنون به کمک نتایج بدست آمده فوق می‌توان استقامت مکانیکی مورد نیاز جهت یراق‌آلات مختلف زنجیره مقره را تعیین نمود. یراق‌آلات انتخابی می‌بایستی قادر به تحمل نیروهای محتمل تعیین‌شده فوق باشند.

برای انتخاب یراق‌آلات مختلف زنجیره مقره کششی می‌توان از اطلاعات نمونه‌ای ارائه شده در پیوست ۲-۱ استفاده نمود. برای انتخاب زنجیره مقره مطلوبی که قادر به برآوردن کلیه نیازمندیهای طراحی باشد می‌بایستی گام‌های مشابه آنچه که در مورد زنجیره مقره آویزی ارائه‌شد دنبال گردد. نتیجه نهایی این انتخاب در جدول ۲-۳ ارائه شده است و نقشه این زنجیره مقره، مطابق جدول ۲-۶، در صفحه ۷۱ نشان داده شده است.

از آنجا که در زنجیره مقره‌های کششی،کلمپ کششی نقش یراق محافظ مکانیکی را نیز بر عهده دارد، معمولاً استقامت مکانیکی این یراق را مقداری کوچکتر از استقامت کششی نامی هادی منتهی به آن (حدود ۹۵ درصد) در نظر می‌گیرند. لذا از آنجا که استقامت کششی نامی هادی CANARY برابر ۱۴۶۶۴ کیلوگرم می‌باشد، هر دو نوع کلمپ کششی که مشخصات آنها در جدول ۲-۳ ارائه شده‌اند مناسب می‌باشند.

جدول ۲-۳: مقایسه زنجیره مقره کششی انتخاب شده از پیوست ۲-۱ با نیازمندیهای طراحی

شماره قطعه مطابق نقشه صفحه ۷۱	عنوان قطعه مورد نظر	کد قطعه مورد نظر مطابق نقشه صفحه ۷۱	شماره صفحه حاوی اطلاعات قطعه مورد نظر مطابق جدول ۲-۹	حداقل استقامت مکانیکی مورد نیاز جهت قطعه براساس طراحی	سایز کوپلینگ مورد نیاز جهت قطعه براساس طراحی	حداقل استقامت مکانیکی ارائه‌شده جهت قطعه مورد نظر	سایز کوپلینگ ارائه شده جهت قطعه مورد نظر مطابق IEC 60120
۱	اتصال شیار – شیار	22.99.20	۱۳۶	۱۸۳/۳	–	۲۰۰	–
۲	صفحات یوغ	29.59.90	۱۴۳	۱۸۳/۳	–	۲۰۰	–
۴	اتصال توپی – شیار	22.23.10	۱۲۹	۹۳/۳۱۶	۱۶	۱۲۰	۱۶
۵	اتصال سوکت – شیار	24.60.10	۱۳۲	۹۳/۳۱۶	۱۶	۱۲۰	۱۶
۷	کلمپ کششی پرسی	(50.00.000) 50.58.11.02	۱۷۱	به علت نقش حفاظت مکانیکی ترجیحاً مقداری کوچکتر از استقامت نامی هادی منتهی به آن	مناسب برای هادی ACSR با قطر خارجی ۲۹/۵۲ میلیمتر	۹۵ درصد استقامت نامی هادی منتهی به آن	قابل استفاده برای هادی ACSR با قطر خارجی ۳۰/۶۰ میلیمتر
۸	اتصال شیار – شیار	22.84.20	۱۳۷	۱۸۳/۳	–	۲۰۰	–
۹	طول افزای شیار – زبانه	43.26.50A	۱۳۳	۱۸۳/۳	–	۲۰۰	–
۱۱	کلمپ کششی پیچی	16.30.10.40	۱۶۸	به علت نقش حفاظت مکانیکی ترجیحاً مقداری کوچکتر از استقامت نامی هادی منتهی به آن	مناسب برای هادی ACSR با قطر خارجی ۲۹/۵۲ میلیمتر	۱۲۰	قابل استفاده برای هادی ACSR با قطر خارجی ۲۳-۳۲ میلیمتر

پیوست ۲-۱: نمونه طرحهایی از نقشه یراق‌آلات

در این پیوست نمونه طرحهایی از نقشه یراق‌آلات متداول مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال و فوق توزیع نیرو، جهت سطوح ولتاژی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت، ارائه می‌شوند. این طرحها در چند بخش به شرح ذیل تقسیم‌بندی شده‌اند و اطلاعات کلیدی مرتبط با آنها در جداول ۲-۴ تا ۲-۹ ارائه شده‌اند.

- **بخش اول:** نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی مورد استفاده در خطوط هوایی فوق‌توزیع نیروی ۶۶/۶۳ کیلوولت.
- **بخش دوم:** نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی مورد استفاده در خطوط هوایی فوق‌توزیع نیروی ۱۳۲ کیلوولت.
- **بخش سوم:** نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال نیروی ۲۳۰ کیلوولت.
- **بخش چهارم:** نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال نیروی ۴۰۰ کیلوولت.
- **بخش پنجم:** نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات آویزی و کششی سیم‌های محافظ معمولی مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال و فوق‌توزیع نیروی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت.
- **بخش ششم:** نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات آویزی و کششی سیم‌های محافظ OPGW مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال و فوق‌توزیع نیروی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت.
- **بخش هفتم:** نمونه طرحهایی از نقشه جزئیات انواع یراق‌آلات متداول مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال و فوق‌توزیع نیروی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت.

توجه:

جهت آشنایی با نحوه استفاده از این پیوست به بند ۲-۴ مراجعه نمایید.

جدول ۲-٤: اطلاعات کلیدی نقشه‌های ارائه‌شده در بخش اول پیوست ۲-۱

ردیف	سطح ولتاژ (kV)	نوع واحدهای زنجیره مقره	آرایش زنجیره مقره	تعداد ستونهای زنجیره مقره	حداقل استقامت نامی مجموعه تدارک دیده‌شده بدون کلمپ آویزی یا کششی (kN)	تعداد کلمپهای آویزی یا کششی مجموعه زنجیره مقره	نوع شاخکهای برقگیر	شماره صفحه
۱	۶۳/۶۶	بشقابی	آویزی	۱	۸۰	۱	ثابت	۳۵
۲	۶۳/۶۶	بشقابی	آویزی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۳۶
۳	۶۳/۶۶	بشقابی	کششی	۱	۸۰	۱	ثابت	۳۷
۴	۶۳/۶۶	بشقابی	کششی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۳۸
۵	۶۳/۶۶	یکپارچه	آویزی	۱	۸۰	۱	ثابت	۳۹
۶	۶۳/۶۶	یکپارچه	آویزی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۴۰
۷	۶۳/۶۶	یکپارچه	کششی	۱	۸۰	۱	ثابت	۴۱
۸	۶۳/۶۶	یکپارچه	کششی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۴۲
۹	۶۳/۶۶	ترکیبی	آویزی	۱	۸۰	۱	ثابت	۴۳
۱۰	۶۳/۶۶	ترکیبی	آویزی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۴۴
۱۱	۶۳/۶۶	ترکیبی	کششی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۴۵
۱۲	۶۳/۶۶	ترکیبی	کششی	۲	۸۰	۱	ثابت	۴۶

جدول ۲-۵: اطلاعات کلیدی نقشه‌های ارائه‌شده در بخش دوم پیوست ۲-۱

ردیف	سطح ولتاژ (kV)	نوع واحدهای زنجیره مقره	آرایش زنجیره مقره	تعداد ستونهای زنجیره مقره	حداقل استقامت نامی مجموعه تدارک دیده‌شده بدون کلمپ آویزی یا کششی (kN)	تعداد کلمپهای آویزی یا کششی مجموعه زنجیره مقره	نوع شاخکهای برقگیر	شماره صفحه
۱	۱۳۲	بشقابی	آویزی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۴۸
۲	۱۳۲	بشقابی	آویزی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۴۹
۳	۱۳۲	بشقابی	کششی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۵۰
۴	۱۳۲	بشقابی	کششی	۱	۱۲۰	۱	قابل تنظیم	۵۱
۵	۱۳۲	بشقابی	کششی	۲	۲۱۰	۱	ثابت	۵۲
۶	۱۳۲	بشقابی	کششی	۲	۲۱۰	۱	قابل تنظیم	۵۳
۷	۱۳۲	بشقابی	آویزی	۱	۱۶۰	۲	ثابت	۵۴
۸	۱۳۲	بشقابی	آویزی	۲	۳۲۰	۲	ثابت	۵۵
۹	۱۳۲	بشقابی	کششی	۱	۱۶۰	۲	ثابت	۵۶
۱۰	۱۳۲	بشقابی	کششی	۲	۳۲۰	۲	ثابت	۵۷
۱۱	۱۳۲	یکپارچه	آویزی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۵۸
۱۲	۱۳۲	یکپارچه	آویزی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۵۹
۱۳	۱۳۲	یکپارچه	کششی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۶۰
۱۴	۱۳۲	یکپارچه	کششی	۲	۲۱۰	۱	ثابت	۶۱
۱۵	۱۳۲	ترکیبی	آویزی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۶۲
۱۶	۱۳۲	ترکیبی	آویزی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۶۳
۱۷	۱۳۲	ترکیبی	کششی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۶۴
۱۸	۱۳۲	ترکیبی	کششی	۲	۱۲۰	۱	ثابت	۶۵

جدول ۲-٦: اطلاعات کلیدی نقشه‌های ارائه‌شده در بخش سوم پیوست ۲-۱

ردیف	سطح ولتاژ (kV)	نوع واحدهای زنجیره مقره	آرایش زنجیره مقره	تعداد ستونهای زنجیره مقره	حداقل استقامت نامی مجموعه تدارک دیده‌شده بدون کلمپ آویزی یا کششی (kN)	تعداد کلمپهای آویزی یا کششی مجموعه زنجیره مقره	نوع شاخکهای برقگیر	شماره صفحه
۱	۲۳۰	بشقابی	آویزی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۶۷
۲	۲۳۰	بشقابی	آویزی	۲	۲۱۰	۱	ثابت	۶۸
۳	۲۳۰	بشقابی	V شکل	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۶۹
۴	۲۳۰	بشقابی	کششی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۷۰
۵	۲۳۰	بشقابی	کششی	۲	۲۱۰	۱	ثابت	۷۱
۶	۲۳۰	بشقابی	آویزی	۱	۱۶۰	۲	ثابت	۷۲
۷	۲۳۰	بشقابی	آویزی	۲	۲۱۰	۲	ثابت	۷۳
۸	۲۳۰	بشقابی	V شکل	۱	۱۶۰	۲	ثابت	۷۴
۹	۲۳۰	بشقابی	کششی	۱	۱۶۰	۲	ثابت	۷۵
۱۰	۲۳۰	بشقابی	کششی	۲	۲۱۰	۲	ثابت	۷۶
۱۱	۲۳۰	یکپارچه	آویزی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۷۷
۱۲	۲۳۰	یکپارچه	آویزی	۲	۲۱۰	۱	ثابت	۷۸
۱۳	۲۳۰	یکپارچه	کششی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۷۹
۱۴	۲۳۰	یکپارچه	کششی	۲	۲۱۰	۱	ثابت	۸۰
۱۵	۲۳۰	ترکیبی	آویزی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۸۱
۱۶	۲۳۰	ترکیبی	آویزی	۲	۲۱۰	۱	ثابت	۸۲
۱۷	۲۳۰	ترکیبی	کششی	۱	۱۲۰	۱	ثابت	۸۳
۱۸	۲۳۰	ترکیبی	کششی	۲	۲۱۰	۱	ثابت	۸۴

جدول ۲-۷: اطلاعات کلیدی نقشه‌های ارائه‌شده در بخش چهارم پیوست ۲-۱

ردیف	سطح ولتاژ (kV)	نوع واحدهای زنجیره مقره	آرایش زنجیره مقره	تعداد ستونهای زنجیره مقره	حداقل استقامت نامی مجموعه تدارک دیده‌شده بدون کلمپ آویزی یا کششی (kN)	تعداد کلمپهای آویزی یا کششی مجموعه زنجیره مقره	نوع شاخکهای برقگیر	شماره صفحه
۱	۴۰۰	بشقابی	آویزی	۱	۱۶۰	۲	ثابت	۸۶
۲	۴۰۰	بشقابی	آویزی	۲	۳۲۰	۲	ثابت (نوع اول)	۸۷
۳	۴۰۰	بشقابی	آویزی	۲	۳۲۰	۲	ثابت (نوع دوم)	۸۸
۴	۴۰۰	بشقابی	V شکل	۱	۱۶۰	۲	ثابت	۸۹
۵	۴۰۰	بشقابی	کششی	۱	۱۶۰	۲	ثابت	۹۰
۶	۴۰۰	بشقابی	کششی	۲	۳۲۰	۲	ثابت	۹۱
۷	۴۰۰	بشقابی	کششی	۲	۳۲۰	۲	قابل تنظیم	۹۲
۸	۴۰۰	بشقابی	کششی	۳	۳۲۰	۲	ثابت	۹۳
۹	۴۰۰	بشقابی	آویزی	۱	۱۶۰	۳	ثابت	۹۴
۱۰	۴۰۰	بشقابی	آویزی	۲	۳۲۰	۳	ثابت	۹۵
۱۱	۴۰۰	بشقابی	کششی	۲	۳۲۰	۳	ثابت	۹۶

جدول ۲-۸: اطلاعات کلیدی نقشه‌های ارائه‌شده در بخش‌های پنجم و ششم پیوست ۲-۱

ردیف	نوع سیم محافظ	نحوه اتصال سیم محافظ به برج	شماره صفحه
۱	فولادی	آویزی	۹۸-۹۹
۲	فولادی - ACSR - AW	آویزی	۱۰۰-۱۰۴
۳	فولادی - AW	کششی	۱۰۵-۱۰۹
۴	ACSR - AAAC	کششی	۱۱۰
۵	OPGW	آویزی	۱۱۲-۱۱۳
۶	OPGW	کششی	۱۱۴-۱۱۷

جدول ۲-۹: اطلاعات کلیدی نقشه‌های ارائه‌شده در بخش هفتم پیوست ۲-۱

ردیف	شرح	شماره صفحه
۱	مشخصات ابعادی کوپلینگهای توپی و سوکتی، مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۱۲۰	۱۱۹
۲	مشخصات ابعادی میخ‌پرچهای R و W شکل، مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۳۷۲	۱۲۰
۳	مقادیر گشتاور مورد نیاز جهت سفت نمودن انواع پیچ‌های مختلف، مطابق استاندارد DIN شماره‌های ۲۳۲۰ و ۳۵۰۶	۱۲۱
۴	مشخصات ابعادی انواع پیچ‌های U و D شکل و مهاربندها	۱۲۲-۱۲۵
۵	مشخصات ابعادی انواع اتصالات چشمی، توپی _ چشمی، توپی _ زبانه، توپی _ شیار، سوکت_ شیار، سوکت _ زبانه، سوکت _ چشمی و چشمی _ شیار	۱۲۶-۱۳۲ و ۱۳۴
۶	مشخصات ابعادی انواع طول‌افزاها	۱۳۳-۱۳۵ و ۱۴۰
۷	مشخصات ابعادی انواع اتصالات شیار _ شیار	۱۳۶-۱۳۷ و ۱۴۰
۸	مشخصات ابعادی انواع اتصالات شیار _ زبانه	۱۳۸-۱۴۰
۹	مشخصات ابعادی انواع رابط‌های با طول قابل تنظیم	۱۴۱
۱۰	مشخصات ابعادی انواع صفحات یوغ	۱۴۲-۱۴۶
۱۱	مشخصات ابعادی انواع شاخک‌های برقگیر، میله‌ها و حلقه‌های کرونا	۱۴۷-۱۵۵
۱۲	مشخصات ابعادی انواع کلمپهای شیار موازی و کلمپهای اتصال سیم محافظ به برج	۱۵۶-۱۵۸
۱۳	مشخصات ابعادی انواع نگهدارنده‌های G شکل سیم محافظ	۱۵۹-۱۶۰

جدول ۲-۹: اطلاعات کلیدی نقشه‌های ارائه‌شده در بخش هفتم پیوست ۲-۱ (ادامه)

ردیف	شرح	شماره صفحه
۱۴	مشخصات ابعادی انواع کلمپهای آویزی متداول	۱۶۱-۱۶۳
۱۵	مشخصات ابعادی انواع میله‌های محافظ	۱۶۴-۱۶۶
۱۶	مشخصات ابعادی کلمپهای آویزی چنگکی	۱۶۷ و ۱۷۰
۱۷	مشخصات ابعادی انواع کلمپهای کششی	۱۶۸
۱۸	مشخصات ابعادی انواع کلمپ‌های پرسی انتهایی	۱۶۹ و ۱۷۱
۱۹	مشخصات ابعادی انواع مفصل‌های پرسی میانی اسپن	۱۷۰ و ۱۷۲
۲۰	مشخصات ابعادی غلاف‌های تعمیری	۱۷۳
۲۱	مشخصات ابعادی انواع لولاها	۱۲۵ و ۱۷۴
۲۲	مشخصات ابعادی انواع کلمپهای آویزی قابل استفاده همراه با وزنه‌های تعادل	۱۷۵-۱۷۷
۲۳	مشخصات ابعادی وزنه تعادل و پیچ‌های قابل استفاده با آن	۱۷۸
۲۴	مشخصات ابعادی انواع فاصله‌دهنده‌ها	۱۸۹-۱۹۶
۲۵	مشخصات ابعادی ارتعاش‌گیرها	۱۹۷
۲۶	مشخصات ابعادی گوی‌های هشداردهنده	۱۹۸

بخش اول

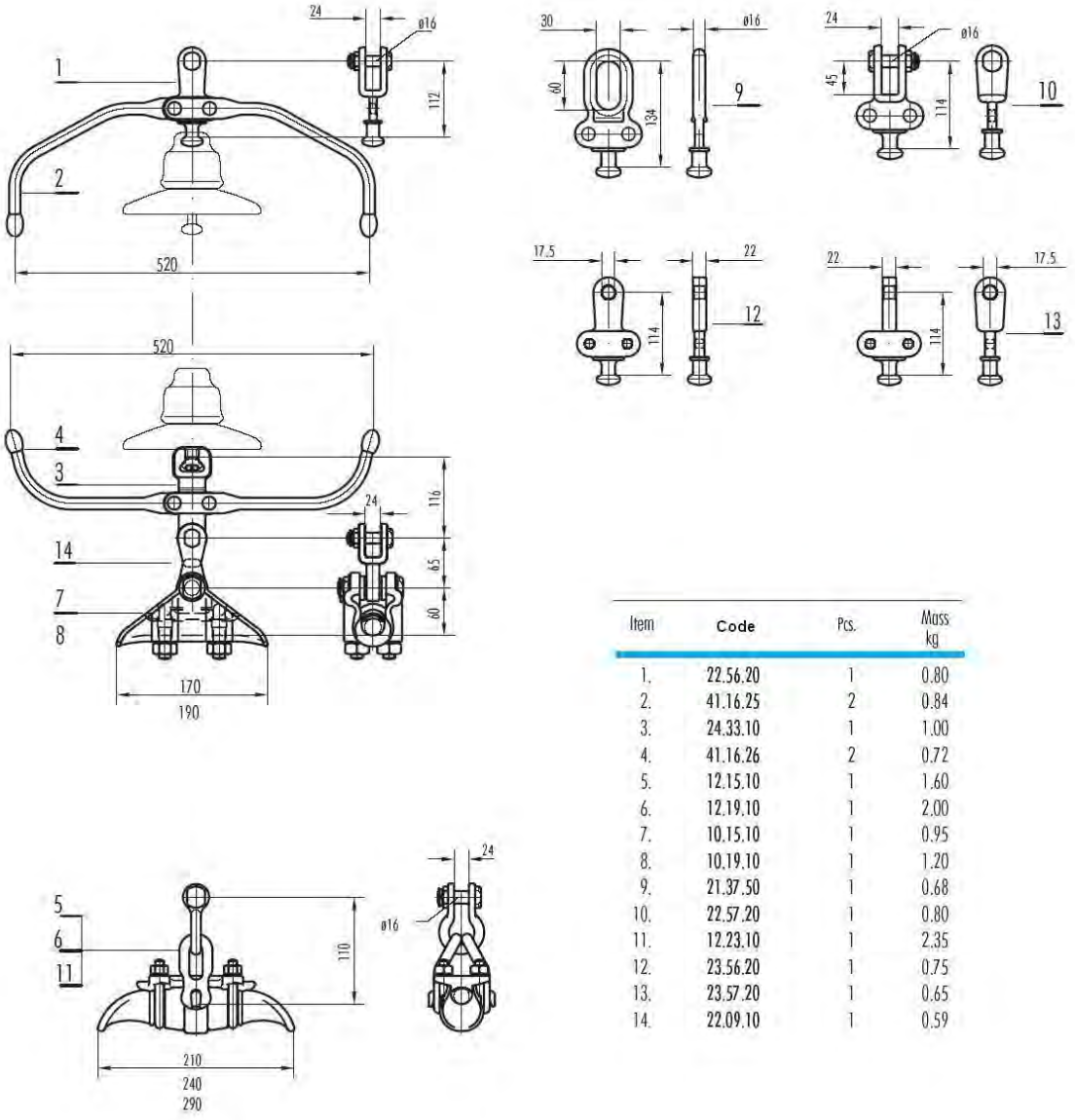
نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی مورد استفاده در خطوط هوایی فوق‌توزیع نیروی ۶۳/۶۶ کیلوولت

SINGLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

80 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 63/66 kV Overhead Lines



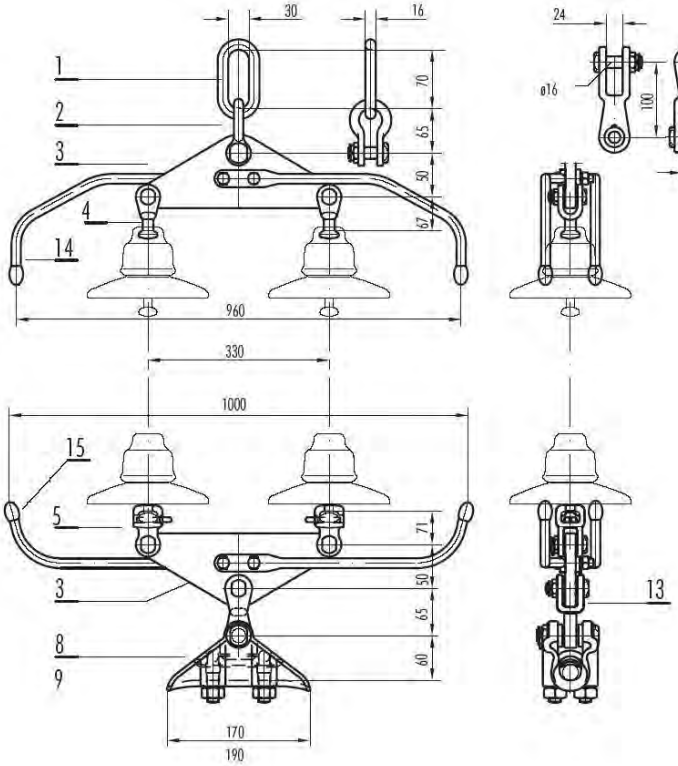
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.25	2	0.84
3.	24.33.10	1	1.00
4.	41.16.26	2	0.72
5.	12.15.10	1	1.60
6.	12.19.10	1	2.00
7.	10.15.10	1	0.95
8.	10.19.10	1	1.20
9.	21.37.50	1	0.68
10.	22.57.20	1	0.80
11.	12.23.10	1	2.35
12.	23.56.20	1	0.75
13.	23.57.20	1	0.65
14.	22.09.10	1	0.59

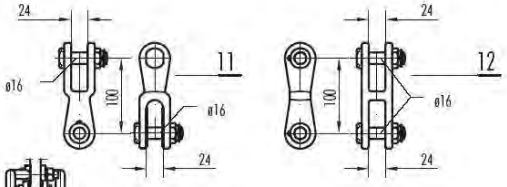
DOUBLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

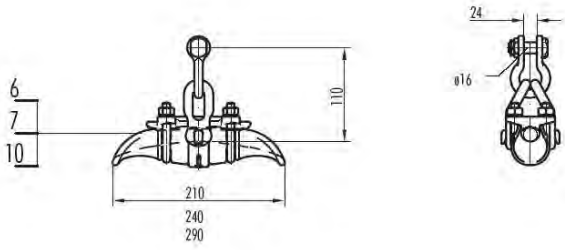
120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 63/66 kV Overhead Lines





Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.23.10	1	0.40
2.	27.08.10	1	0.65
3.	29.53.90	2	4.80
4.	22.23.10	2	0.65
5.	24.60.10	2	1.00
6.	12.15.10	1	1.60
7.	12.19.10	1	2.00
8.	10.15.10	1	0.95
9.	10.19.10	1	1.20
10.	12.23.10	1	2.35
11.	22.99.40	1	1.50
12.	22.84.40	1	1.45
13.	22.09.10	1	0.59
14.	41.17.25	2	1.10
15.	41.17.26	2	1.15

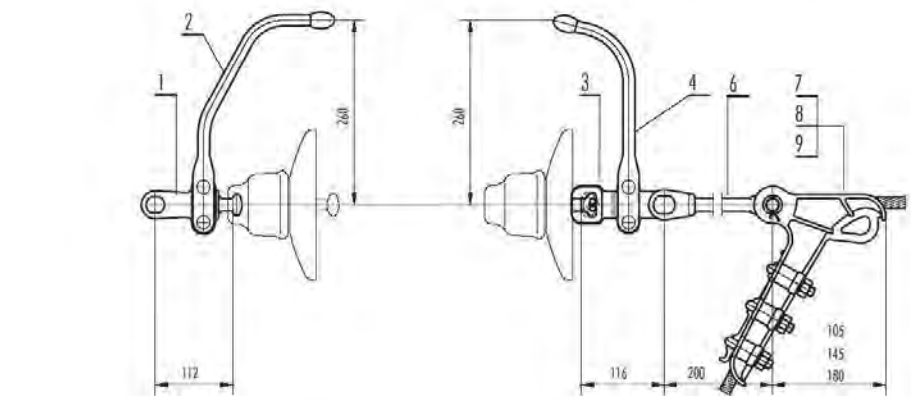


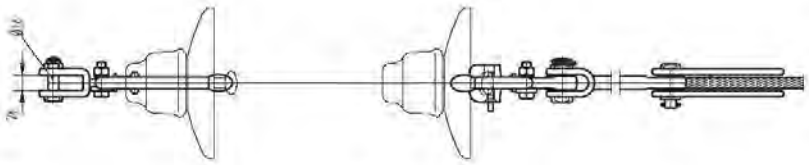
SINGLE TENSION STRING
with cap and pin insulators

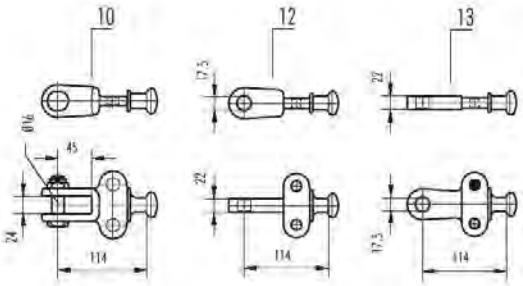
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

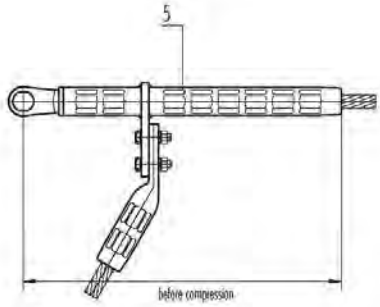
80 kN, standard coupling 16, IEC 120

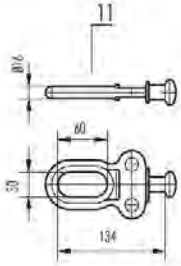
For 63/66 kV Overhead Lines

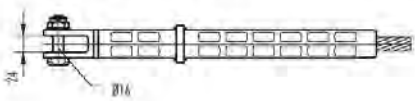












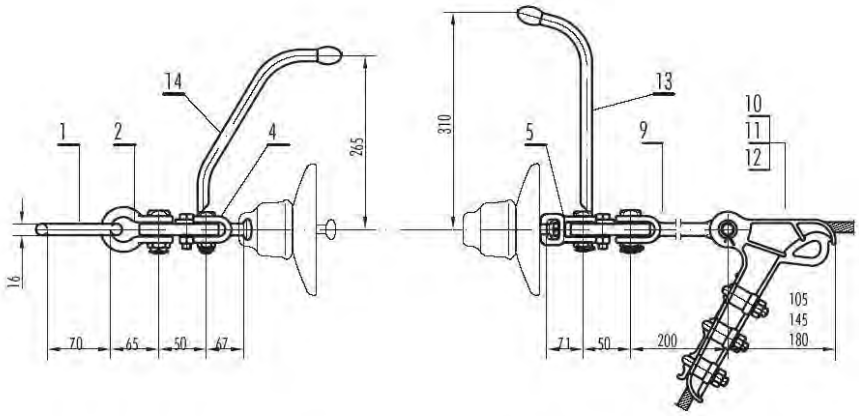
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.25	1	0.84
3.	24.33.10	1	1.10
4.	41.16.26	1	0.72
5.	50.00.000	1	
6.	26.26.30	1	0.90
7.	16.12.10	1	0.75
8.	16.15.10	1	1.60
9.	16.19.10	1	3.30
10.	22.57.20	1	0.80
11.	21.37.50	1	0.68
12.	23.57.20	1	0.65
13.	23.56.20	1	0.75

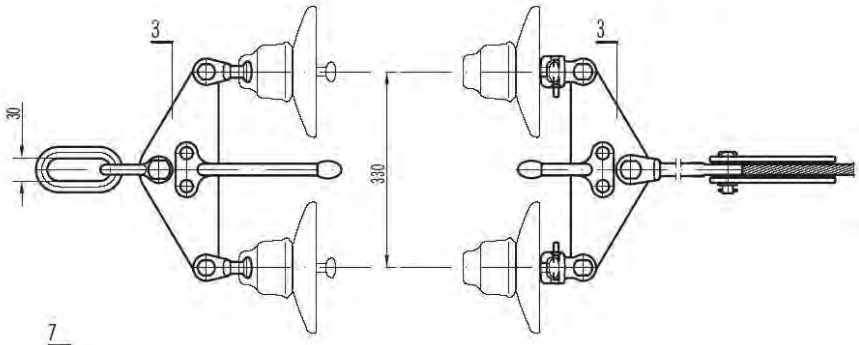
DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators

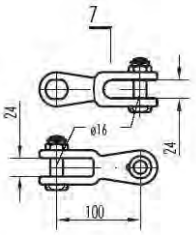
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

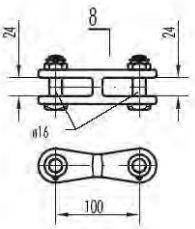
120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 63/66 kV Overhead Lines

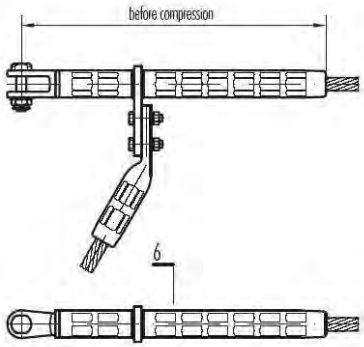








Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.23.10	1	0.40
2.	27.08.10	1	0.65
3.	29.53.90	2	4.80
4.	22.23.10	2	0.65
5.	24.60.10	2	1.00
6.	50.00.000	1	.
7.	22.99.40	1	1.50
8.	22.84.40	1	1.45
9.	26.36.30	1	0.90
10.	16.12.10	1	0.75
11.	16.15.10	1	1.60
12.	16.19.10	1	3.30
13.	41.18.26	1	0.80
14.	41.18.25	1	0.92

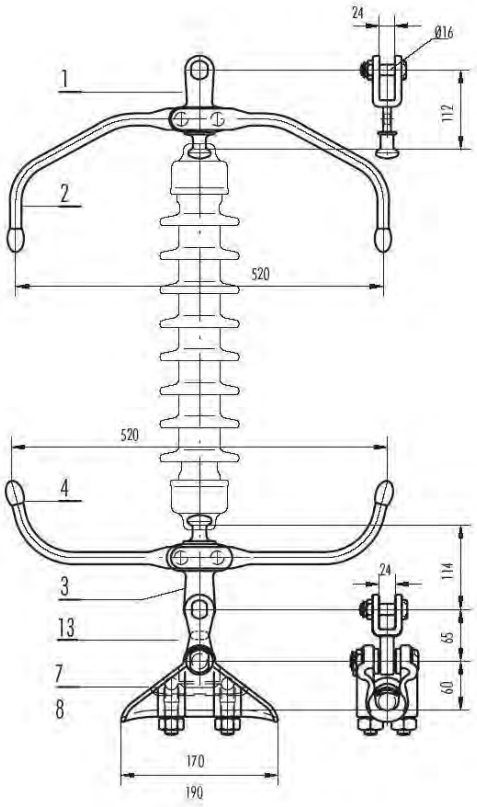


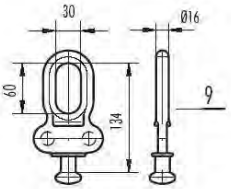
SINGLE SUSPENSION STRING
with rod insulator

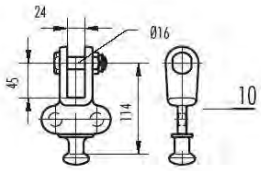
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

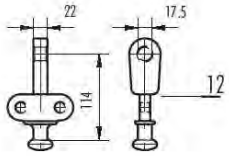
80 kN, standard coupling 16, IEC 120

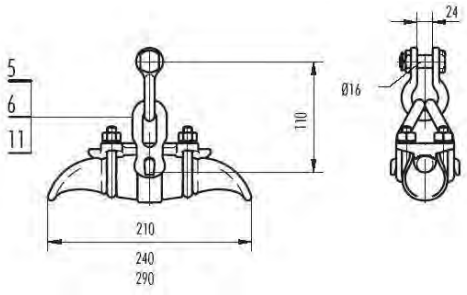
For 63/66 kV Overhead Lines











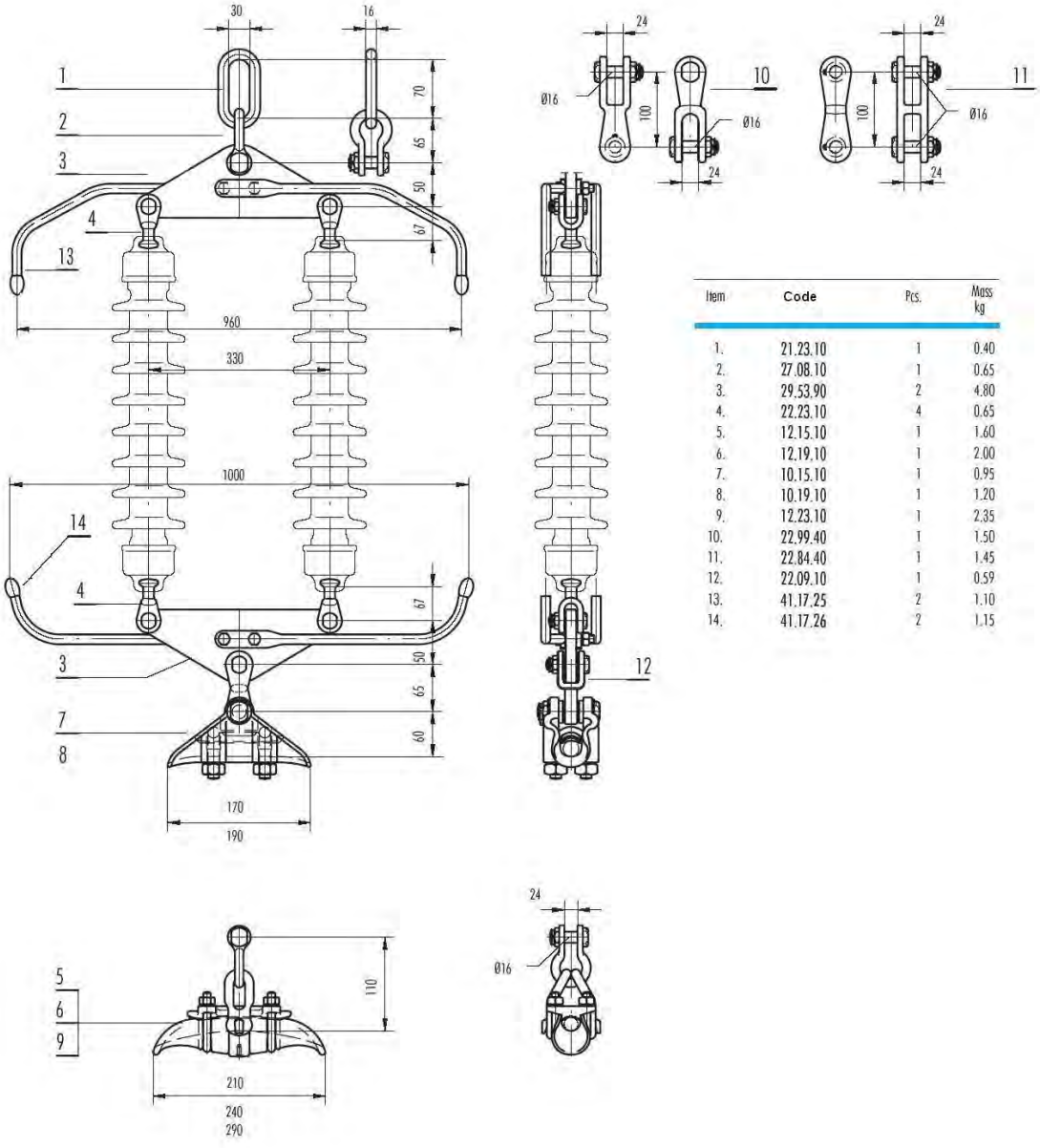
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.25	2	0.84
3.	23.56.20	1	0.75
4.	41.16.26	2	0.72
5.	12.15.10	1	1.60
6.	12.19.10	1	2.00
7.	10.15.10	1	0.95
8.	10.19.10	1	1.20
9.	21.37.50	1	0.68
10.	22.57.20	1	0.80
11.	12.23.10	1	2.35
12.	23.57.20	1	0.65
13.	22.09.10	1	0.59

DOUBLE SUSPENSION STRING
with rod insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 63/66 kV Overhead Lines



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.23.10	1	0.40
2.	27.08.10	1	0.65
3.	29.53.90	2	4.80
4.	22.23.10	4	0.65
5.	12.15.10	1	1.60
6.	12.19.10	1	2.00
7.	10.15.10	1	0.95
8.	10.19.10	1	1.20
9.	12.23.10	1	2.35
10.	22.99.40	1	1.50
11.	22.84.40	1	1.45
12.	22.09.10	1	0.59
13.	41.17.25	2	1.10
14.	41.17.26	2	1.15

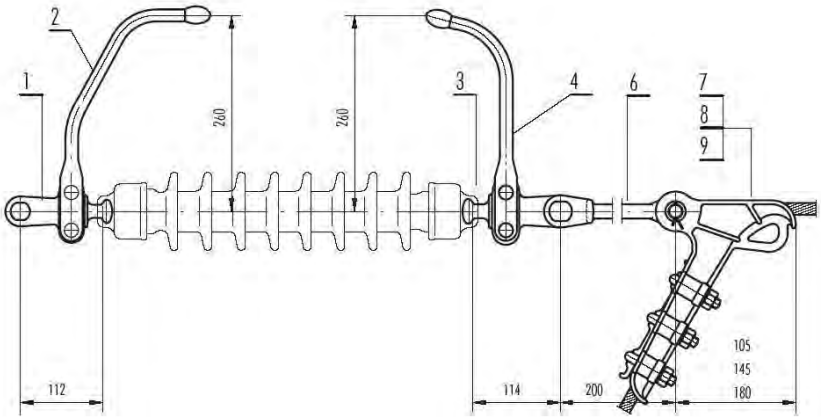
SINGLE TENSION STRING
with rod insulator

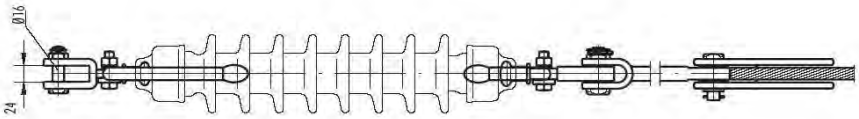
For AAC, AAAC and ACSR

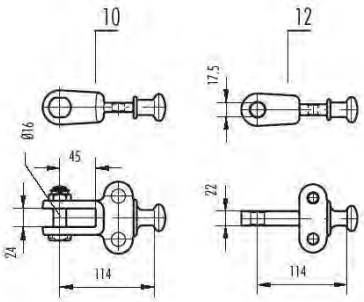
Minimum breaking strength (without tension clamp)

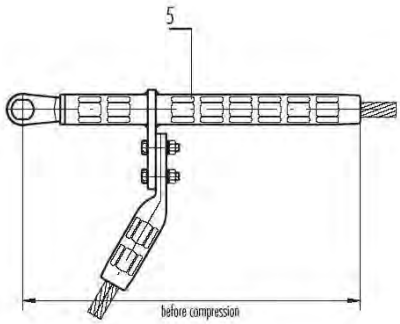
80 kN, standard coupling 16, IEC 120

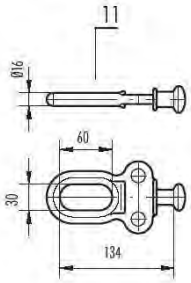
For 63/66 kV Overhead Lines

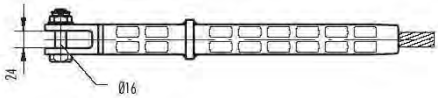












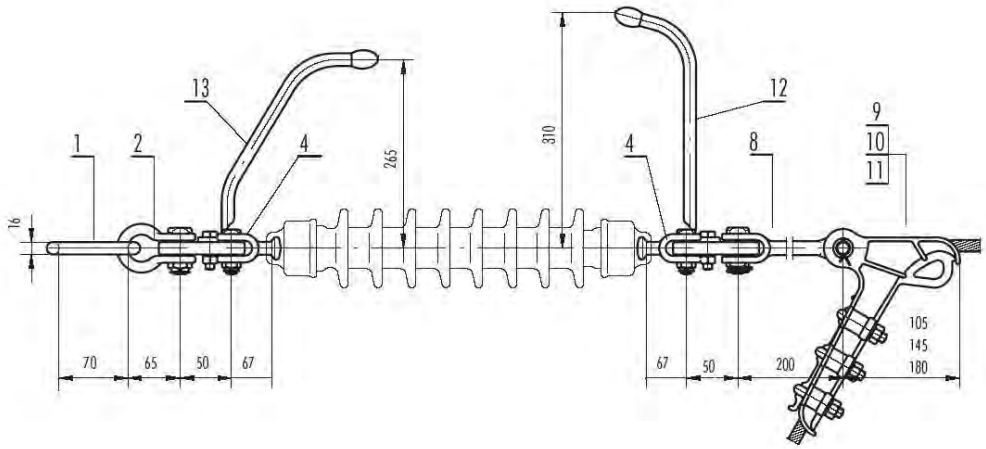
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.25	1	0.84
3.	23.56.20	1	0.75
4.	41.16.26	1	0.72
5.	50.00.000	1	-
6.	26.26.30	1	0.90
7.	16.12.10	1	0.75
8.	16.15.10	1	1.60
9.	16.19.10	1	3.30
10.	22.57.20	1	0.80
11.	21.37.50	1	0.68
12.	23.57.20	1	0.65

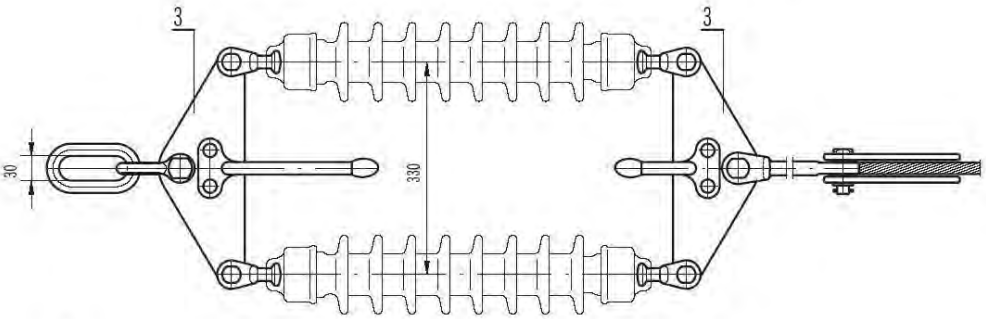
DOUBLE TENSION STRING
with rod insulators

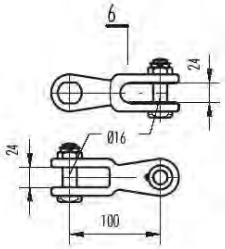
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

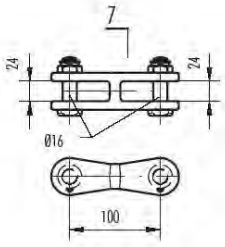
120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 63/66 kV Overhead Lines

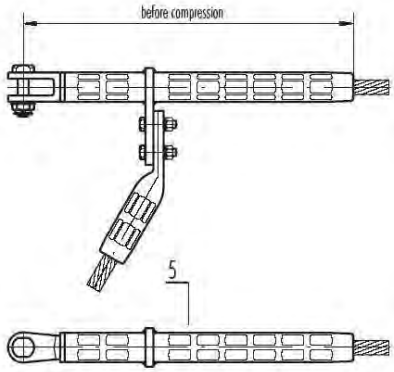








Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.23.10	1	0.40
2.	27.08.10	1	0.65
3.	29.53.90	2	4.80
4.	22.23.10	4	0.65
5.	50.00.000	1	-
6.	22.99.40	1	1.50
7.	22.84.40	1	1.45
8.	26.36.30	1	0.90
9.	16.12.10	1	0.75
10.	16.15.10	1	1.60
11.	16.19.10	1	3.30
12.	41.18.26	1	0.80
13.	41.18.25	1	0.92

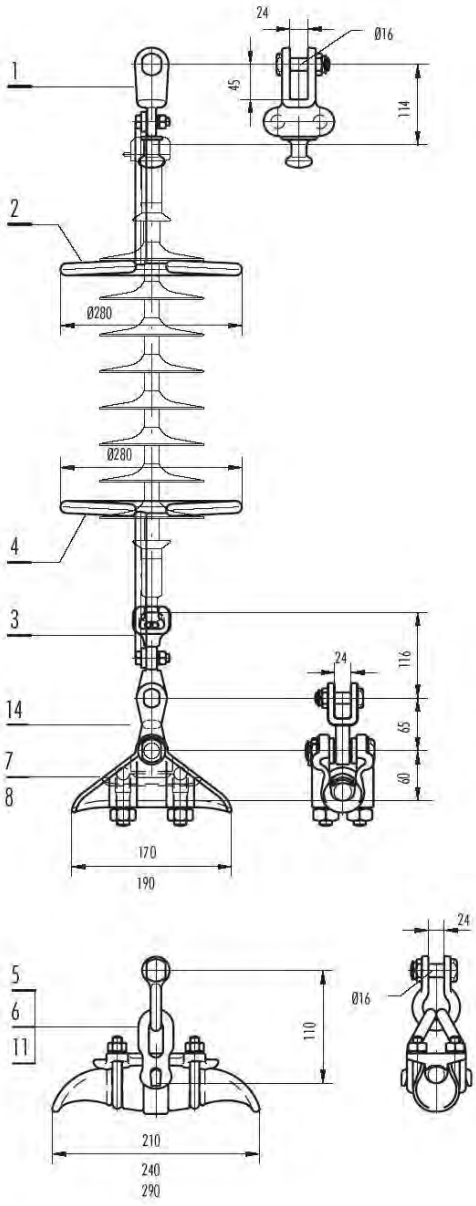


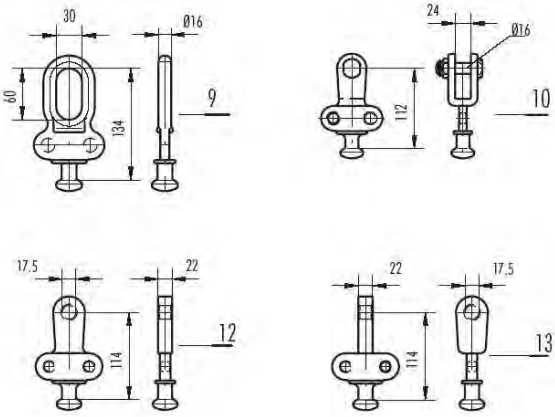
SINGLE SUSPENSION STRING
with composite insulator

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

80 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 63/66 kV Overhead Lines





Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.57.20	1	0.80
2.	41.61.20.40	1	2.85
3.	24.96.10	1	1.05
4.	41.61.20.40	1	2.85
5.	12.15.10	1	1.60
6.	12.19.10	1	2.00
7.	10.15.10	1	0.95
8.	10.19.10	1	1.20
9.	21.37.50	1	0.68
10.	22.56.20	1	0.80
11.	12.23.10	1	2.35
12.	23.56.20	1	0.75
13.	23.57.20	1	0.65
14.	22.09.10	1	0.59

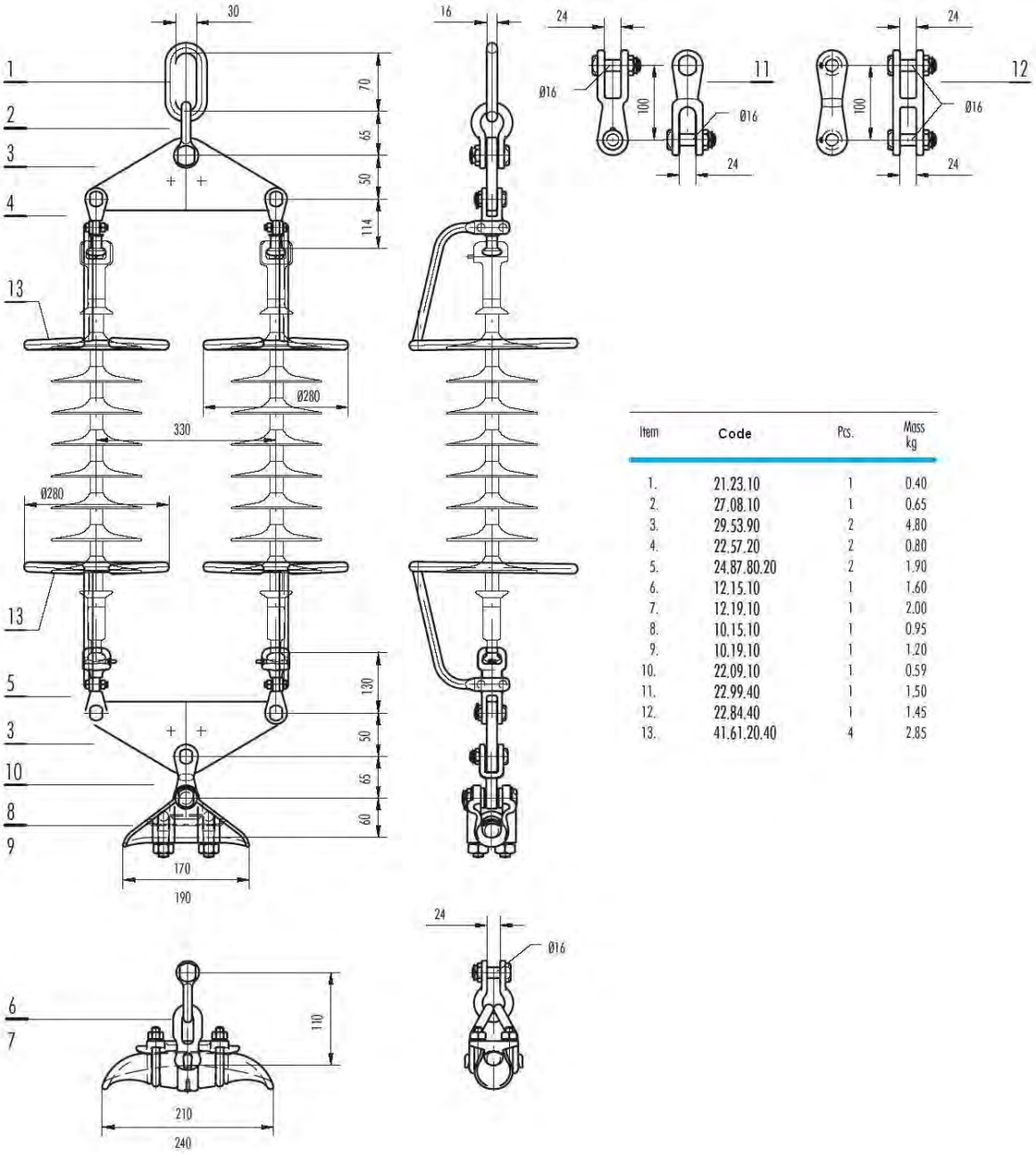
DOUBLE SUSPENSION STRING
with composite insulators

For AAC, AAAC and ACSR

Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 63/66 kV Overhead Lines



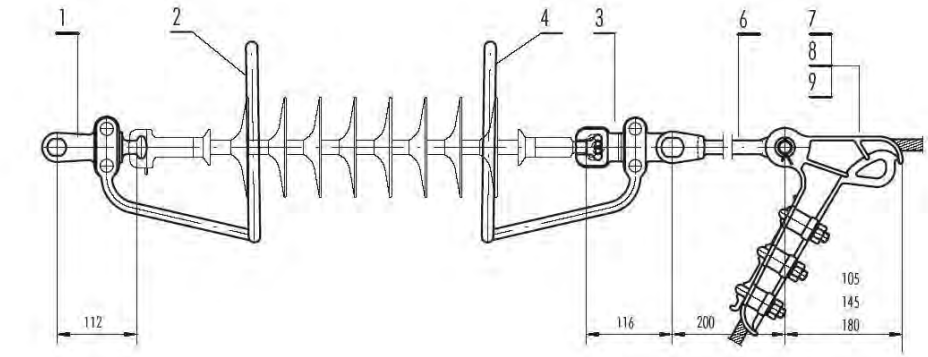
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.23.10	1	0.40
2.	27.08.10	1	0.65
3.	29.53.90	2	4.80
4.	22.57.20	2	0.80
5.	24.87.80.20	2	1.90
6.	12.15.10	1	1.60
7.	12.19.10	1	2.00
8.	10.15.10	1	0.95
9.	10.19.10	1	1.20
10.	22.09.10	1	0.59
11.	22.99.40	1	1.50
12.	22.84.40	1	1.45
13.	41.61.20.40	4	2.85

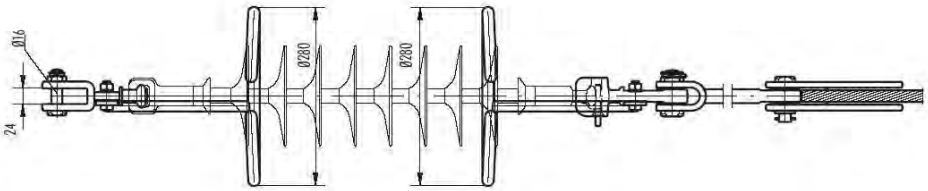
SINGLE TENSION STRING
with rod insulator

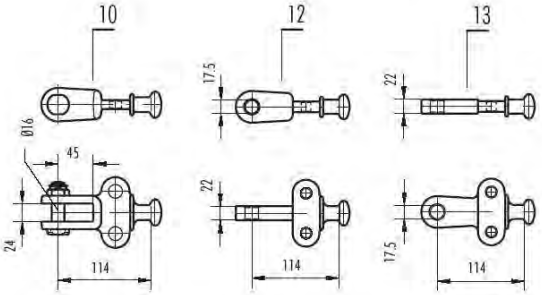
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

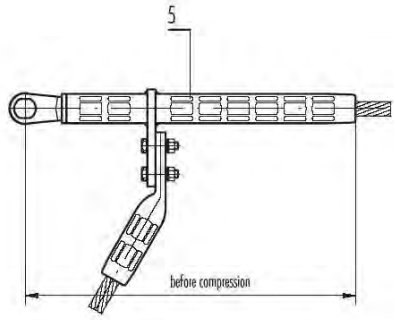
80 kN, standard coupling 16, IEC 120

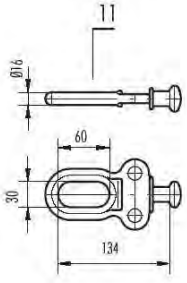
For 63/66 kV Overhead Lines

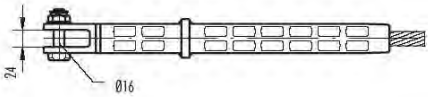












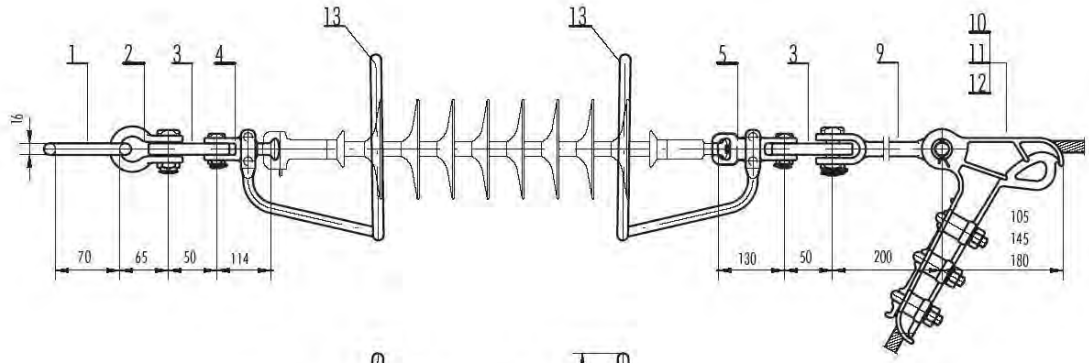
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.61.20.40	1	2.85
3.	23.56.20	1	0.75
4.	41.61.20.40	1	2.85
5.	50.00.000	1	.
6.	26.26.30	1	0.90
7.	16.12.10	1	0.75
8.	16.15.10	1	1.60
9.	16.19.10	1	3.30
10.	22.57.20	1	0.80
11.	21.37.50	1	0.68
12.	23.57.20	1	0.65
13.	23.56.20	1	0.75

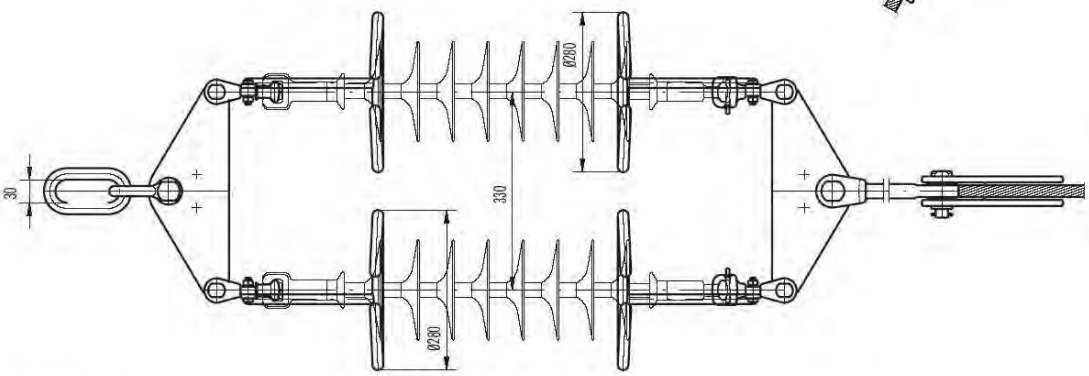
DOUBLE TENSION STRING
with composite insulators

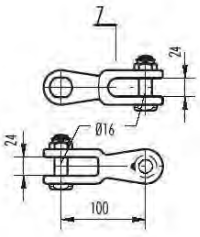
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

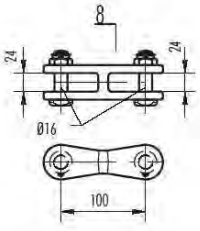
120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 63/66 kV Overhead Lines

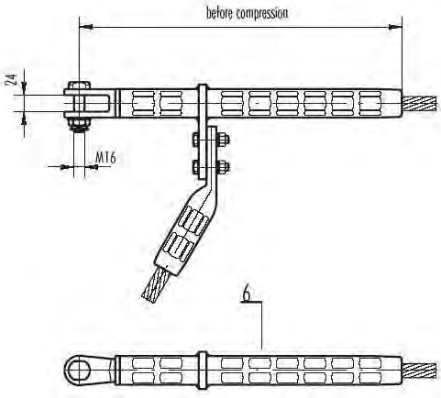








Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.23.10	1	0.40
2.	27.08.10	1	0.65
3.	29.53.90	2	4.80
4.	22.23.10	2	0.65
5.	24.87.80.20	2	1.90
6.	50.00.000	1	.
7.	22.99.40	1	1.50
8.	22.84.40	1	1.45
9.	26.36.30	1	0.90
10.	16.12.10	1	0.75
11.	16.15.10	1	1.60
12.	16.19.10	1	3.30
13.	41.61.20.40	4	2.85



بخش دوم

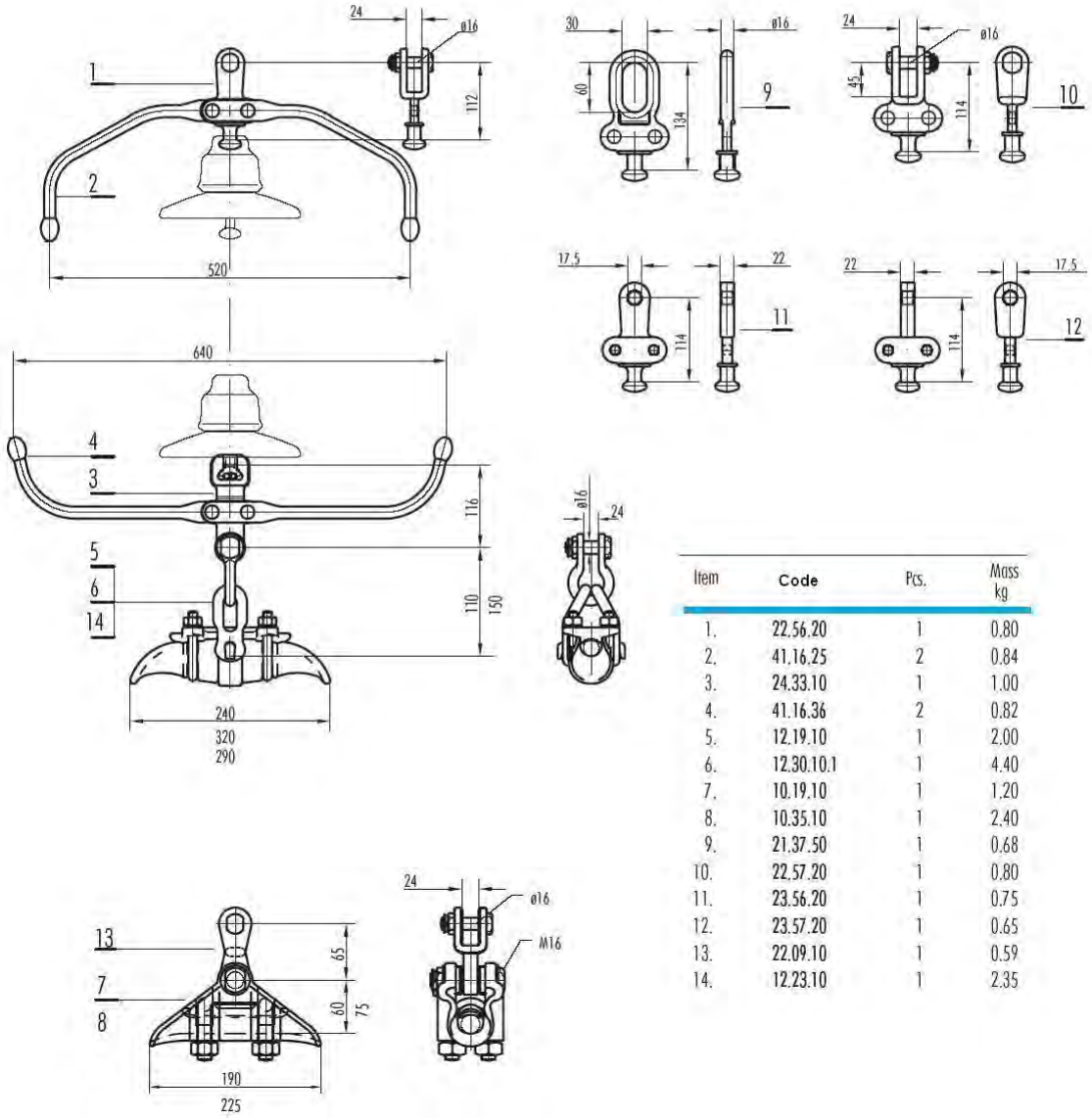
نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی مورد استفاده در خطوط هوایی فوق‌توزیع نیروی ۱۳۲ کیلوولت

SINGLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.25	2	0.84
3.	24.33.10	1	1.00
4.	41.16.36	2	0.82
5.	12.19.10	1	2.00
6.	12.30.10.1	1	4.40
7.	10.19.10	1	1.20
8.	10.35.10	1	2.40
9.	21.37.50	1	0.68
10.	22.57.20	1	0.80
11.	23.56.20	1	0.75
12.	23.57.20	1	0.65
13.	22.09.10	1	0.59
14.	12.23.10	1	2.35

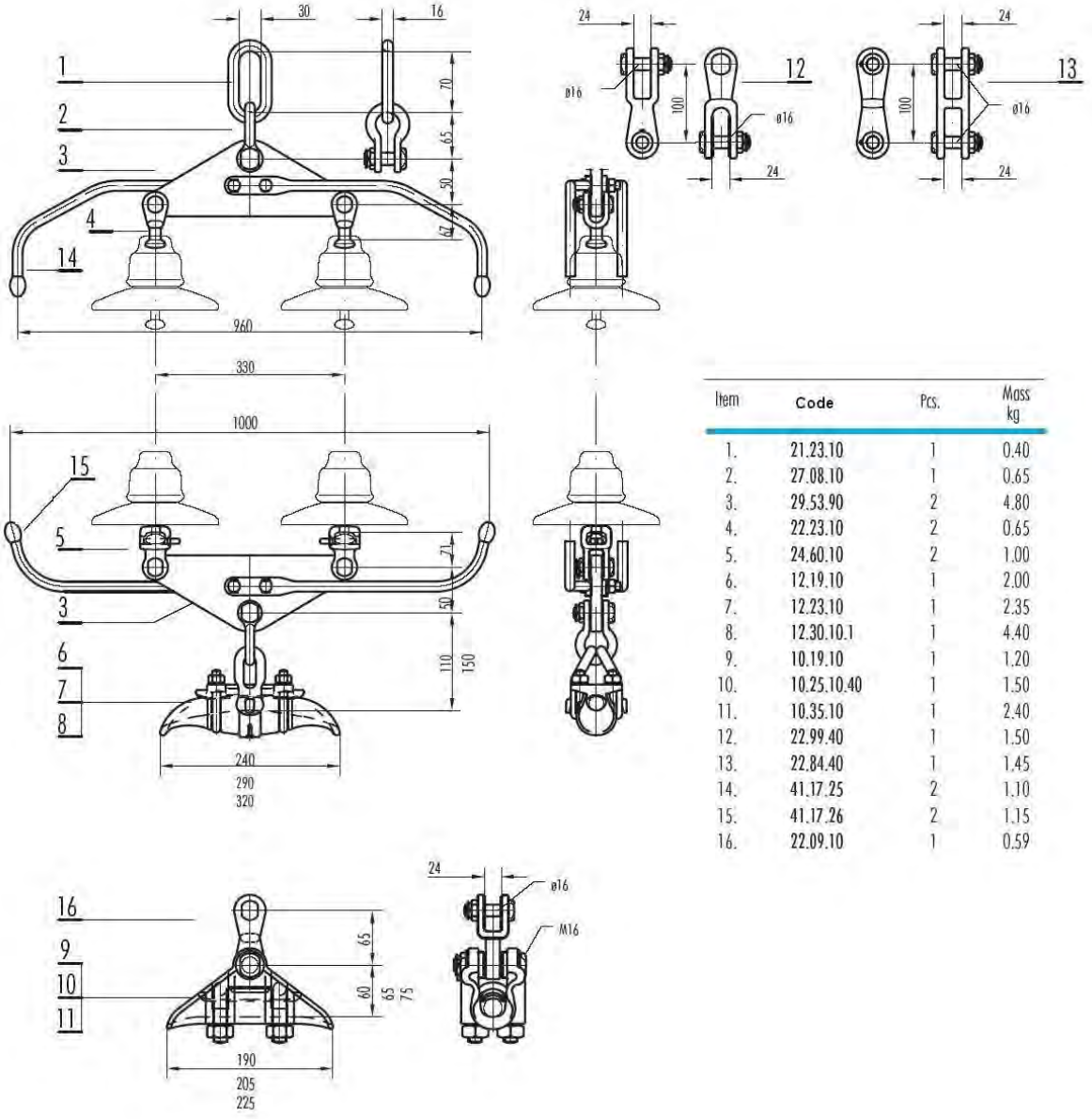
بخش دوم

DOUBLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines



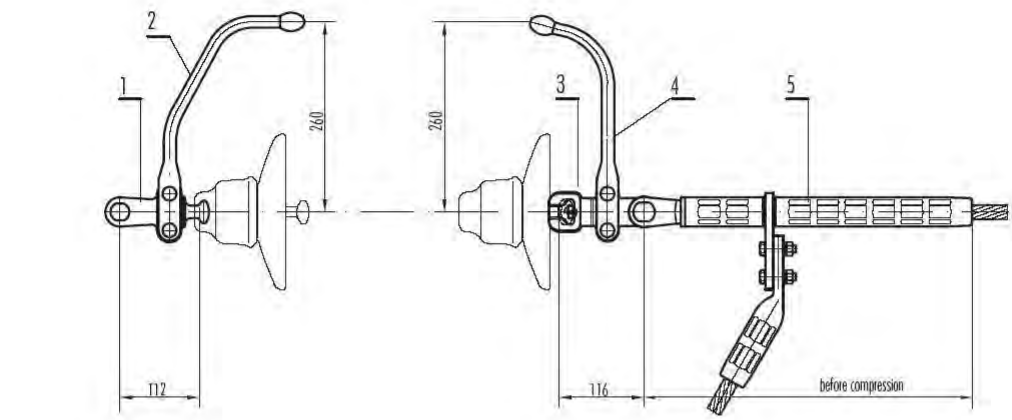
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.23.10	1	0.40
2.	27.08.10	1	0.65
3.	29.53.90	2	4.80
4.	22.23.10	2	0.65
5.	24.60.10	2	1.00
6.	12.19.10	1	2.00
7.	12.23.10	1	2.35
8.	12.30.10.1	1	4.40
9.	10.19.10	1	1.20
10.	10.25.10.40	1	1.50
11.	10.35.10	1	2.40
12.	22.99.40	1	1.50
13.	22.84.40	1	1.45
14.	41.17.25	2	1.10
15.	41.17.26	2	1.15
16.	22.09.10	1	0.59

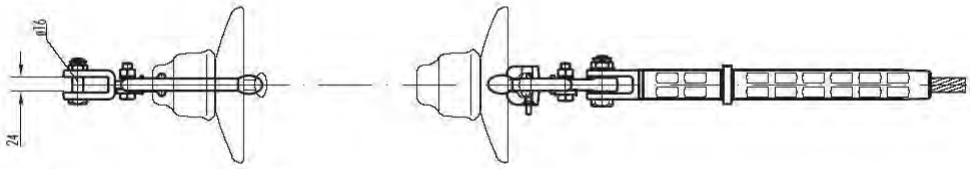
SINGLE TENSION STRING
with cap and pin insulators

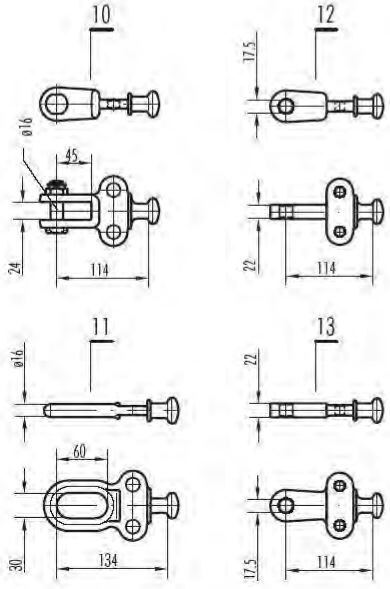
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

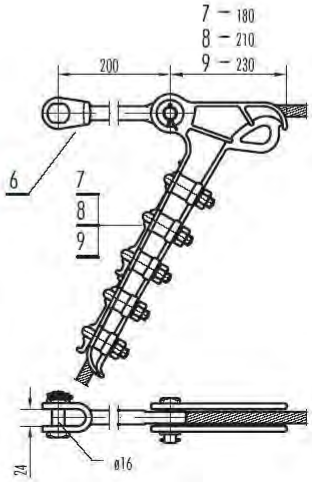
For 132 kV Overhead Lines







Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.25	1	0.84
3.	24.33.10	1	1.10
4.	41.16.26	1	0.72
5.	50.00.000	1	-
6.	26.26.30	1	0.90
7.	16.19.10	1	3.30
8.	16.23.10	1	4.10
9.	16.30.10.50	1	6.20
10.	22.57.20	1	0.80
11.	21.37.50	1	0.68
12.	23.57.20	1	0.65
13.	23.56.20	1	0.75

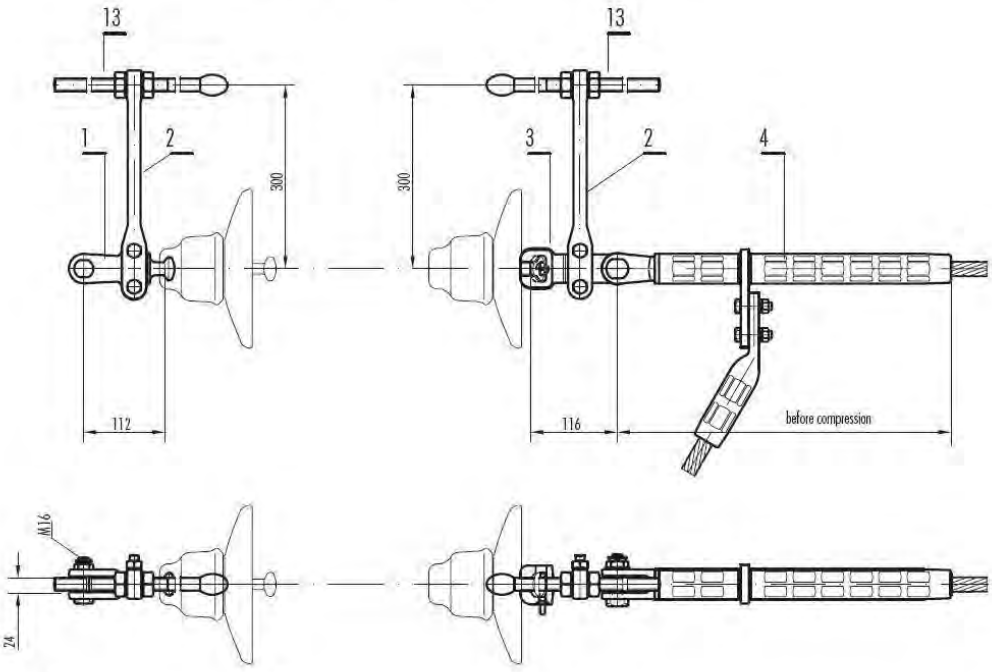


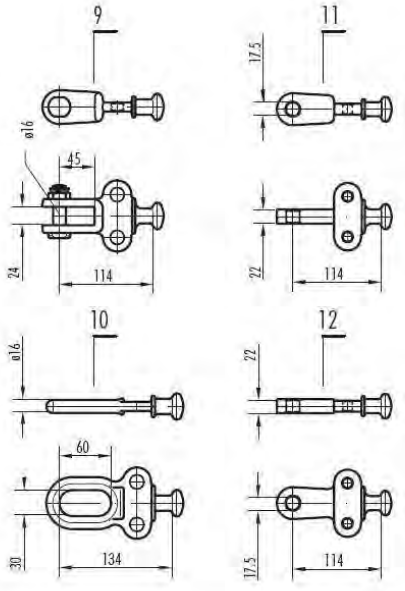
SINGLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
with regulation spark gap

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

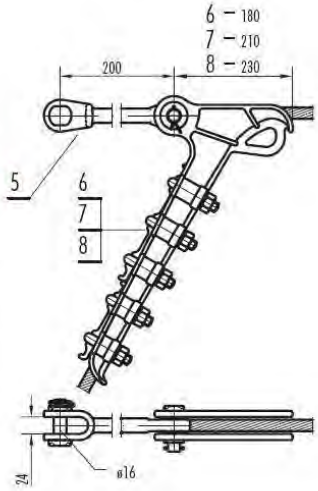
120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines





Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.86	2	0.60
3.	24.33.10	1	1.10
4.	50.00.000	1	.
5.	26.26.30	1	0.90
6.	16.19.10	1	3.30
7.	16.23.10	1	4.10
8.	16.30.10.50	1	6.20
9.	22.57.20	1	0.80
10.	21.37.50	1	0.68
11.	23.57.20	1	0.65
12.	23.56.20	1	0.75
13.	41.10.00	2	.

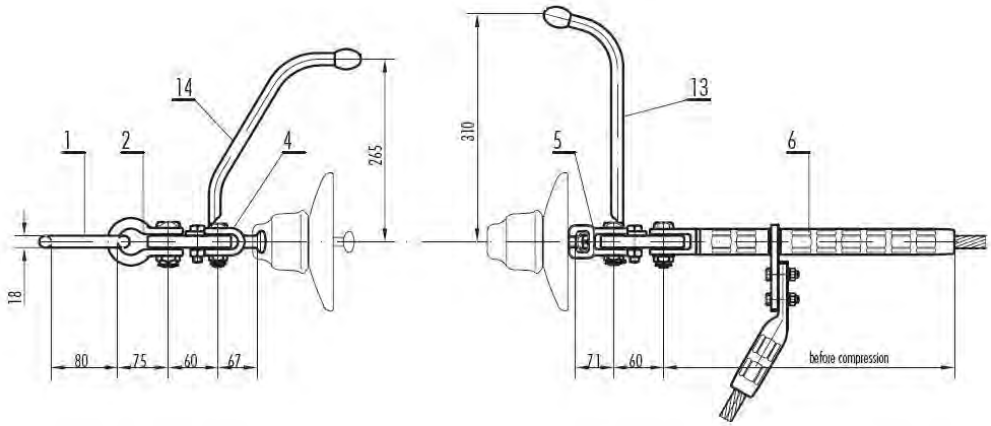


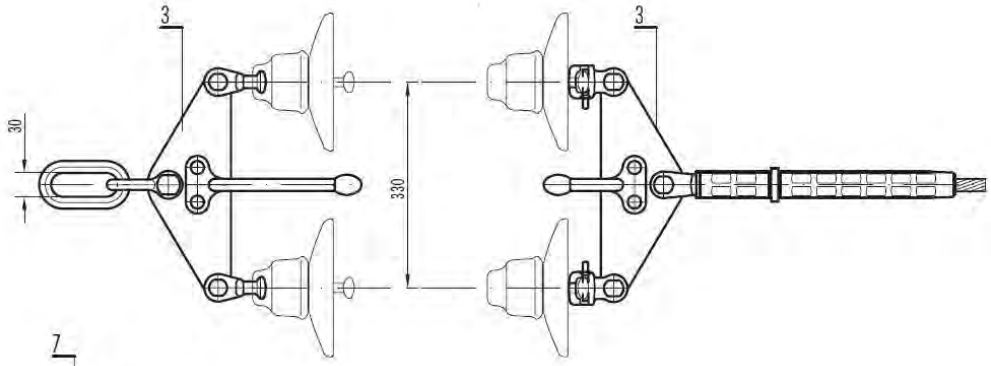
DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators

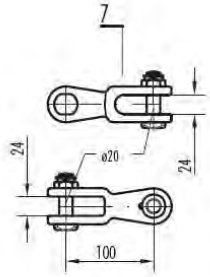
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

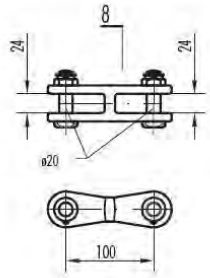
210 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines

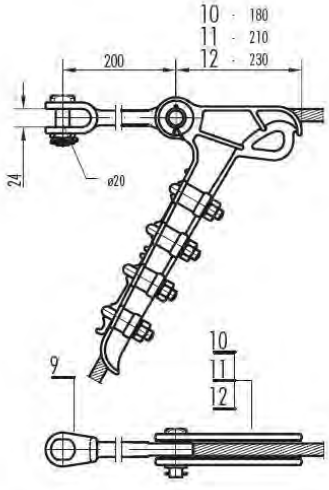








Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.35.10	1	0.53
2.	27.10.10X	1	0.85
3.	29.55.90	2	5.10
4.	22.23.10	2	0.65
5.	24.60.10	2	1.00
6.	50.00.000	1	.
7.	22.99.10	1	1.80
8.	22.84.10	1	1.70
9.	43.26.50A	1	1.40
10.	16.19.10.50	1	3.40
11.	16.23.10.40	1	4.10
12.	16.30.10.40	1	6.30
13.	41.18.26	1	0.80
14.	41.18.25	1	0.92

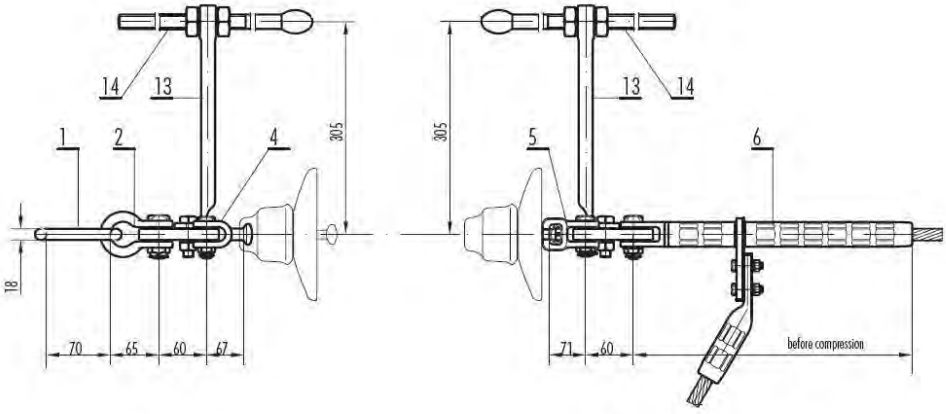


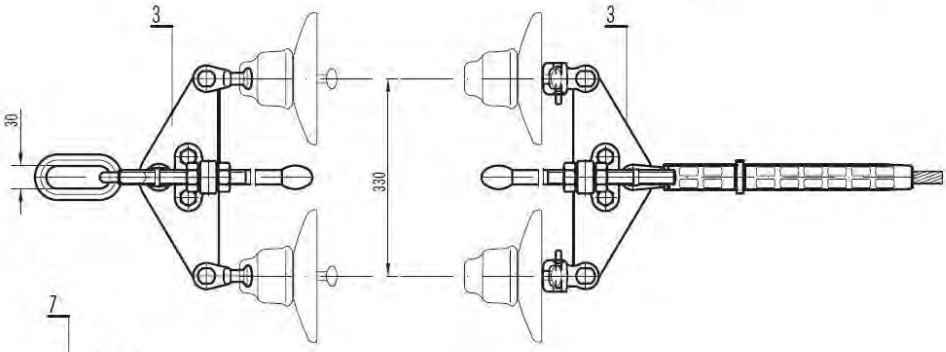
DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
with regulation spark gap

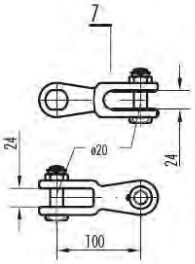
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

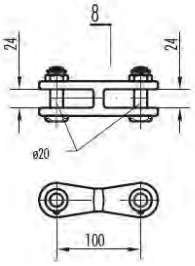
210 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines

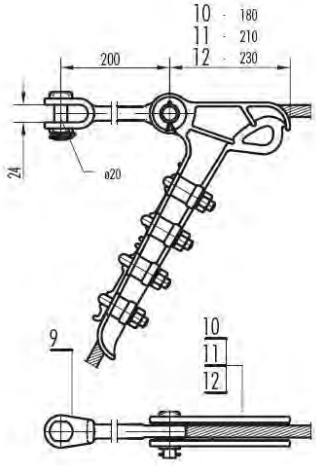








Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.35.10	1	0.53
2.	27.10.10X	1	0.85
3.	29.55.90	2	5.10
4.	22.23.10	2	0.65
5.	24.60.10	2	1.00
6.	50.00.000	1	.
7.	22.99.10	1	1.80
8.	22.84.10	1	1.70
9.	43.26.50A	1	1.40
10.	16.19.10.50	1	3.40
11.	16.23.10.40	1	4.10
12.	16.30.10.40	1	6.30
13.	41.18.86.11	2	0.58
14.	41.10.00	2	.

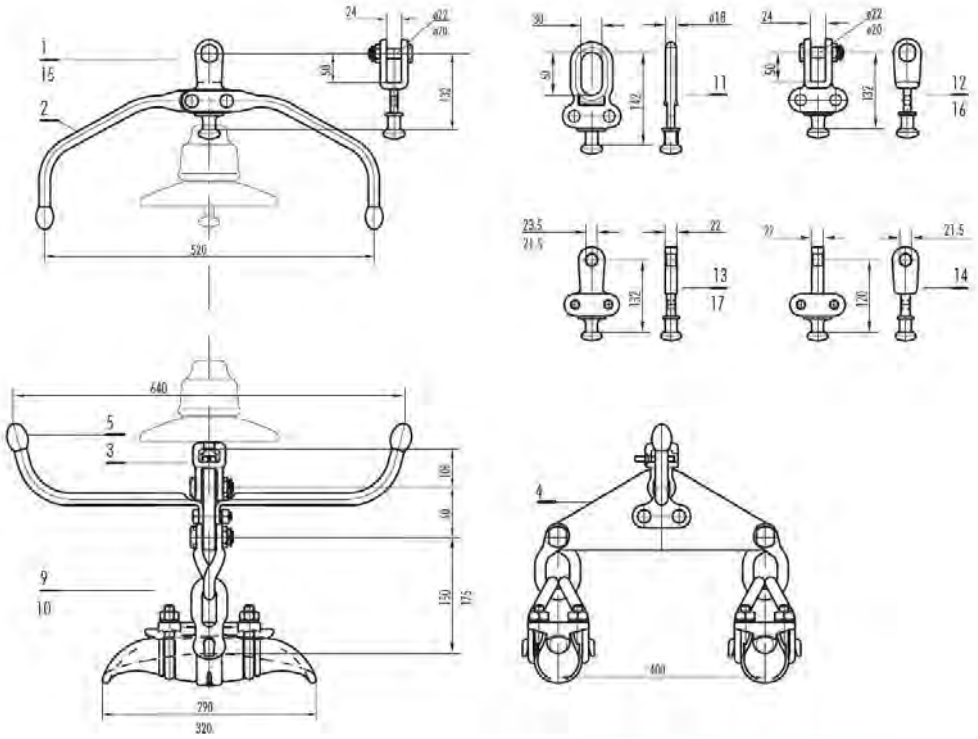


SINGLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

160 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines



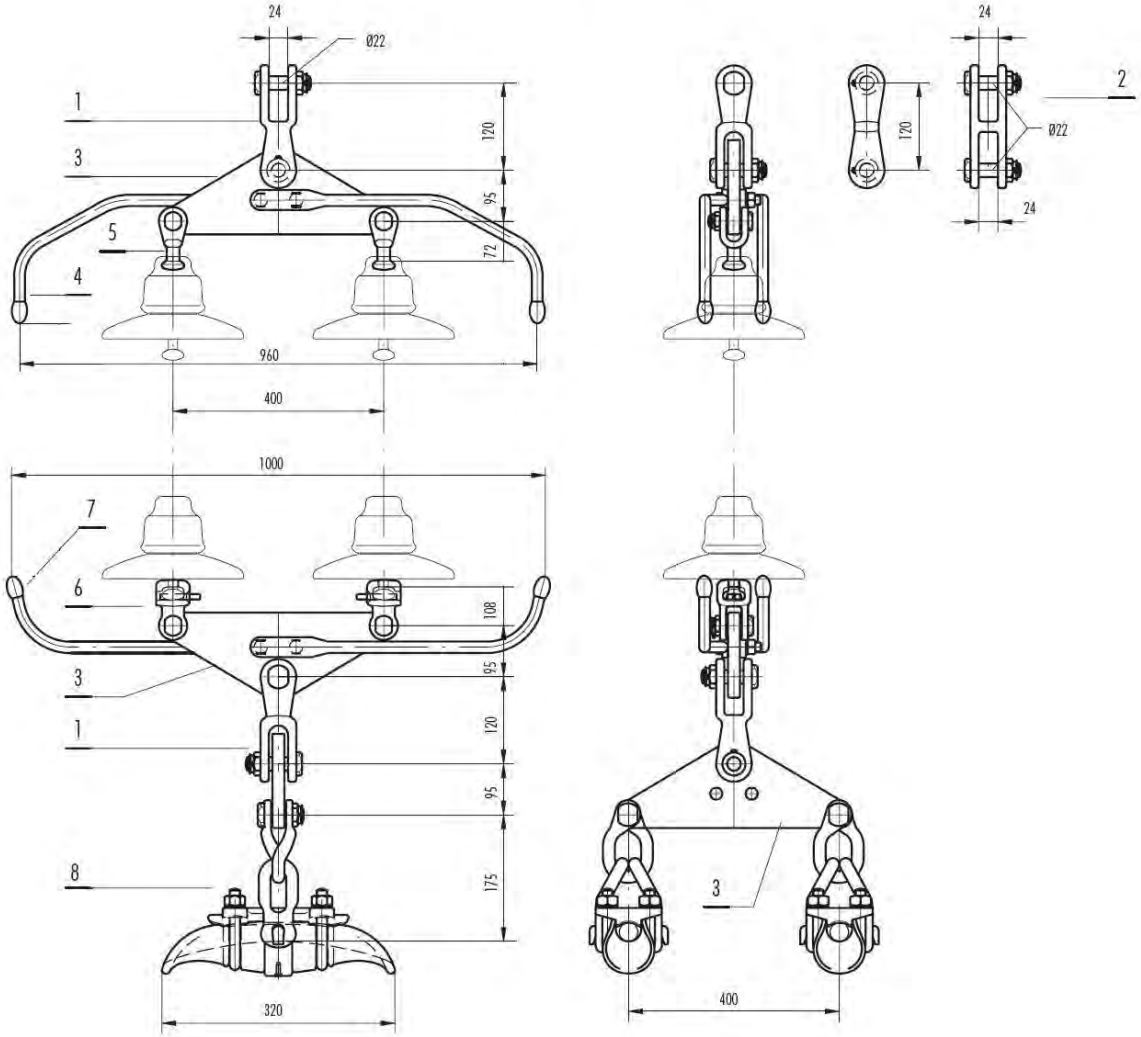
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.59.10	1	1.74
2.	41.16.25	2	0.84
3.	24.79.10	1	1.68
4.	43.29.89.60	1	5.85
5.	41.18.30	2	1.15
6.	22.45.10	2	0.60
7.	10.25.10.40	2	1.50
8.	10.35.10	2	2.40
9.	12.23.20	2	2.65
10.	12.30.20.1	2	4.75
11.	21.77.10	1	0.93
12.	22.58.10	1	1.77
13.	23.59.10	1	1.20
14.	23.58.30	1	1.20
15.	22.59.20	1	1.68
16.	22.58.20	1	1.75
17.	23.59.20	1	1.30

DOUBLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR (without suspension clamp)
Minimum breaking strength

320 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	2	2.60
2.	22.92.10	1	2.50
3.	29.82.10A	3	8.40
4.	41.17.25	2	1.10
5.	23.48.10	2	1.00
6.	24.79.10	2	1.68
7.	41.17.26	2	1.15
8.	12.30.20	1	4.90

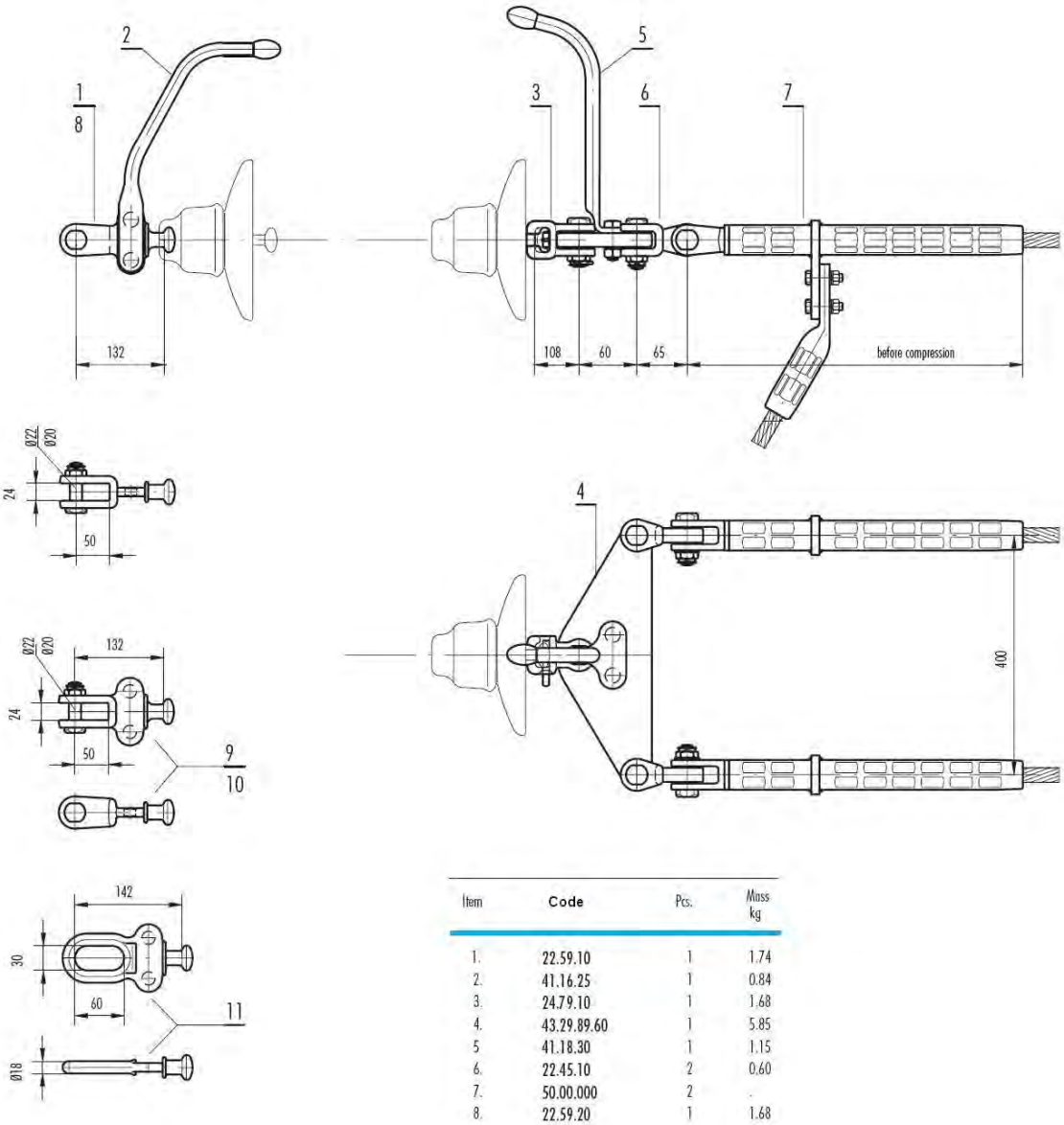
SINGLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR

Minimum breaking strength (without tension clamp)

160 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines



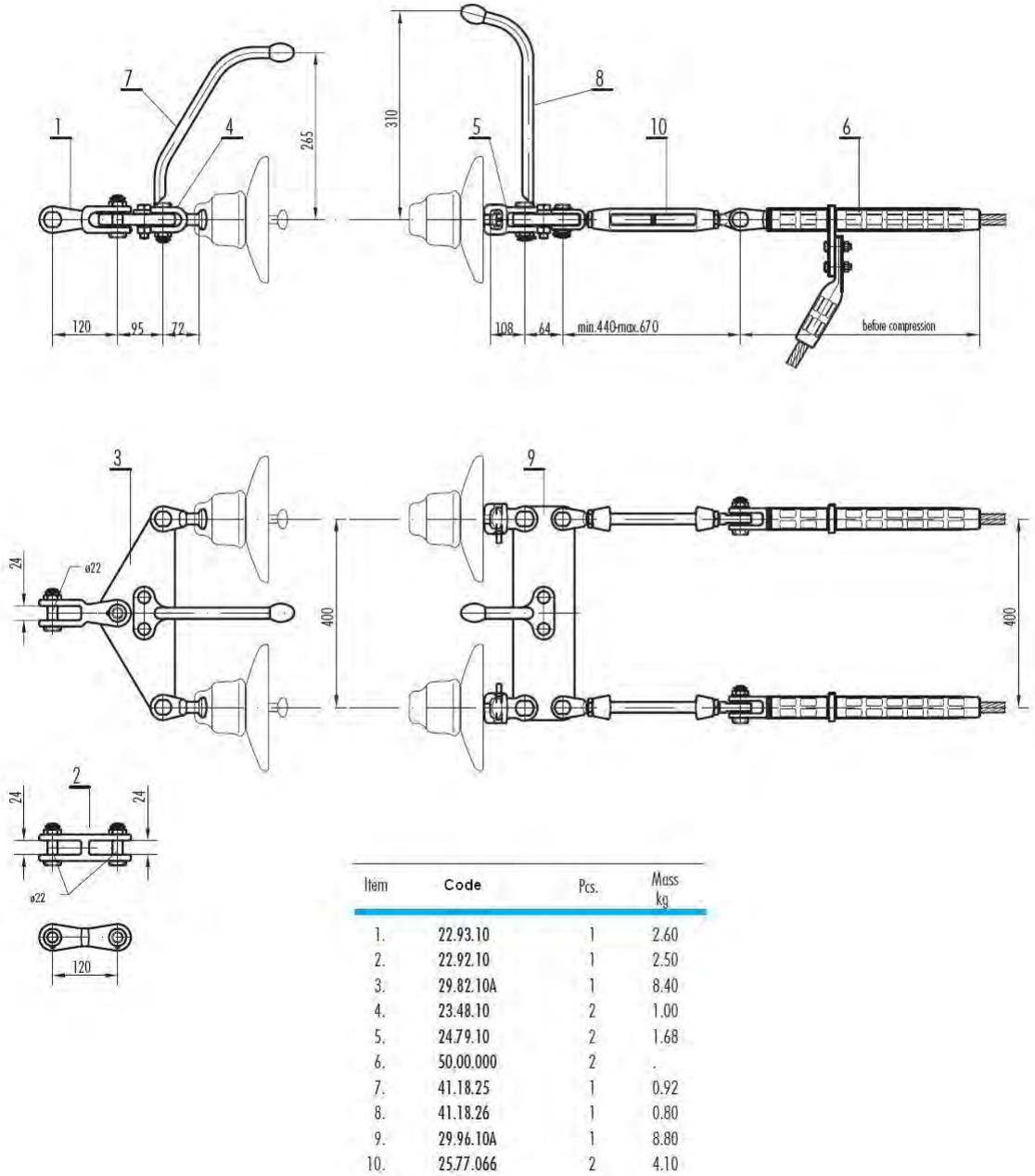
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.59.10	1	1.74
2.	41.16.25	1	0.84
3.	24.79.10	1	1.68
4.	43.29.89.60	1	5.85
5	41.18.30	1	1.15
6.	22.45.10	2	0.60
7.	50.00.000	2	.
8.	22.59.20	1	1.68
9.	22.58.10	1	1.77
10.	22.58.20	1	1.75
11.	21.77.10	1	0.93

DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

320 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines



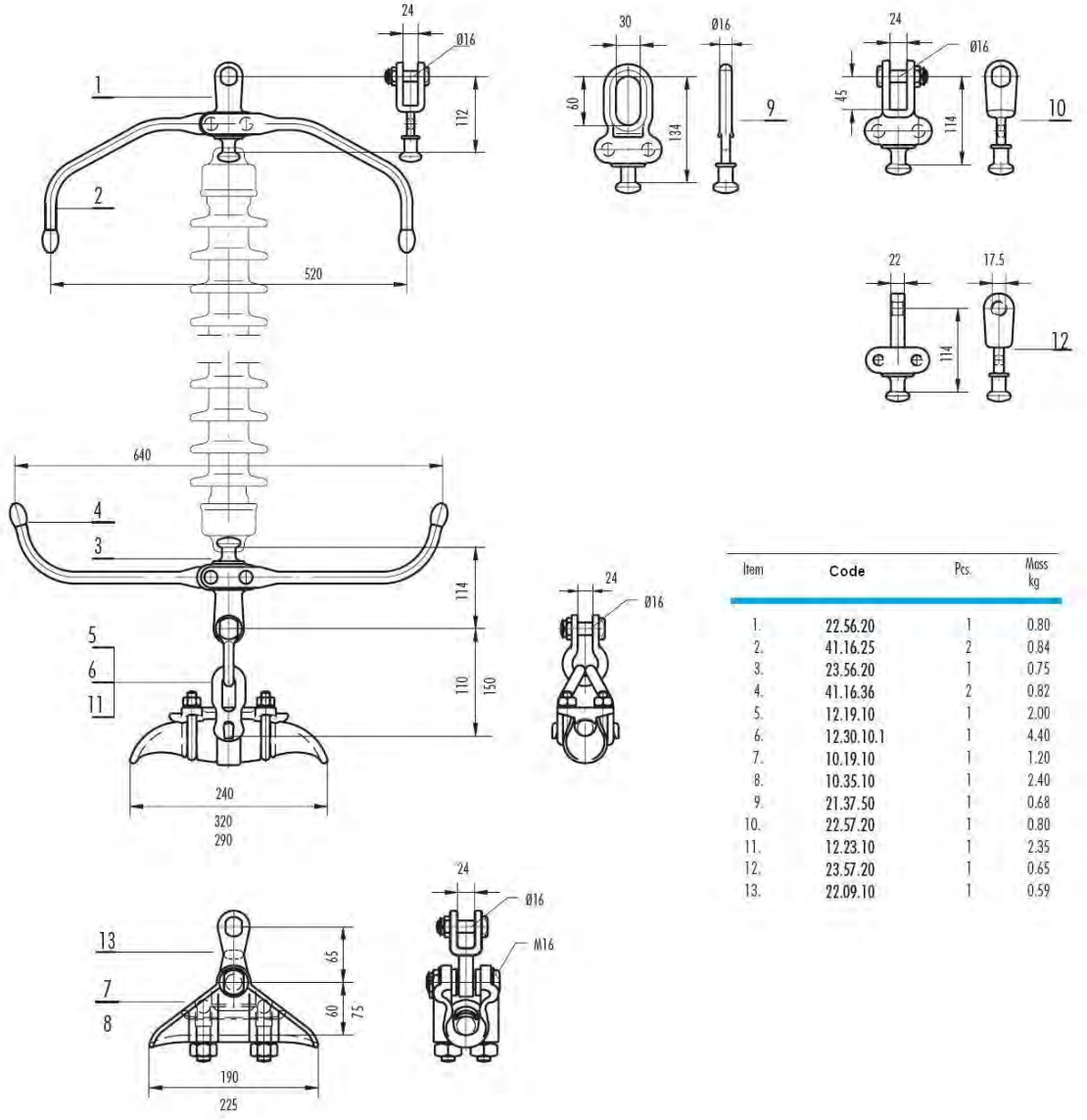
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	1	2.60
2.	22.92.10	1	2.50
3.	29.82.10A	1	8.40
4.	23.48.10	2	1.00
5.	24.79.10	2	1.68
6.	50.00.000	2	.
7.	41.18.25	1	0.92
8.	41.18.26	1	0.80
9.	29.96.10A	1	8.80
10.	25.77.066	2	4.10

SINGLE SUSPENSION STRING
with rod insulator

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines



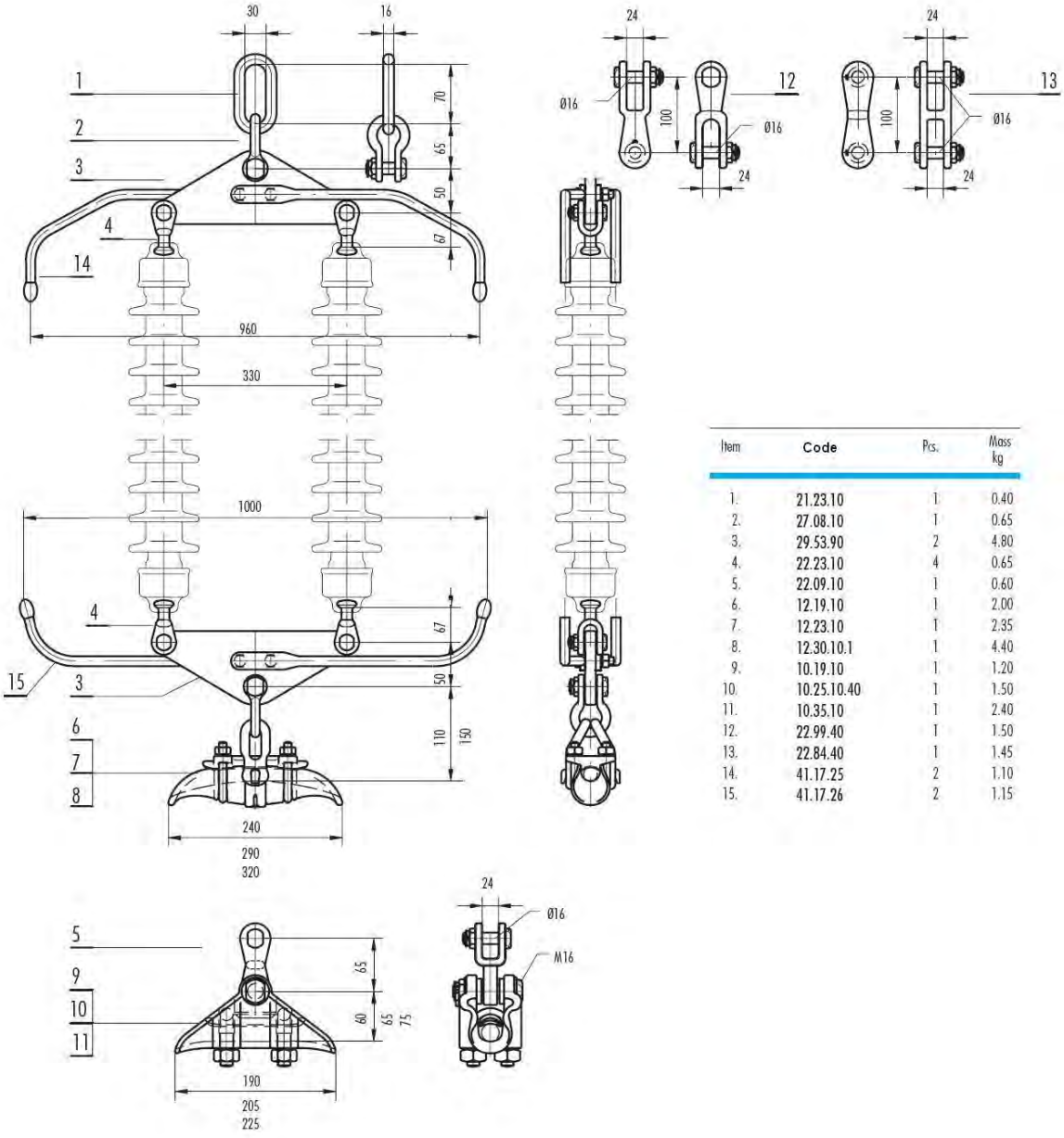
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.25	2	0.84
3.	23.56.20	1	0.75
4.	41.16.36	2	0.82
5.	12.19.10	1	2.00
6.	12.30.10.1	1	4.40
7.	10.19.10	1	1.20
8.	10.35.10	1	2.40
9.	21.37.50	1	0.68
10.	22.57.20	1	0.80
11.	12.23.10	1	2.35
12.	23.57.20	1	0.65
13.	22.09.10	1	0.59

DOUBLE SUSPENSION STRING
with rod insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines

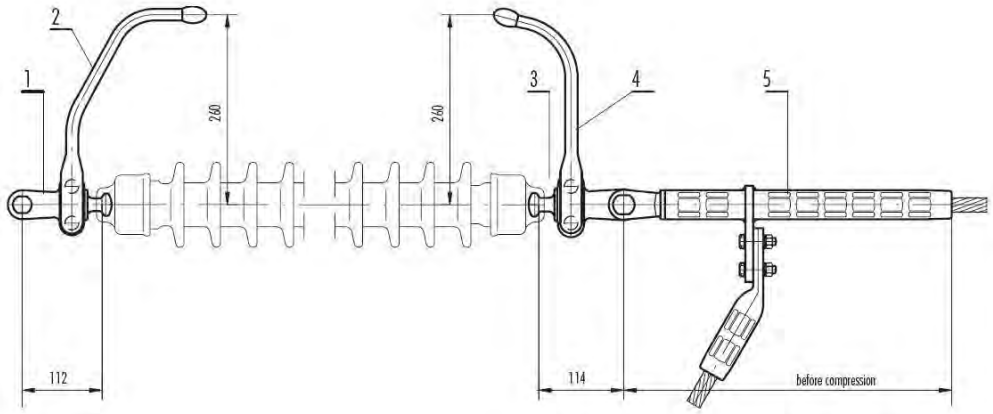


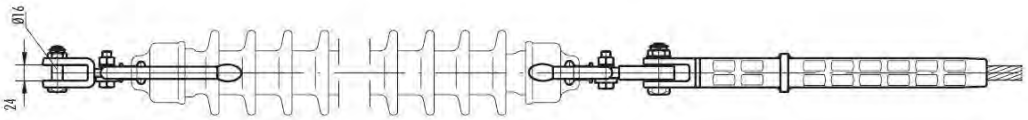
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.23.10	1	0.40
2.	27.08.10	1	0.65
3.	29.53.90	2	4.80
4.	22.23.10	4	0.65
5.	22.09.10	1	0.60
6.	12.19.10	1	2.00
7.	12.23.10	1	2.35
8.	12.30.10.1	1	4.40
9.	10.19.10	1	1.20
10.	10.25.10.40	1	1.50
11.	10.35.10	1	2.40
12.	22.99.40	1	1.50
13.	22.84.40	1	1.45
14.	41.17.25	2	1.10
15.	41.17.26	2	1.15

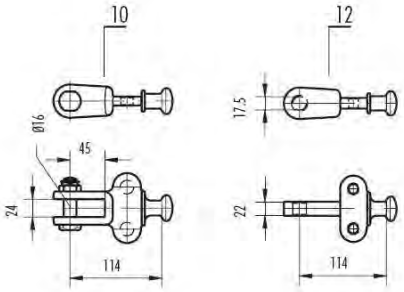
SINGLE TENSION STRING
with rod insulator

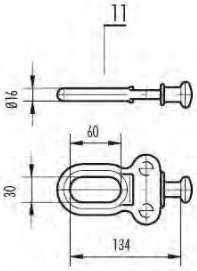
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120
For 132 kV Overhead Lines

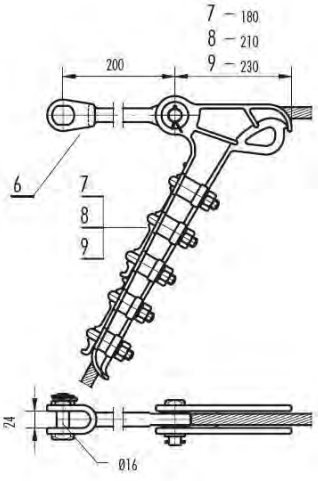








Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.20	1	0.80
2.	41.16.25	1	0.84
3.	23.56.20	1	0.75
4.	41.16.26	1	0.72
5.	50.00.000	1	-
6.	26.26.30	1	0.90
7.	16.19.10	1	3.30
8.	16.23.10	1	4.10
9.	16.30.10.50	1	6.20
10.	22.57.20	1	0.80
11.	21.37.50	1	0.68
12.	23.57.20	1	0.65

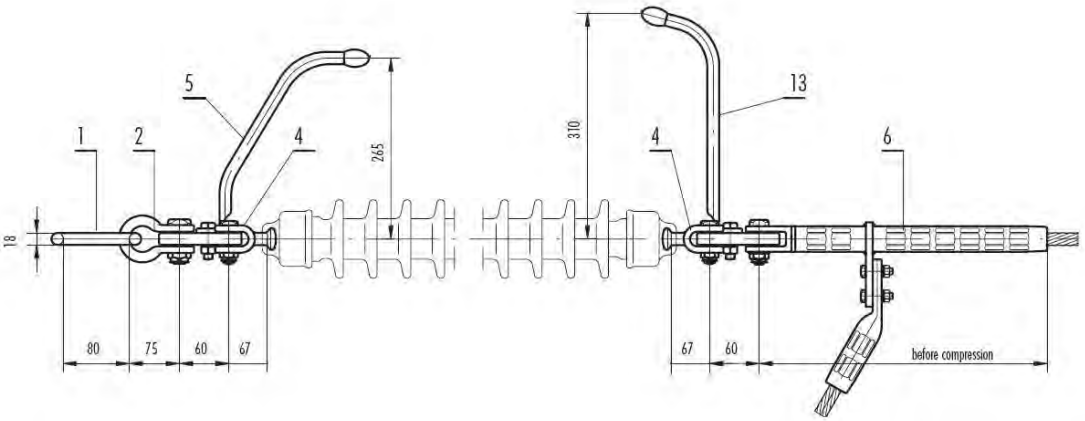


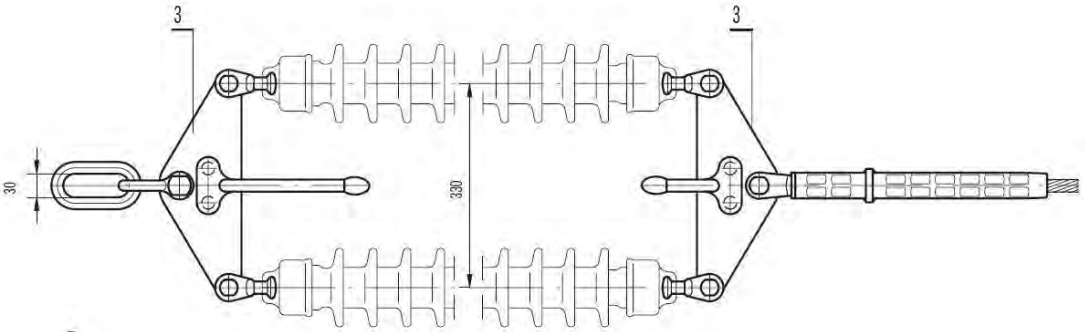
DOUBLE TENSION STRING
with rod insulators

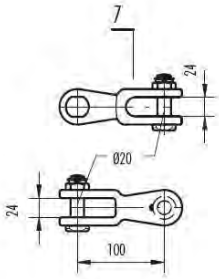
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

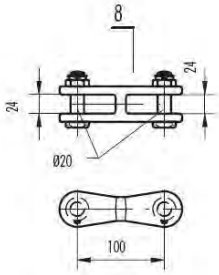
210 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines

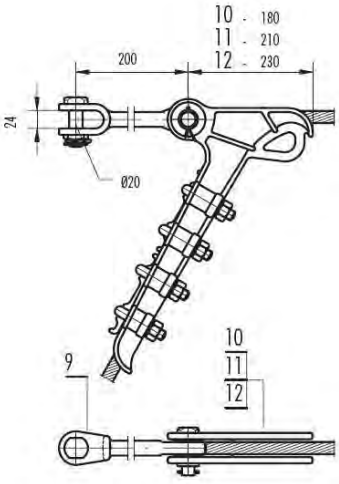








Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	21.35.10	1	0.53
2.	27.10.10X	1	0.85
3.	29.55.90	2	5.10
4.	22.23.10	4	0.65
5.	41.18.25	1	0.92
6.	50.00.000	1	-
7.	22.99.10	1	1.80
8.	22.84.10	1	1.70
9.	43.26.50A	1	1.40
10.	16.19.10.50	1	3.40
11.	16.23.10.40	1	4.10
12.	16.30.10.40	1	6.30
13.	41.18.26	1	0.80



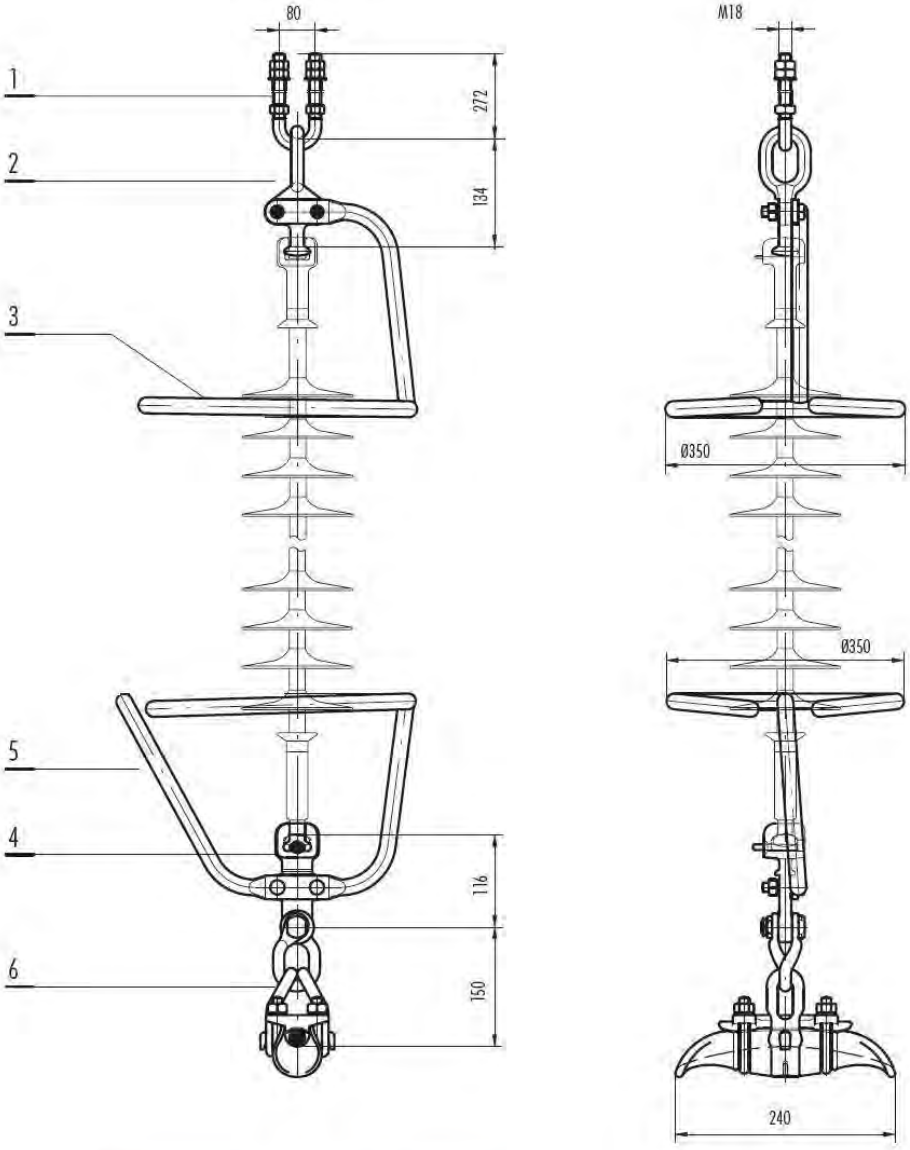
SINGLE SUSPENSION STRING
with composite insulator

For AAC, AAAC and ACSR

Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines

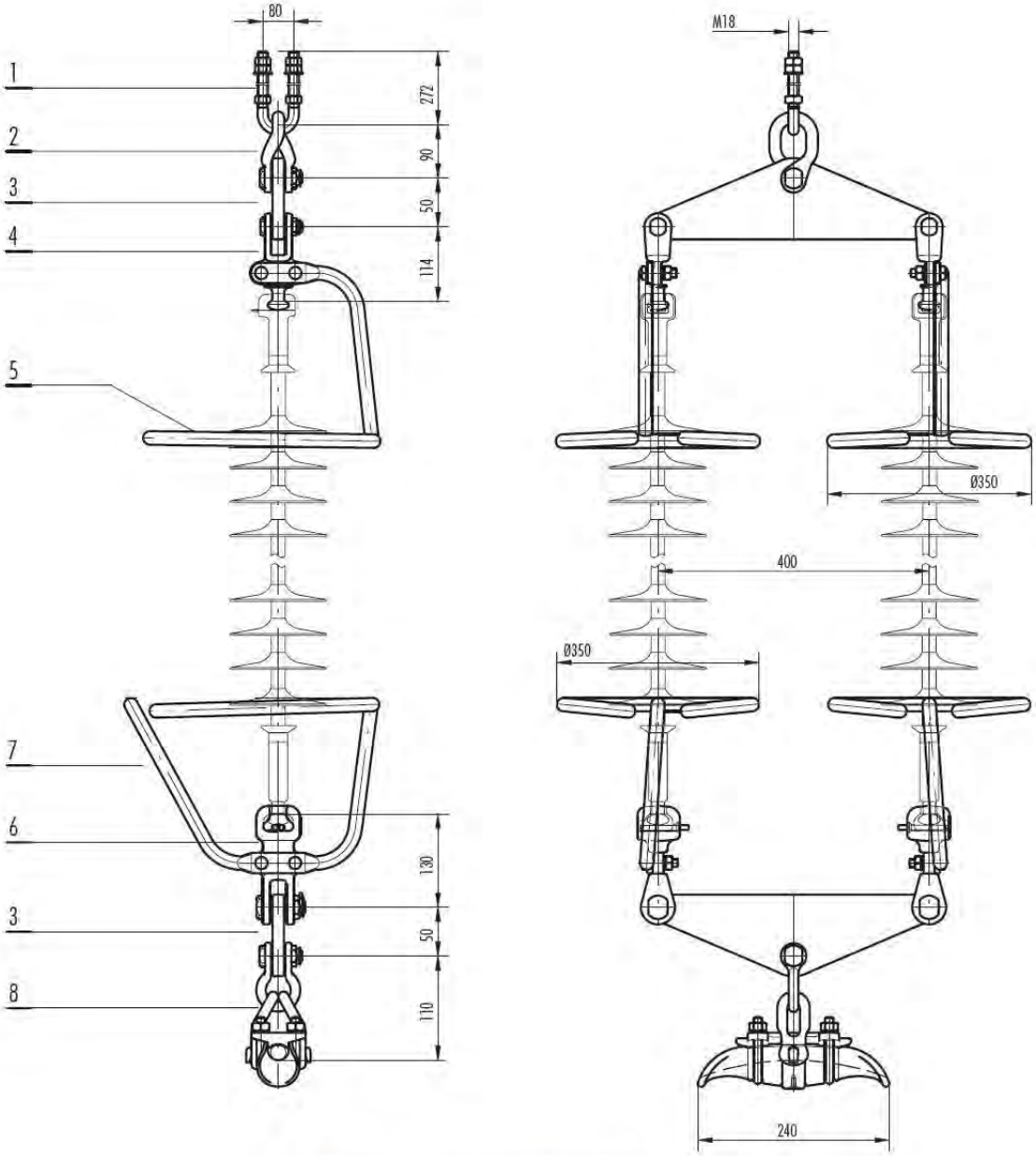


Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	35.18.76	1	1.50
2.	21.22.50	1	0.70
3.	41.61.68G	1	5.20
4.	24.33.10	1	1.10
5.	41.62.67G	1	4.80
6.	12.19.20	1	2.35

DOUBLE SUSPENSION STRING
with composite insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120
For 132 kV Overhead Lines



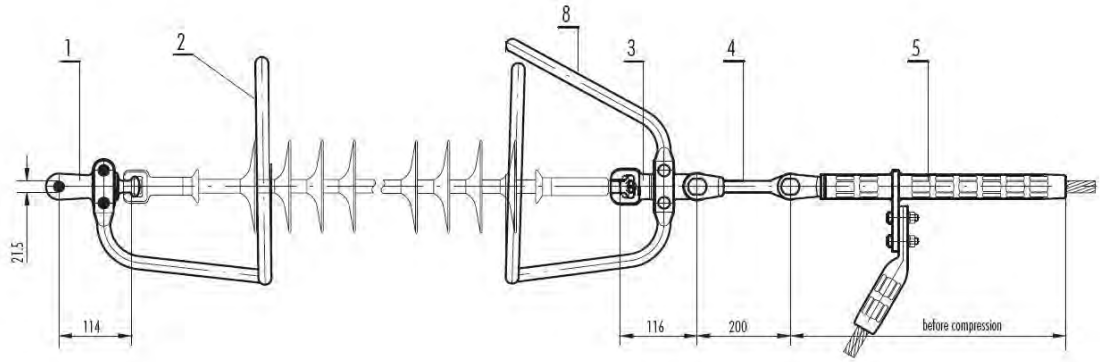
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	35.18.76	1	1.50
2.	27.30.10	1	0.65
3.	29.13.80	2	5.70
4.	22.57.20	2	0.90
5.	41.61.68G	2	5.20
6.	24.87.80.20	2	1.80
7.	41.62.67G	2	4.80
8.	12.19.10	1	2.00

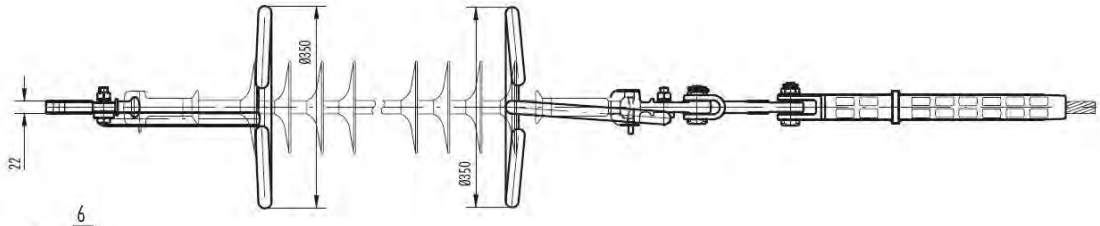
SINGLE TENSION STRING
with composite insulator

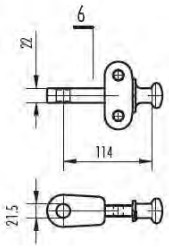
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

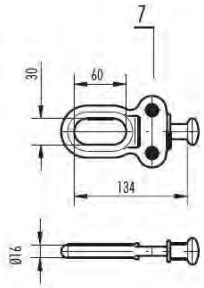
120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines









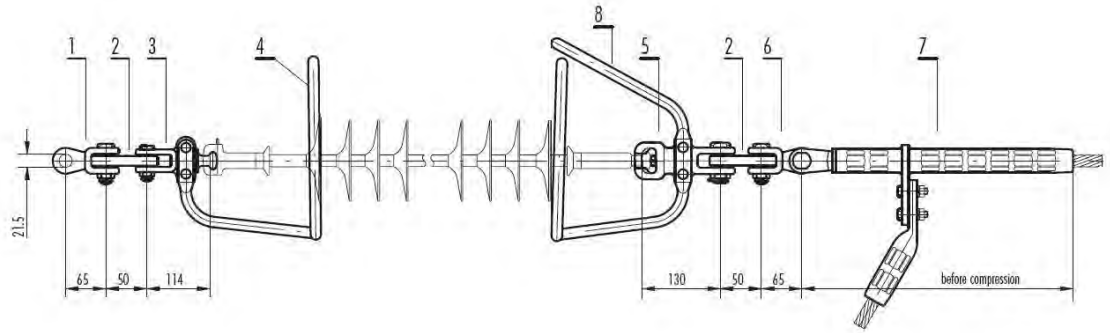
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	23.56.10	1	0.70
2.	41.61.68G	1	5.20
3.	24.33.10	1	1.10
4.	26.26.30	1	0.90
5.	50.00.000	1	.
6.	23.57.10	1	0.65
7.	21.37.50	1	0.68
8.	41.62.67G	1	4.80

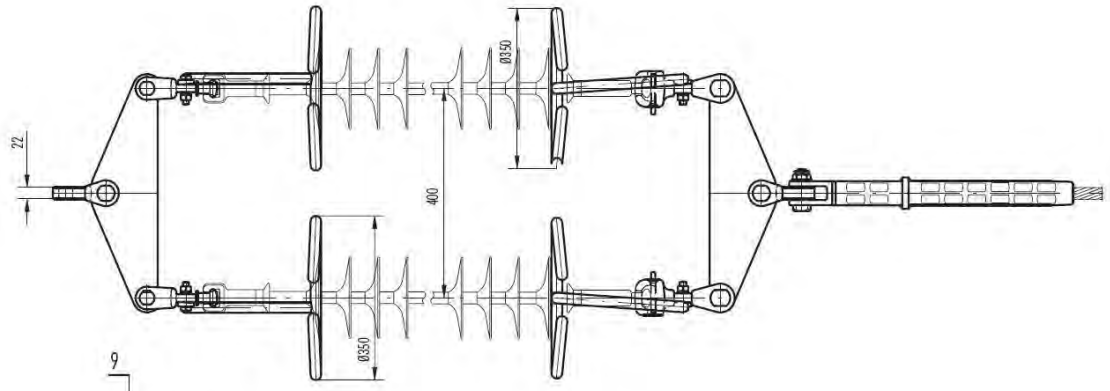
DOUBLE TENSION STRING
with composite insulators

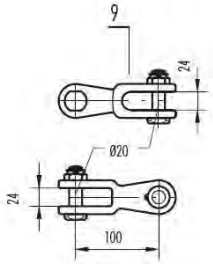
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

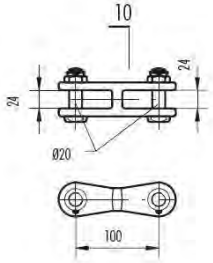
120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 132 kV Overhead Lines









Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.45.20	1	0.70
2.	29.13.80	2	5.70
3.	22.57.20	2	0.90
4.	41.61.68G	2	5.20
5.	24.87.80.20	2	1.80
6.	22.45.20	1	0.70
7.	50.00.000	1	-
8.	41.62.67G	2	4.80
9.	22.99.10	1	1.80
10.	22.84.10	1	1.70

بخش سوم

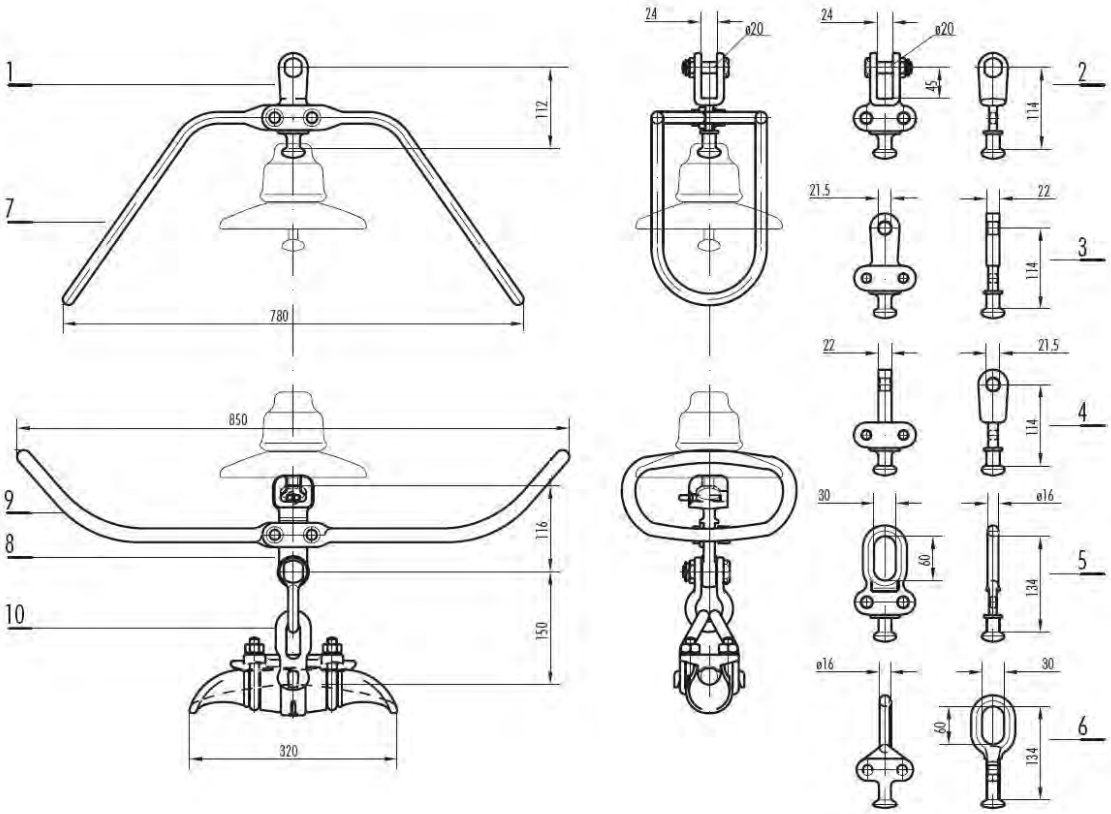
نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال نیروی ۲۳۰ کیلوولت

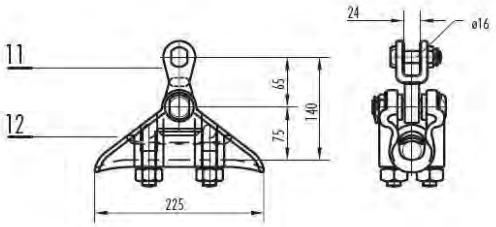
SINGLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

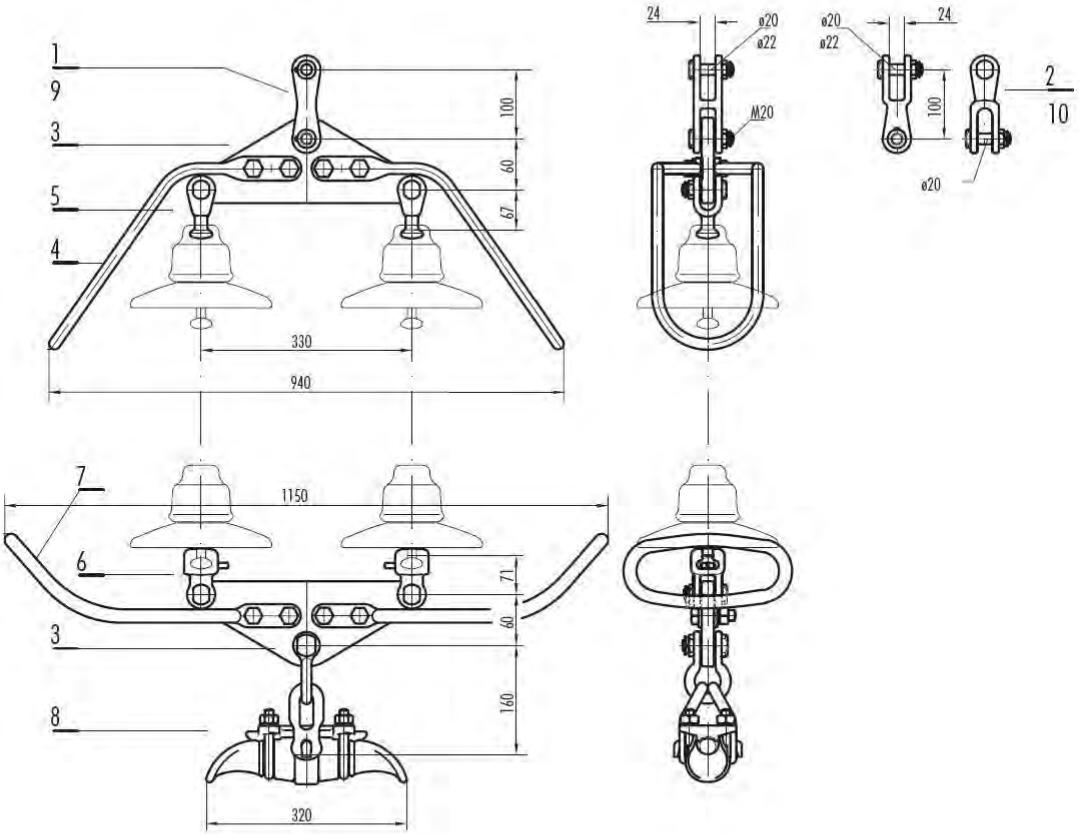
For 230 kV Overhead Lines





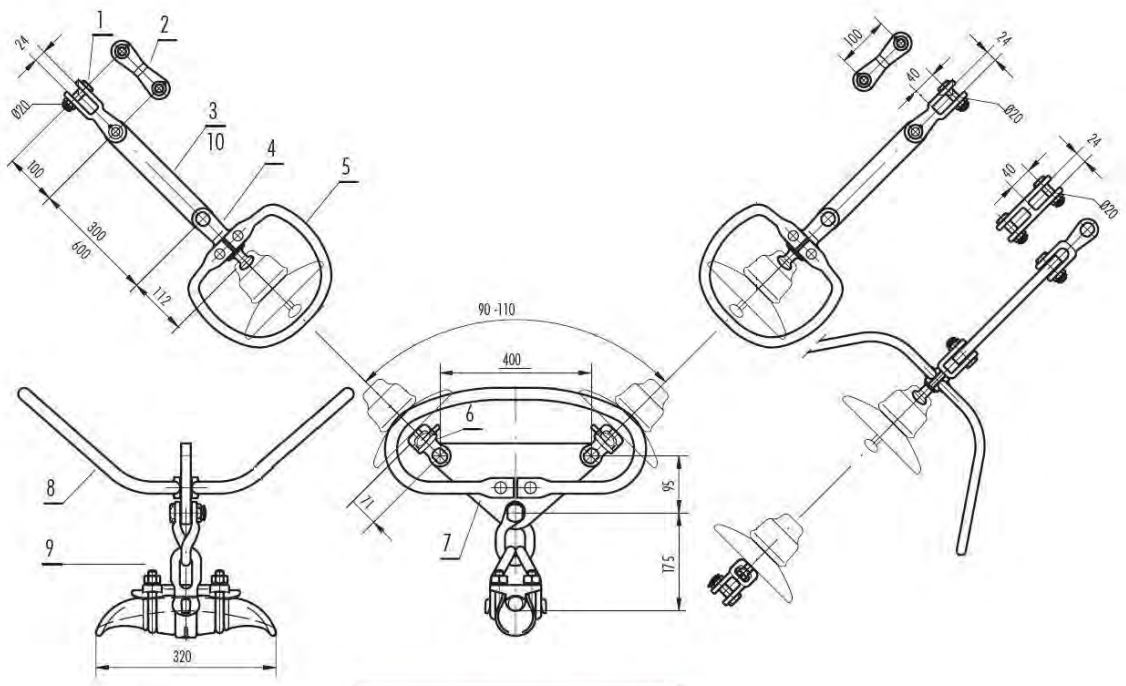
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.10	1	0.90
2.	22.57.10	1	1.00
3.	23.56.10	1	0.75
4.	23.57.10	1	0.65
5.	21.37.50	1	0.68
6.	21.22.50	1	0.70
7.	41.21.45	2	1.90
8.	24.33.10	1	1.00
9.	41.23.45	2	4.30
10.	12.30.10.1	1	4.40
11.	22.09.10	1	0.59
12.	10.35.10	1	2.40

DOUBLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)
210 kN, standard coupling 16, IEC 120
For 230 kV Overhead Lines



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.84.10	1	1.70
2.	22.99.10	1	1.80
3.	29.55.90.2	2	5.10
4.	41.21.47	2	2.35
5.	22.23.10	2	0.65
6.	24.60.10	2	1.00
7.	41.23.47	2	5.50
8.	12.30.10	1	4.65
9.	22.84.20	1	1.75
10.	22.99.20	1	1.80

SINGLE "V" SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)
120 kN, standard coupling 16, IEC 120
For 230 kV Overhead Lines

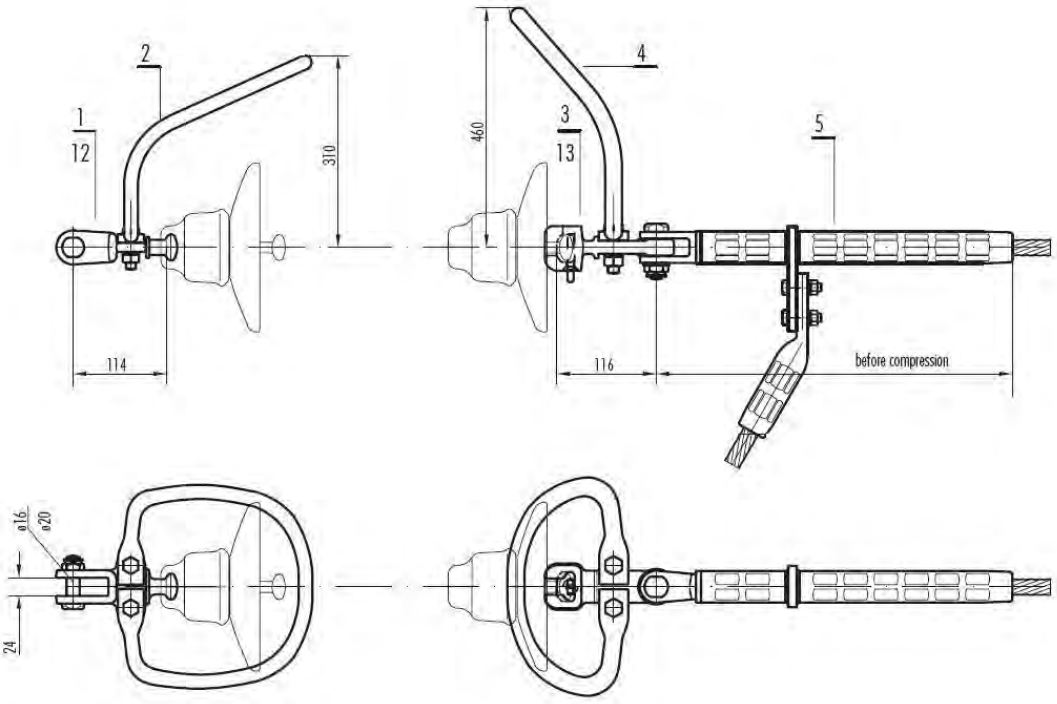


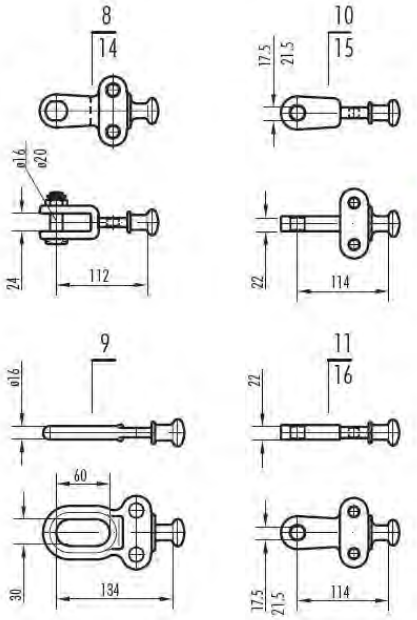
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.99.10	2	1.80
2.	22.84.10	2	1.70
3.	26.66.30.20	2	2.90
4.	22.56.10	2	0.90
5.	41.24.65	4	1.90
6.	24.60.30	2	1.00
7.	29.82.10A	1	8.40
8.	41.24.59	2	7.15
9.	12.30.20	1	4.90
10.	26.66.60	2	5.46

SINGLE TENSION STRING
with cap and pin insulators

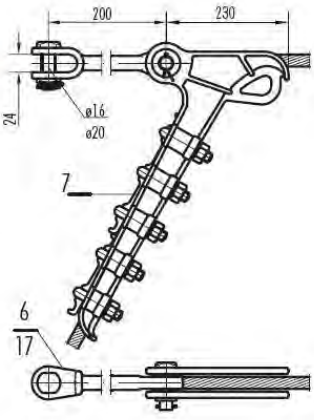
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120
For 230 kV Overhead Lines

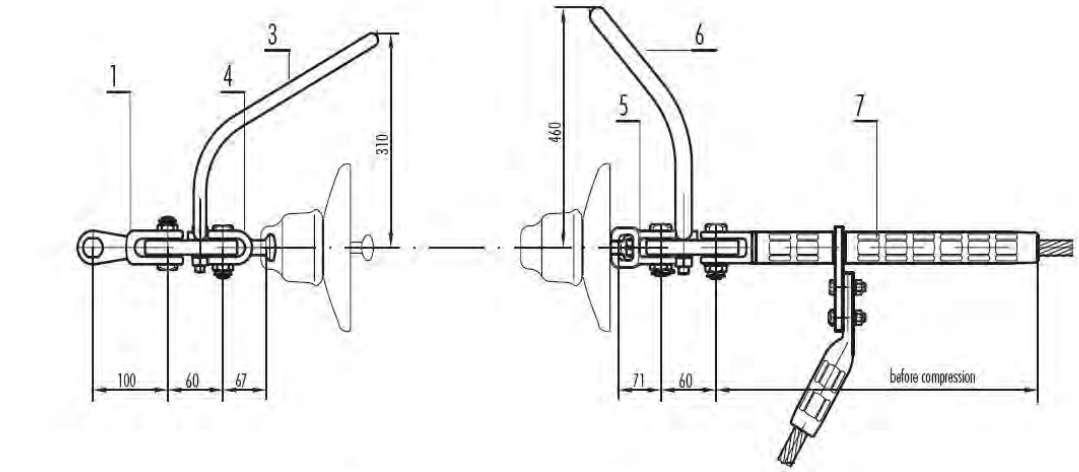


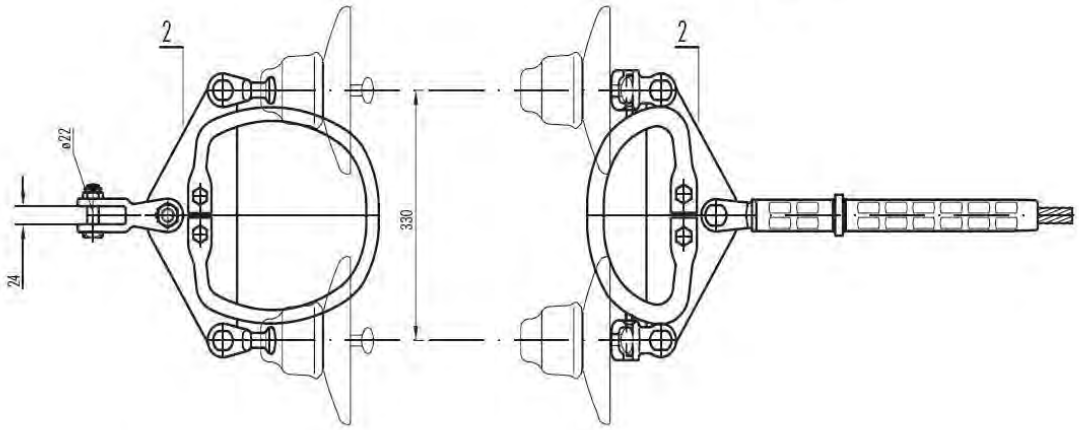


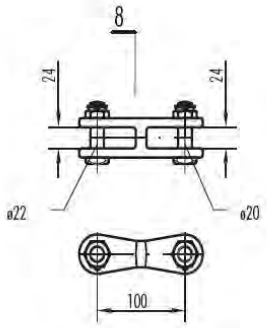
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.57.20	1	0.80
2.	41.24.45	1	1.95
3.	24.33.10	1	1.10
4.	41.24.47	1	4.65
5.	50.00.000	1	.
6.	26.36.30A	1	0.90
7.	16.30.10.40	1	6.30
8.	22.56.20	1	0.80
9.	21.37.50	1	0.68
10.	23.57.20	1	0.65
11.	23.56.20	1	0.75
12.	22.57.10	1	1.00
13.	24.33.20	1	1.00
14.	22.56.10	1	0.90
15.	23.57.10	1	0.65
16.	23.56.10	1	0.75
17.	26.36.70A	1	1.05



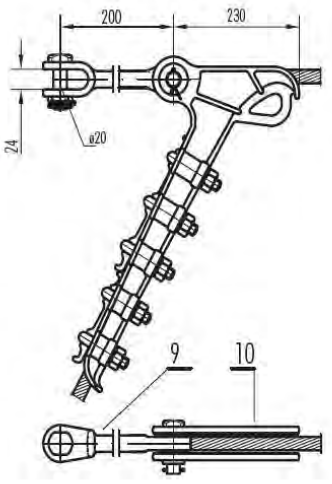
DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)
210 kN, standard coupling 16, IEC 120
For 230 kV Overhead Lines



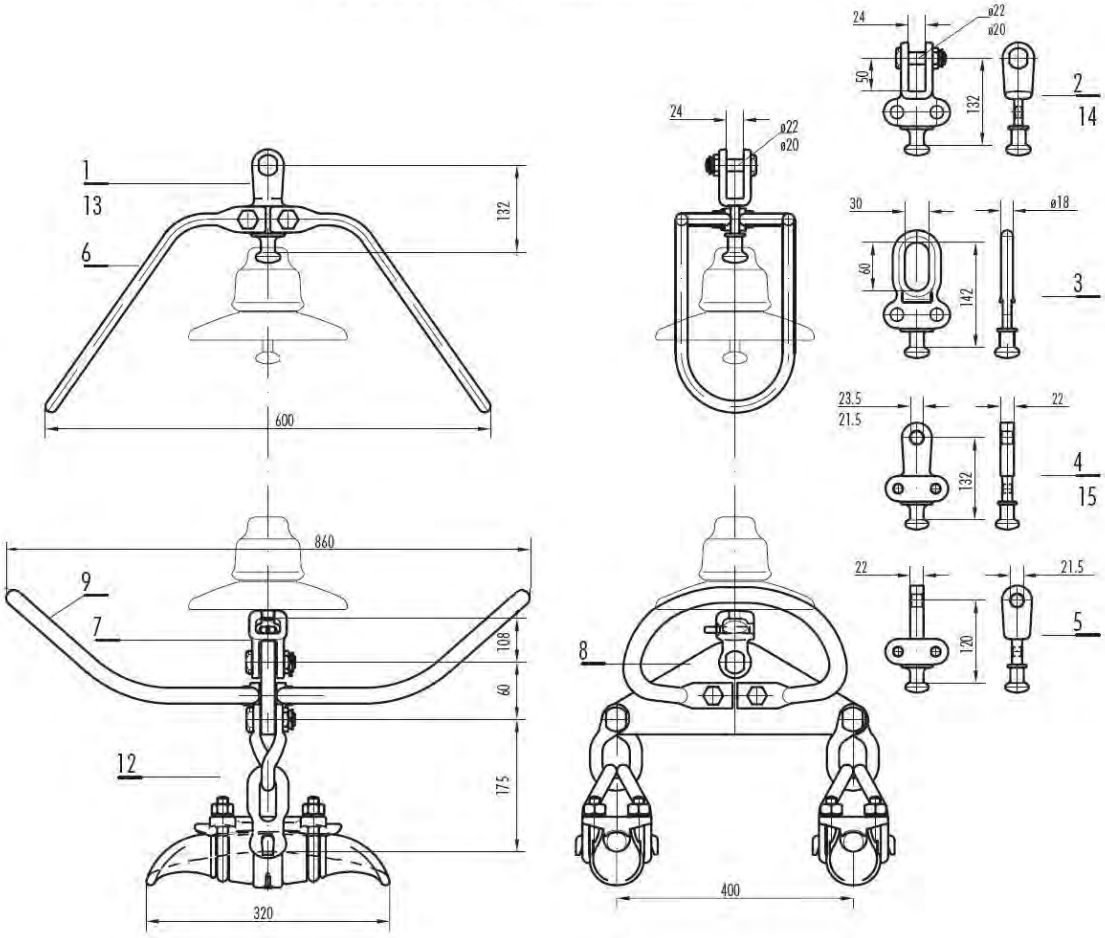


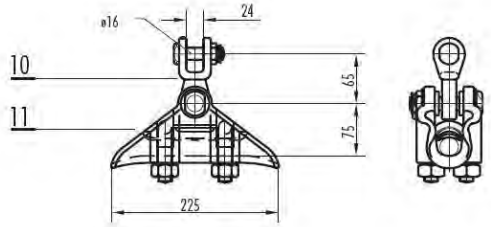


Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.99.20	1	1.80
2.	29.55.90	2	5.10
3.	41.24.45	1	1.95
4.	22.23.10	2	0.65
5.	24.60.10	2	1.00
6.	41.24.47	1	4.65
7.	50.00.000	1	.
8.	22.84.20	1	1.75
9.	43.26.50A	1	1.40
10.	16.30.10.40	1	6.30



SINGLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin conductor
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)
160 kN, standard coupling 20, IEC 120
For 230 kV Overhead Lines





Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.59.10	1	1.74
2.	22.58.10	1	1.77
3.	21.77.10	1	0.93
4.	23.59.10	1	1.20
5.	23.58.30	1	1.20
6.	41.21.65	2	2.00
7.	24.79.10	1	1.68
8.	43.29.89.60	1	5.85
9.	41.24.49	2	4.90
10.	22.45.10	2	0.60
11.	10.35.10	2	2.40
12.	12.30.20.1	2	4.75
13.	22.59.20	1	1.68
14.	22.58.20	1	1.75
15.	23.59.20	1	1.30

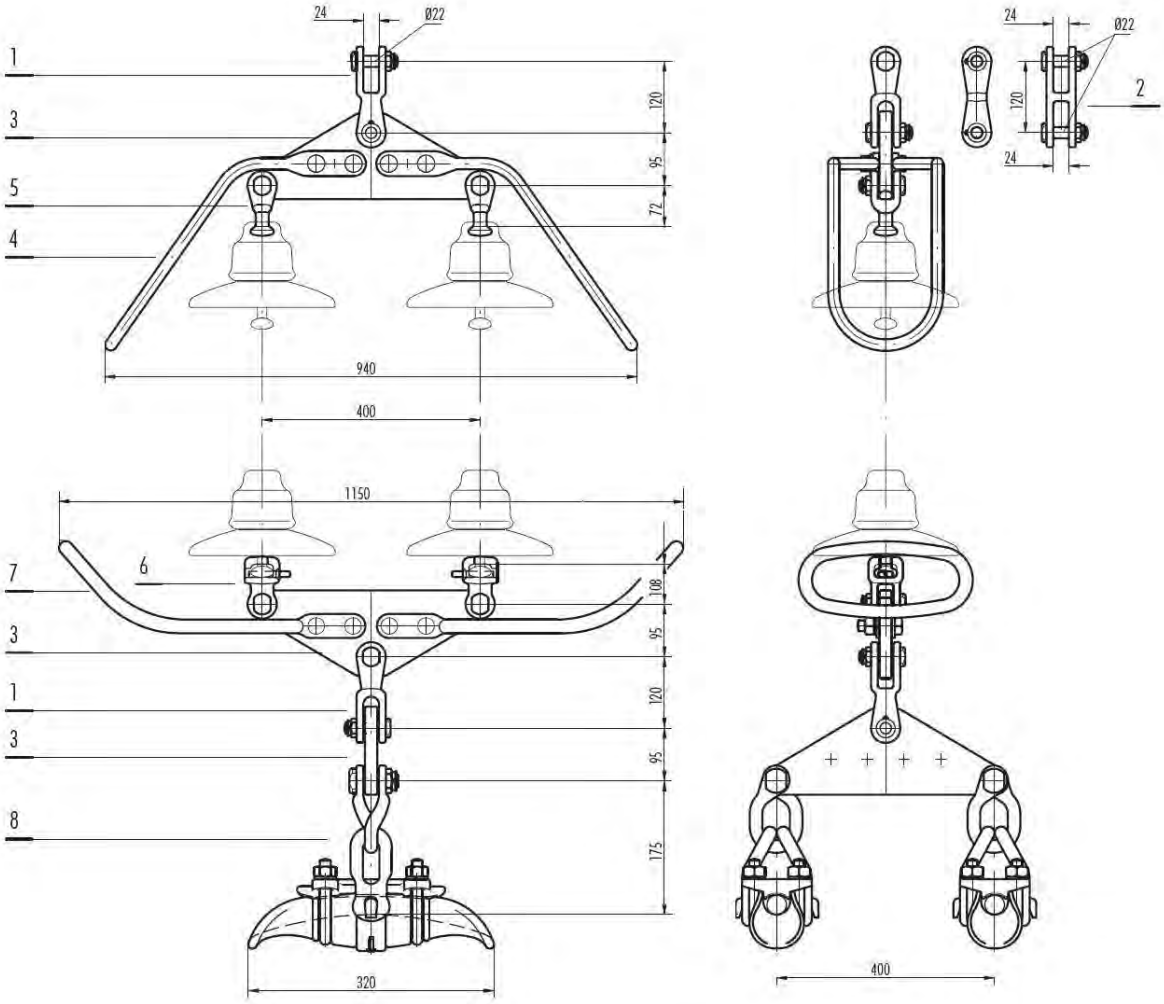
DOUBLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin conductor

For AAC, AAAC and ACSR

Minimum breaking strength (without suspension clamp)

210 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines



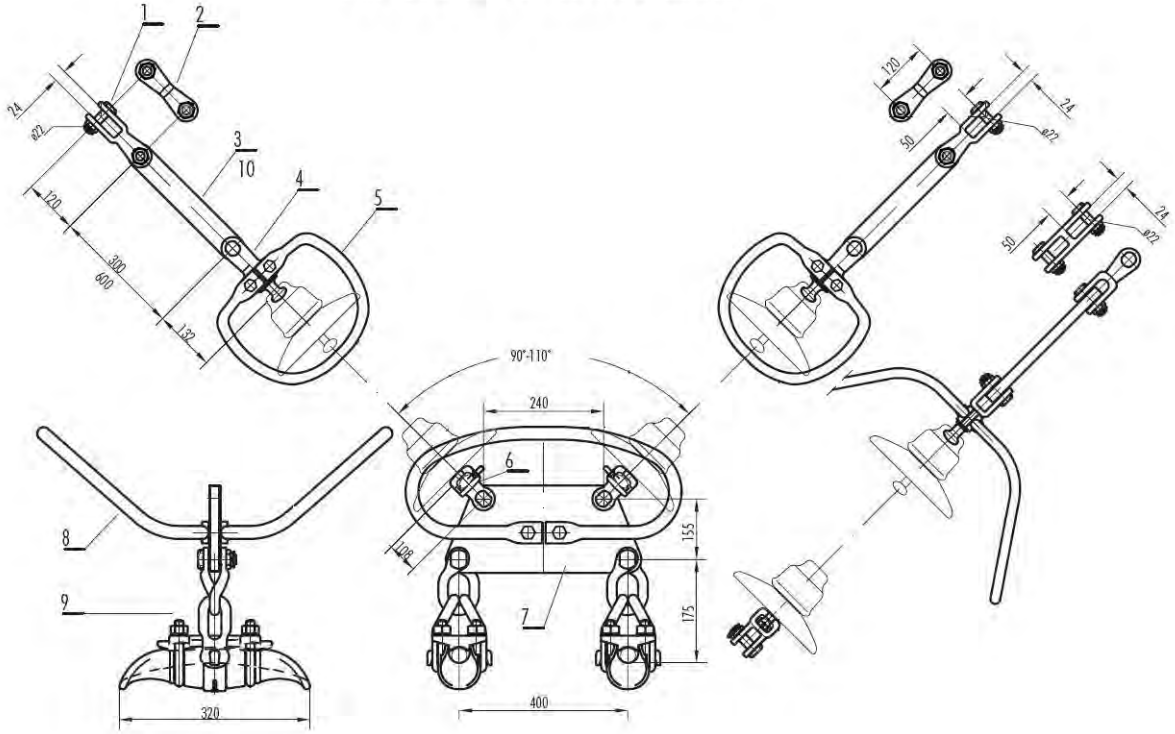
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	2	2.60
2.	22.92.10	1	2.50
3.	29.82.10A	3	8.40
4.	41.21.47	2	2.35
5.	23.48.10	2	1.00
6.	24.79.10	2	1.68
7.	41.23.47	2	5.50
8.	12.30.20	1	4.90

SINGLE "V" SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin conductor

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

160 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines



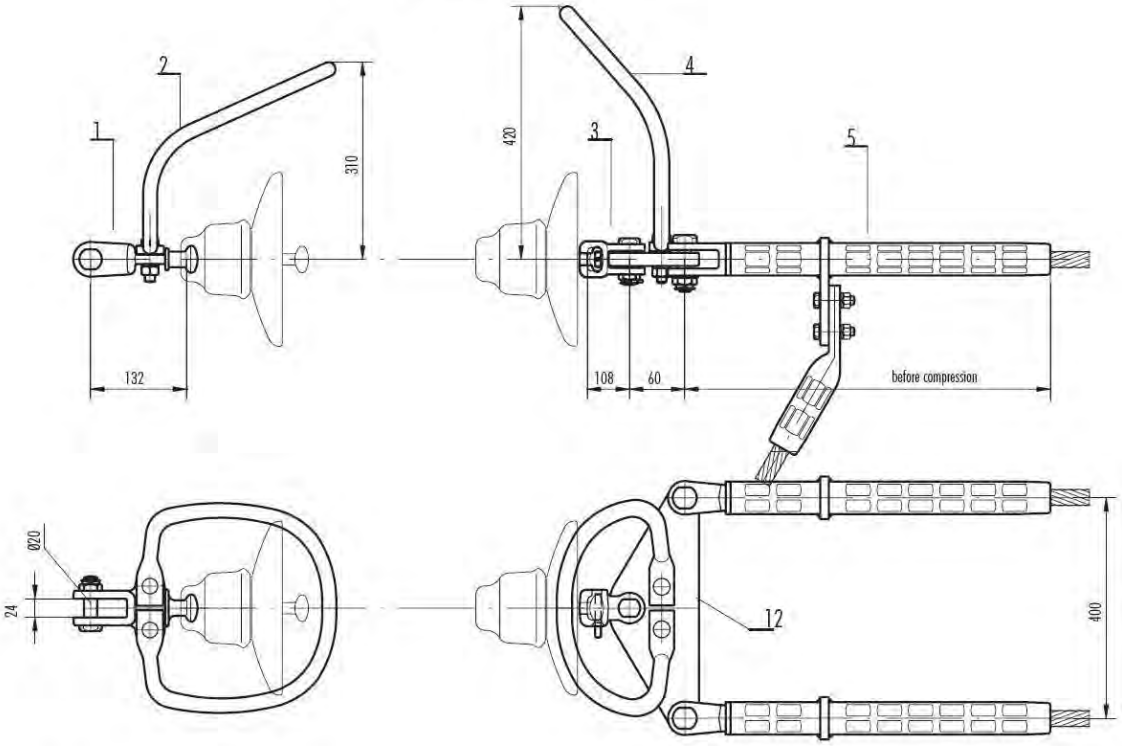
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	2	2.60
2.	22.92.10	2	2.50
3.	26.67.30	2	2.85
4.	22.59.10	2	1.74
5.	41.24.65	4	1.90
6.	24.79.10	2	1.68
7.	29.10.20L	1	13.30
8.	41.24.59	2	7.15
9.	12.30.20.1	2	4.75
10.	26.67.60	2	5.45

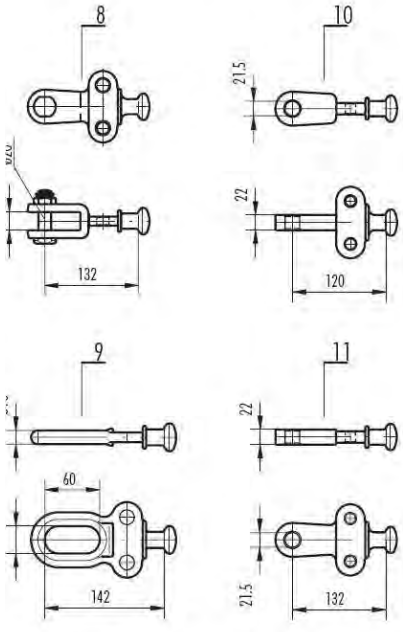
SINGLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin conductor

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

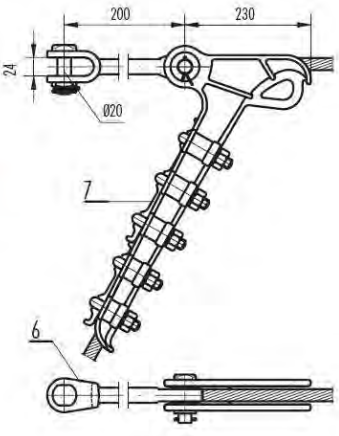
160 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines





Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.58.20	1	1.75
2.	41.24.45	1	1.95
3.	24.79.10	1	1.68
4.	41.24.49	1	4.90
5.	50.00.000	2	.
6.	26.36.70A	1	1.05
7.	16.30.10.40	1	6.30
8.	22.59.20	1	1.68
9.	21.77.10	1	0.93
10.	23.58.30	1	1.20
11.	23.59.20	1	1.30
12.	43.29.89.60	1	5.85

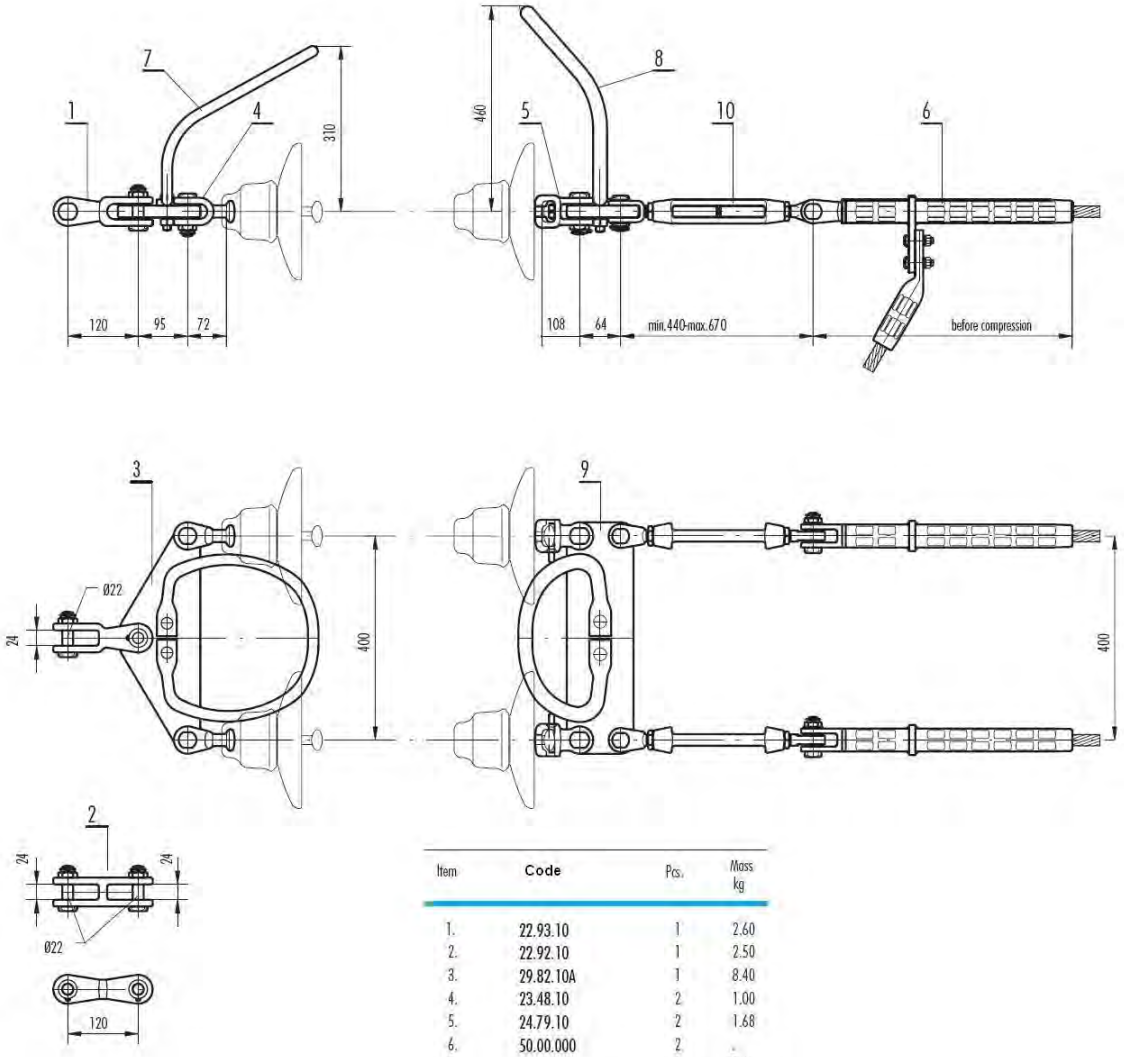


DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators for twin conductor

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

210 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines

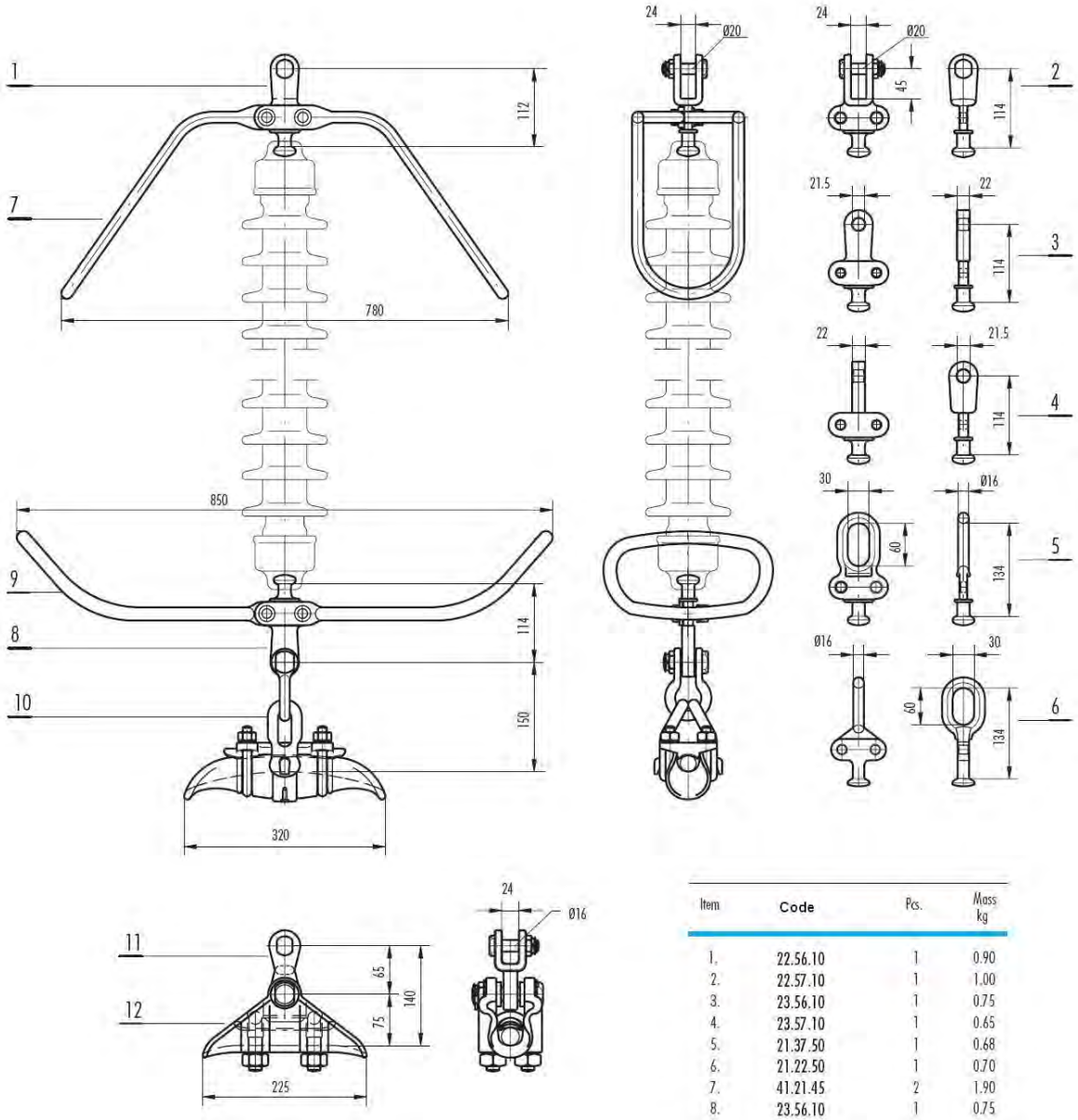


Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	1	2.60
2.	22.92.10	1	2.50
3.	29.82.10A	1	8.40
4.	23.48.10	2	1.00
5.	24.79.10	2	1.68
6.	50.00.000	2	.
7.	41.24.45	1	1.95
8.	41.24.47	1	4.65
9.	29.96.10A	1	8.80
10.	25.77.066	2	4.10

SINGLE SUSPENSION STRING
with rod insulator

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120
For 230 kV Overhead Lines



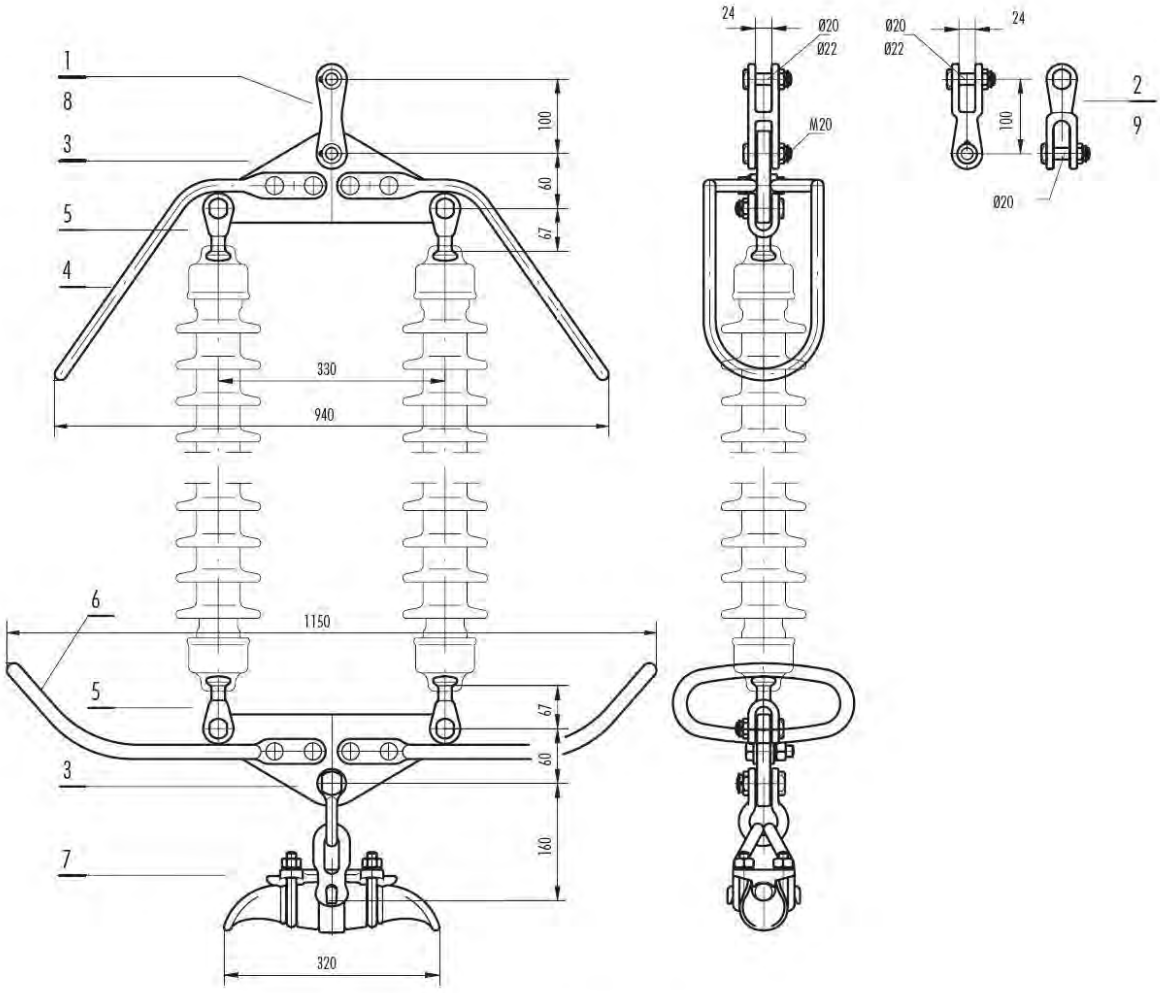
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.10	1	0.90
2.	22.57.10	1	1.00
3.	23.56.10	1	0.75
4.	23.57.10	1	0.65
5.	21.37.50	1	0.68
6.	21.22.50	1	0.70
7.	41.21.45	2	1.90
8.	23.56.10	1	0.75
9.	41.23.45	2	4.30
10.	12.30.10.1	1	4.40
11.	22.09.10	1	0.59
12.	10.35.10	1	2.40

DOUBLE SUSPENSION STRING
with rod insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

210 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines



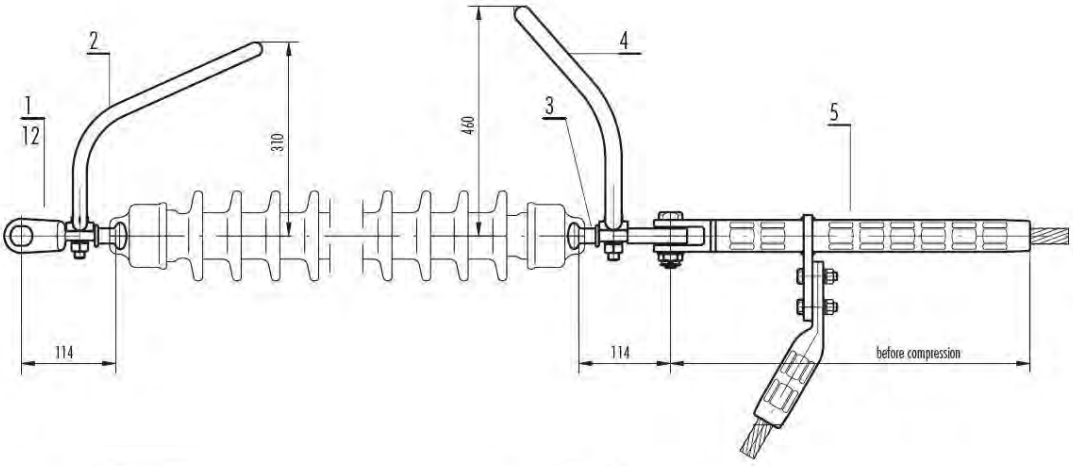
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.84.10	1	1.70
2.	22.99.10	1	1.80
3.	29.55.90.2	2	5.10
4.	41.21.47	2	2.35
5.	22.23.10	4	0.65
6.	41.23.47	2	5.50
7.	12.30.10	1	4.65
8.	22.84.20	1	1.75
9.	22.99.20	1	1.80

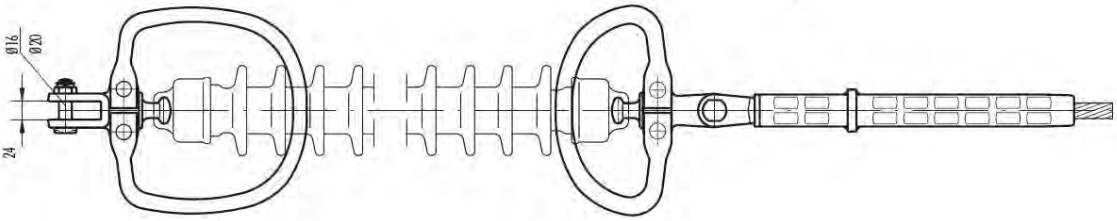
SINGLE TENSION STRING
with rod insulator

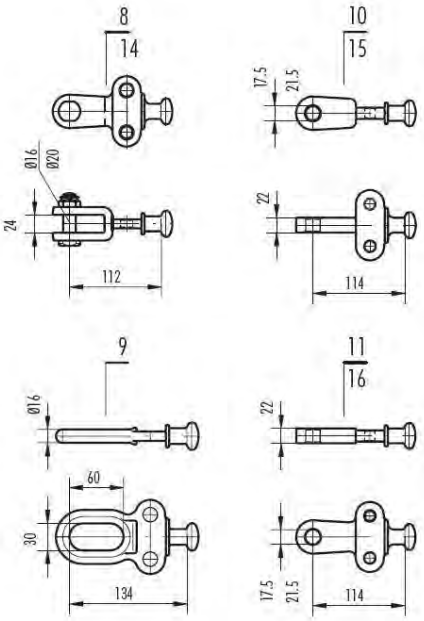
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

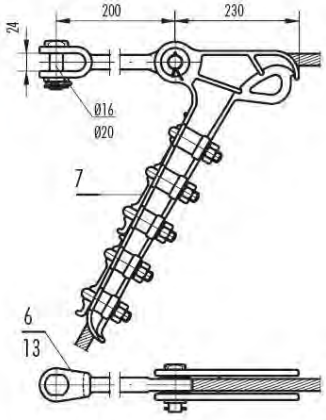
For 230 kV Overhead Lines







Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.57.20	1	0.80
2.	41.24.45	1	1.95
3.	23.56.20	1	0.75
4.	41.24.47	1	4.65
5.	50.00.000	1	.
6.	26.36.30A	1	0.90
7.	16.30.10.40	1	6.30
8.	22.56.20	1	0.80
9.	21.37.50	1	0.68
10.	23.57.20	1	0.65
11.	23.56.20	1	0.75
12.	22.57.10	1	1.00
13.	26.36.70A	1	1.05
14.	22.56.10	1	0.90
15.	23.57.10	1	0.65
16.	23.56.10	1	0.75

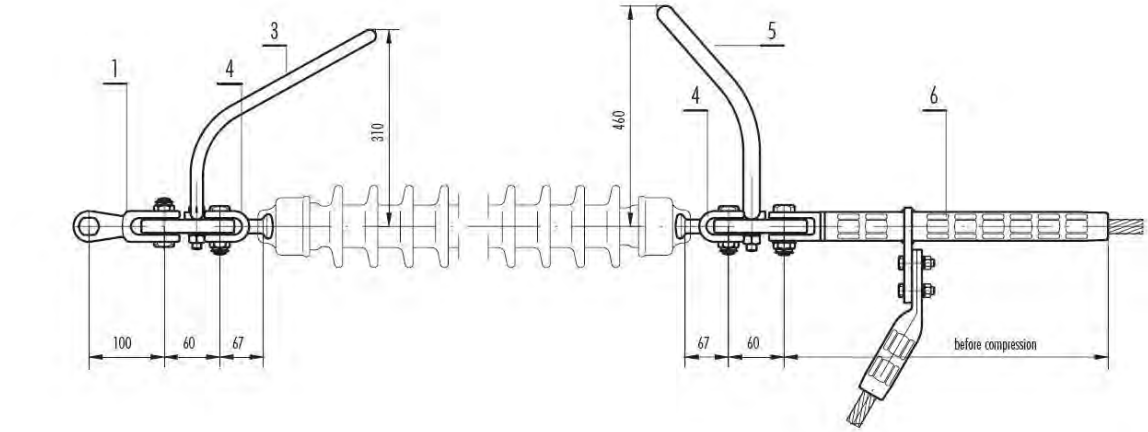


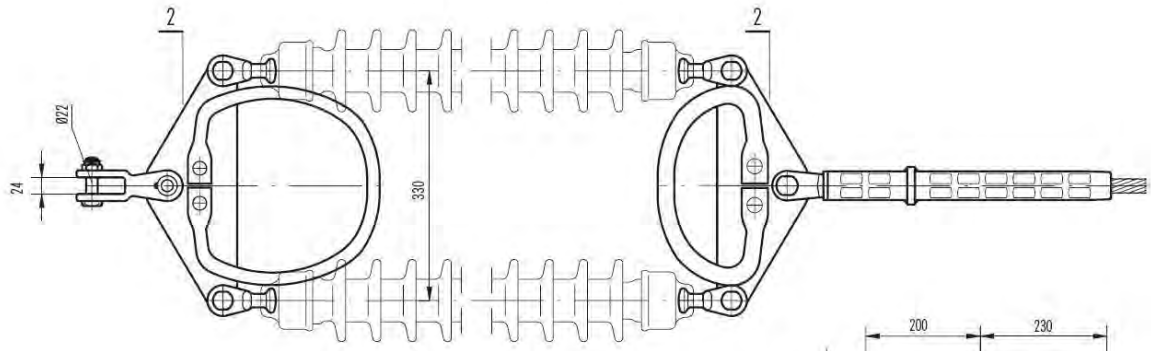
DOUBLE TENSION STRING
with rod insulators

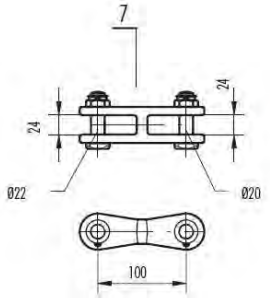
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

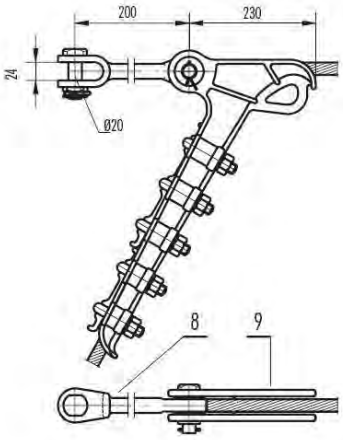
210 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines









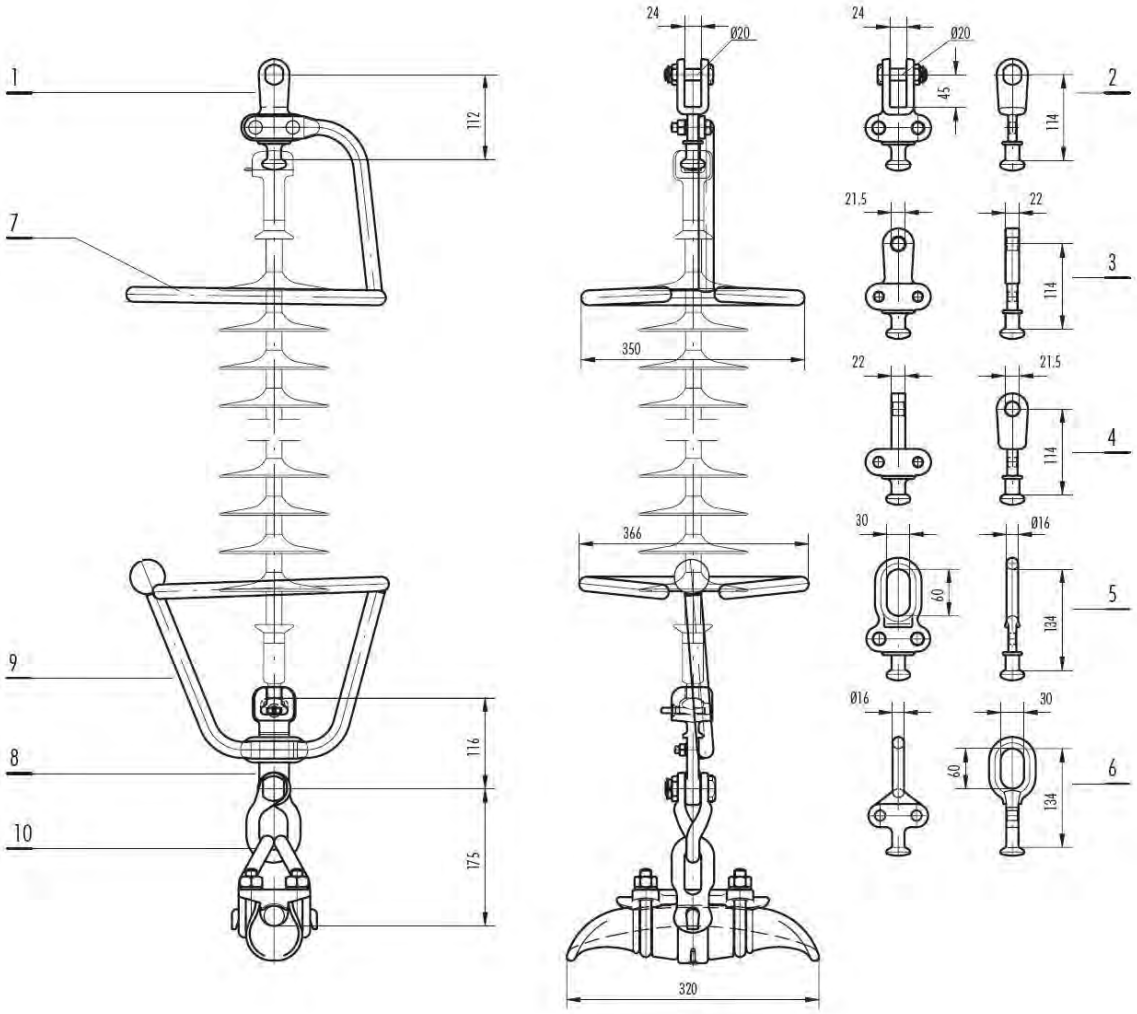
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.99.20	1	1.80
2.	29.55.90	2	5.10
3.	41.24.45	1	1.95
4.	22.23.10	4	0.65
5.	41.24.47	1	4.65
6.	50.00.000	1	.
7.	22.84.20	1	1.75
8.	43.26.50A	1	1.40
9.	16.30.10.40	1	6.30

SINGLE SUSPENSION STRING
with composite insulator

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines



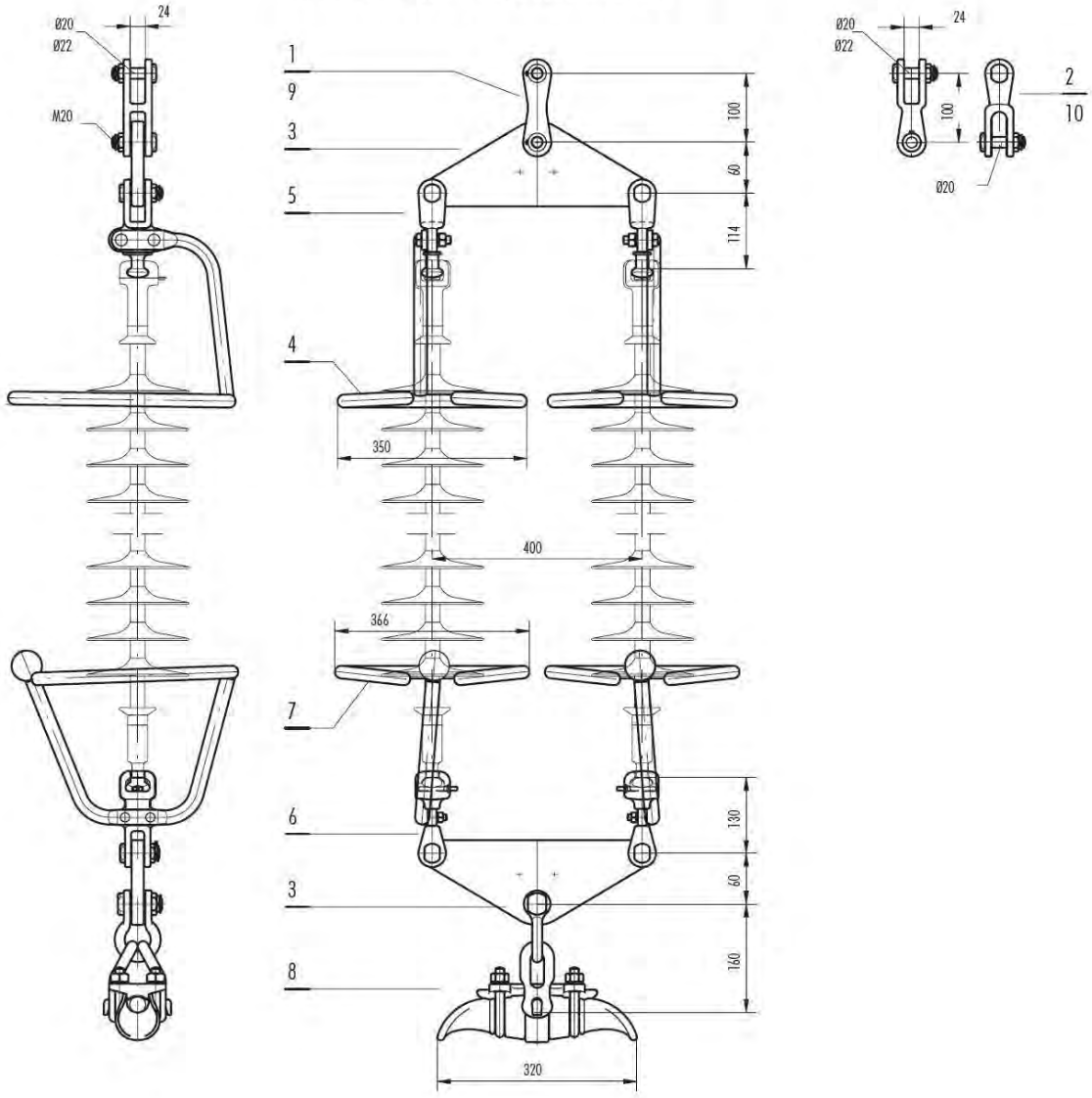
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.10	1	0.90
2.	22.57.10	1	1.00
3.	23.56.10	1	0.75
4.	23.57.10	1	0.65
5.	21.37.50	1	0.68
6.	21.22.50	1	0.70
7.	41.61.63.6A	1	6.45
8.	24.33.10	1	1.00
9.	41.62.63.6A	1	7.70
10.	12.30.20.1	1	4.75

DOUBLE SUSPENSION STRING
with composite insulators

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

210 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines



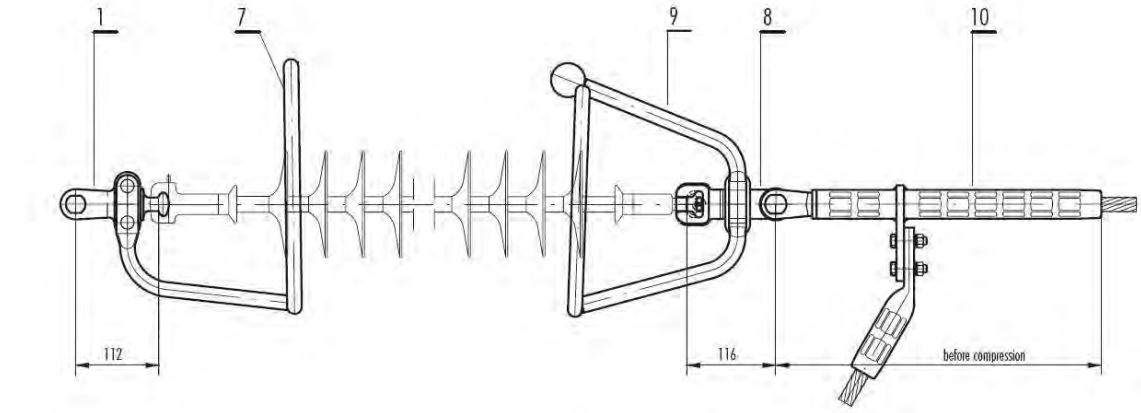
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.84.10	1	1.70
2.	22.99.10	1	1.80
3.	29.13.70	2	7.35
4.	41.61.63.6A	2	6.45
5.	22.57.10	2	1.00
6.	24.87.80.30	2	1.90
7.	41.62.63.6A	2	7.70
8.	12.30.10	1	4.65
9.	22.84.20	1	1.75
10.	22.99.20	1	1.80

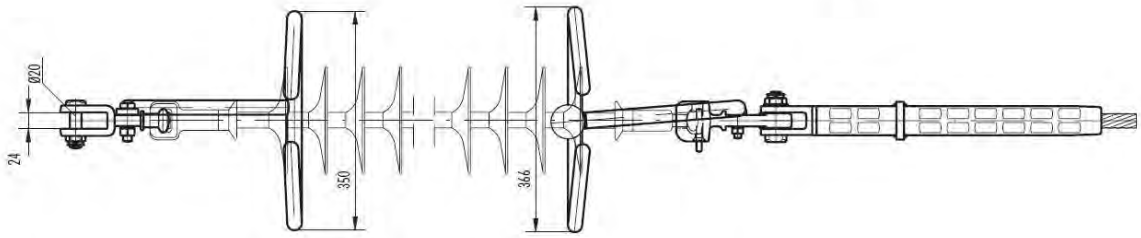
SINGLE TENSION STRING
with composite insulator

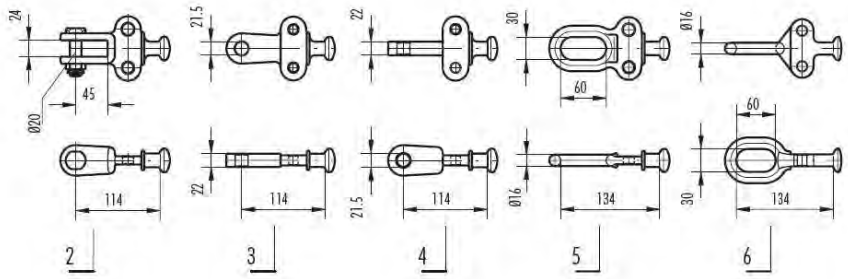
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

120 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines







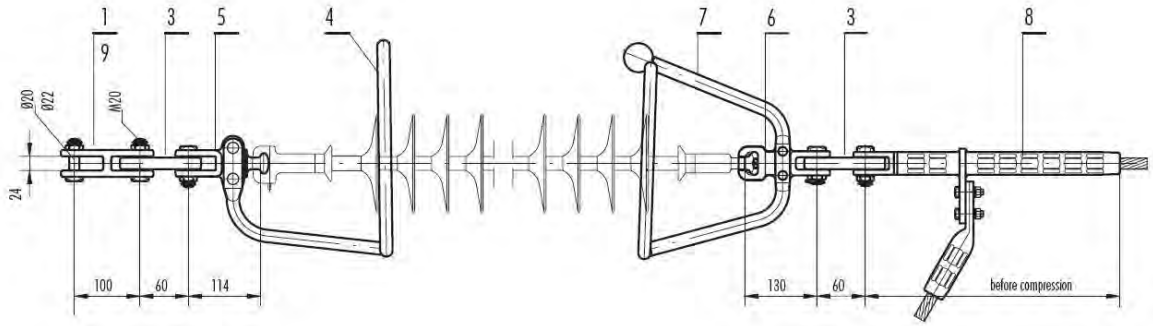
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.56.10	1	0.90
2.	22.57.10	1	1.00
3.	23.56.10	1	0.75
4.	23.57.10	1	0.65
5.	21.37.50	1	0.68
6.	21.22.50	1	0.70
7.	41.61.63.6A	1	6.45
8.	24.33.10	1	1.00
9.	41.62.63.6A	1	7.70
10.	50.00.000	1	.

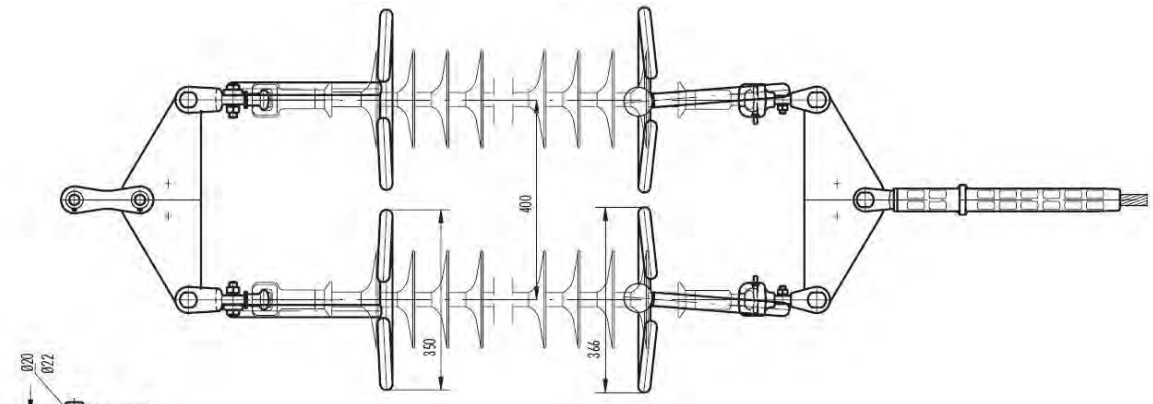
DOUBLE SUSPENSION STRING
with composite insulators

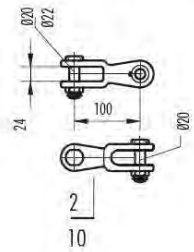
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

210 kN, standard coupling 16, IEC 120

For 230 kV Overhead Lines







Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.84.10	1	1.70
2.	22.99.10	1	1.80
3.	29.13.70	2	7.35
4.	41.61.63.6A	2	6.45
5.	22.57.10	2	1.00
6.	24.87.80.30	2	1.90
7.	41.62.63.6A	2	7.70
8.	50.00.000	1	.
9.	22.84.20	1	1.75
10.	22.99.20	1	1.80

بخش چهارم

نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات زنجیره مقره‌های آویزی و کششی مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال نیروی ۴۰۰ کیلوولت

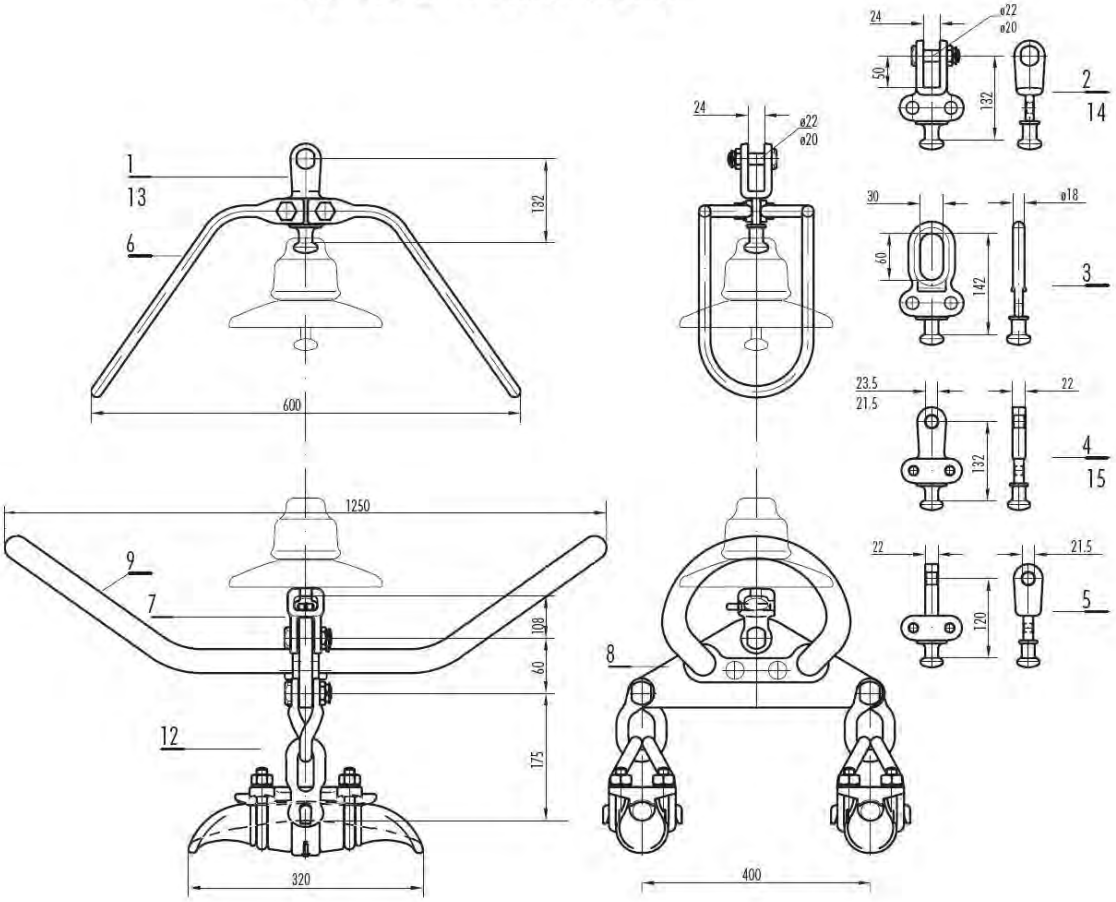
SINGLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor

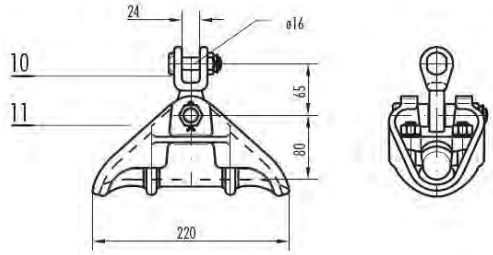
For AAC, AAAC and ACSR

Minimum breaking strength (without suspension clamp)

160 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 400 kV Overhead Lines





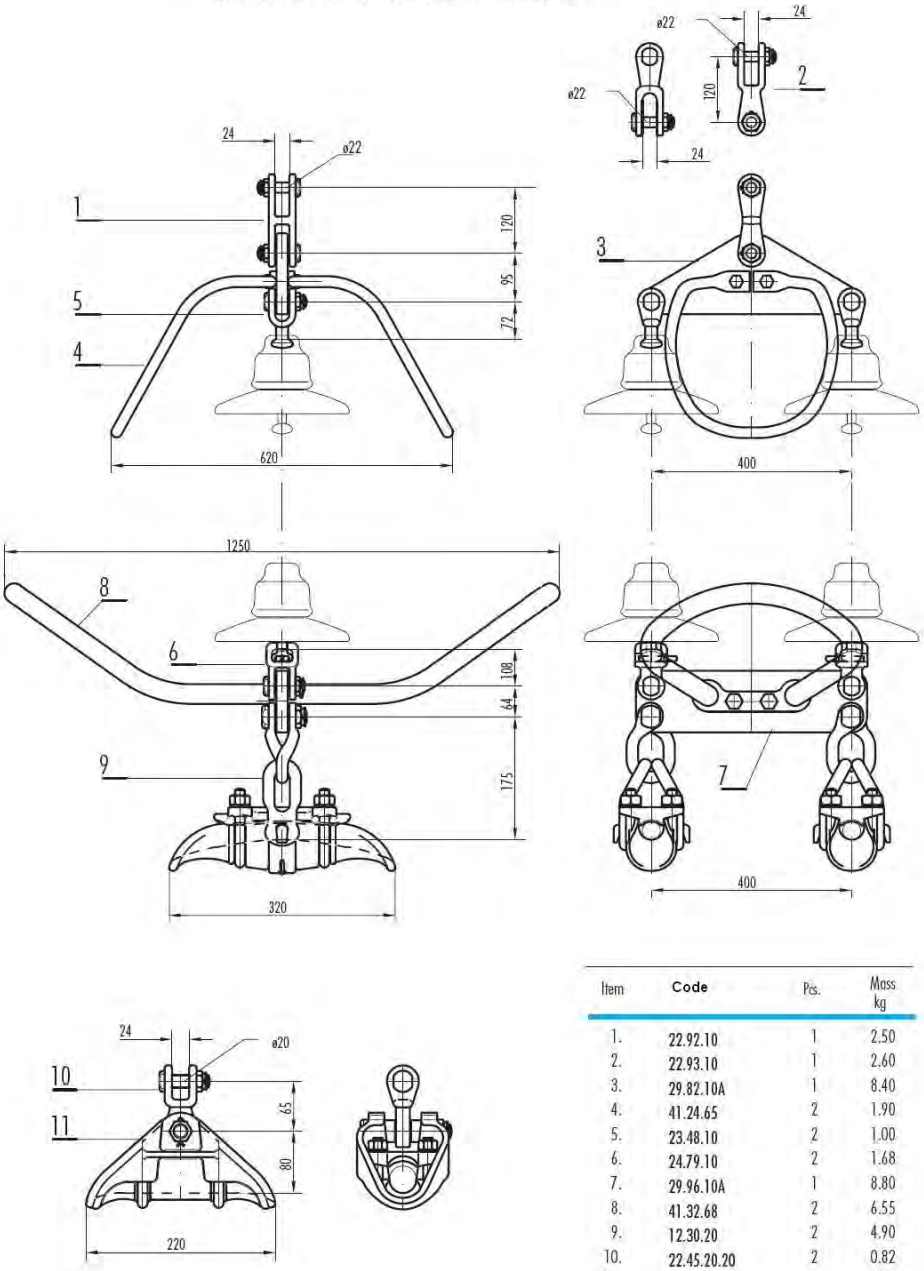
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.59.10	1	1.74
2.	22.58.10	1	1.77
3.	21.77.10	1	0.93
4.	23.59.10	1	1.20
5.	23.58.30	1	1.20
6.	41.21.65	2	2.00
7.	24.79.10	1	1.68
8.	43.29.89.60	1	5.85
9.	41.32.68	2	6.55
10.	22.45.10	2	0.60
11.	10.31.10	2	1.85
12.	12.30.20.1	2	4.75
13.	22.59.20	1	1.68
14.	22.58.20	1	1.75
15.	23.59.20	1	1.30

DOUBLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

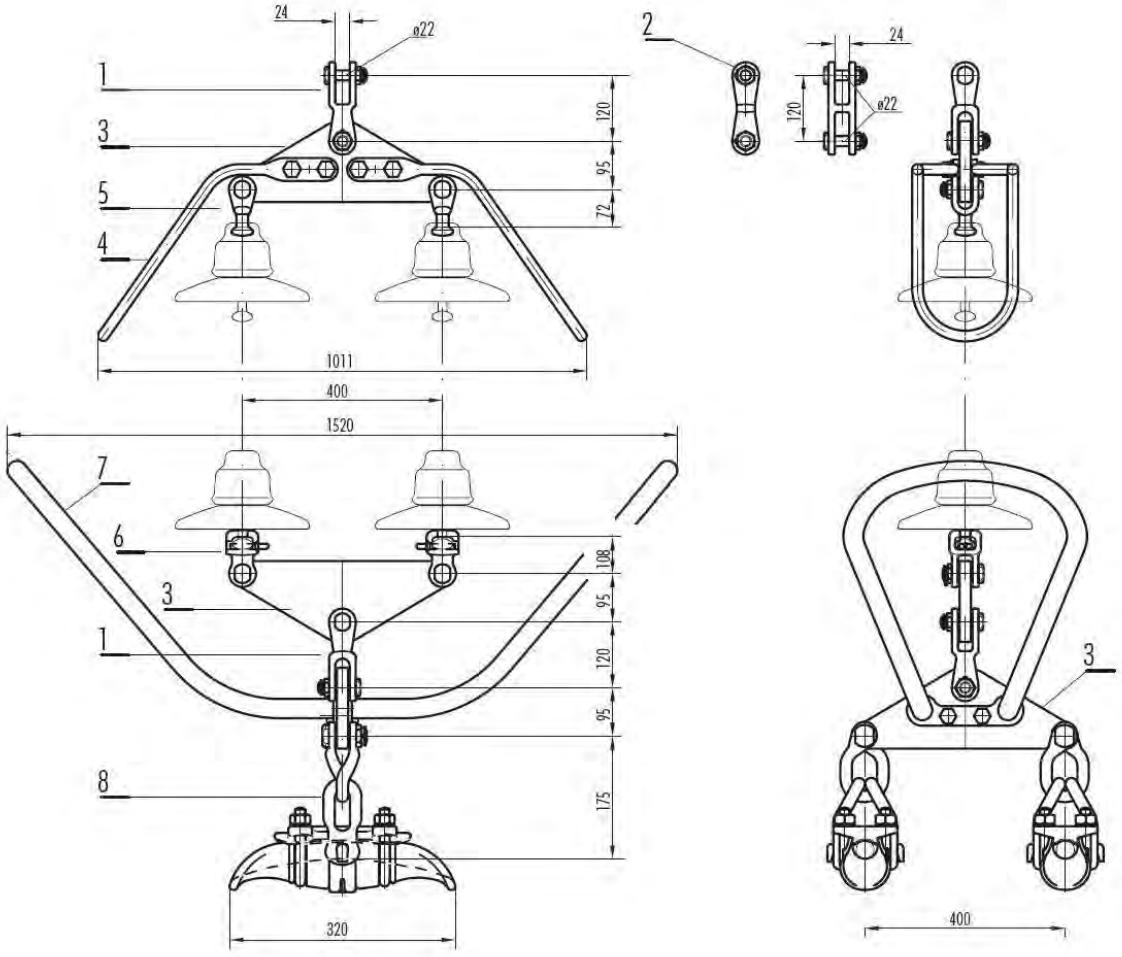
320 kN, standard coupling 20, IEC 120

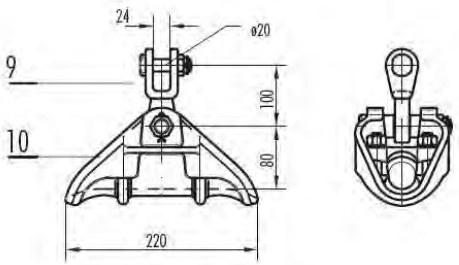
For 400 kV Overhead Lines



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.92.10	1	2.50
2.	22.93.10	1	2.60
3.	29.82.10A	1	8.40
4.	41.24.65	2	1.90
5.	23.48.10	2	1.00
6.	24.79.10	2	1.68
7.	29.96.10A	1	8.80
8.	41.32.68	2	6.55
9.	12.30.20	2	4.90
10.	22.45.20.20	2	0.82
11.	10.31.20	2	2.10

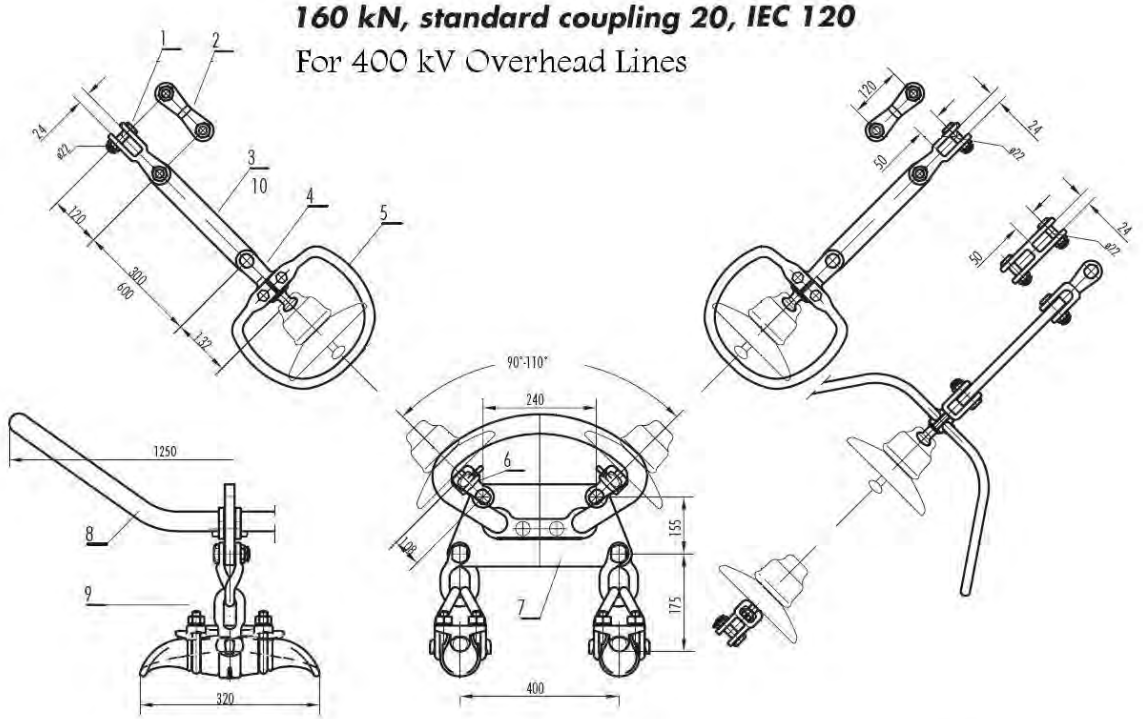
DOUBLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)
320 kN, standard coupling 20, IEC 120
For 400 kV Overhead Lines

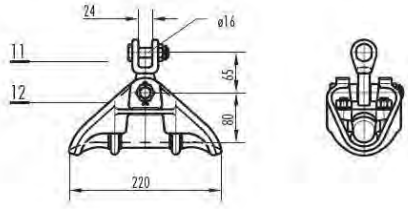




Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	2	2.60
2.	22.92.10	1	2.50
3.	29.82.10A	3	8.40
4.	41.21.69	2	2.35
5.	23.48.10	2	1.00
6.	24.79.10	2	1.68
7.	41.32.74	2	8.30
8.	12.30.20	2	4.90
9.	43.22.09.50	2	1.40
10.	10.31.10	2	1.85

SINGLE "V" SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)
160 kN, standard coupling 20, IEC 120
For 400 kV Overhead Lines





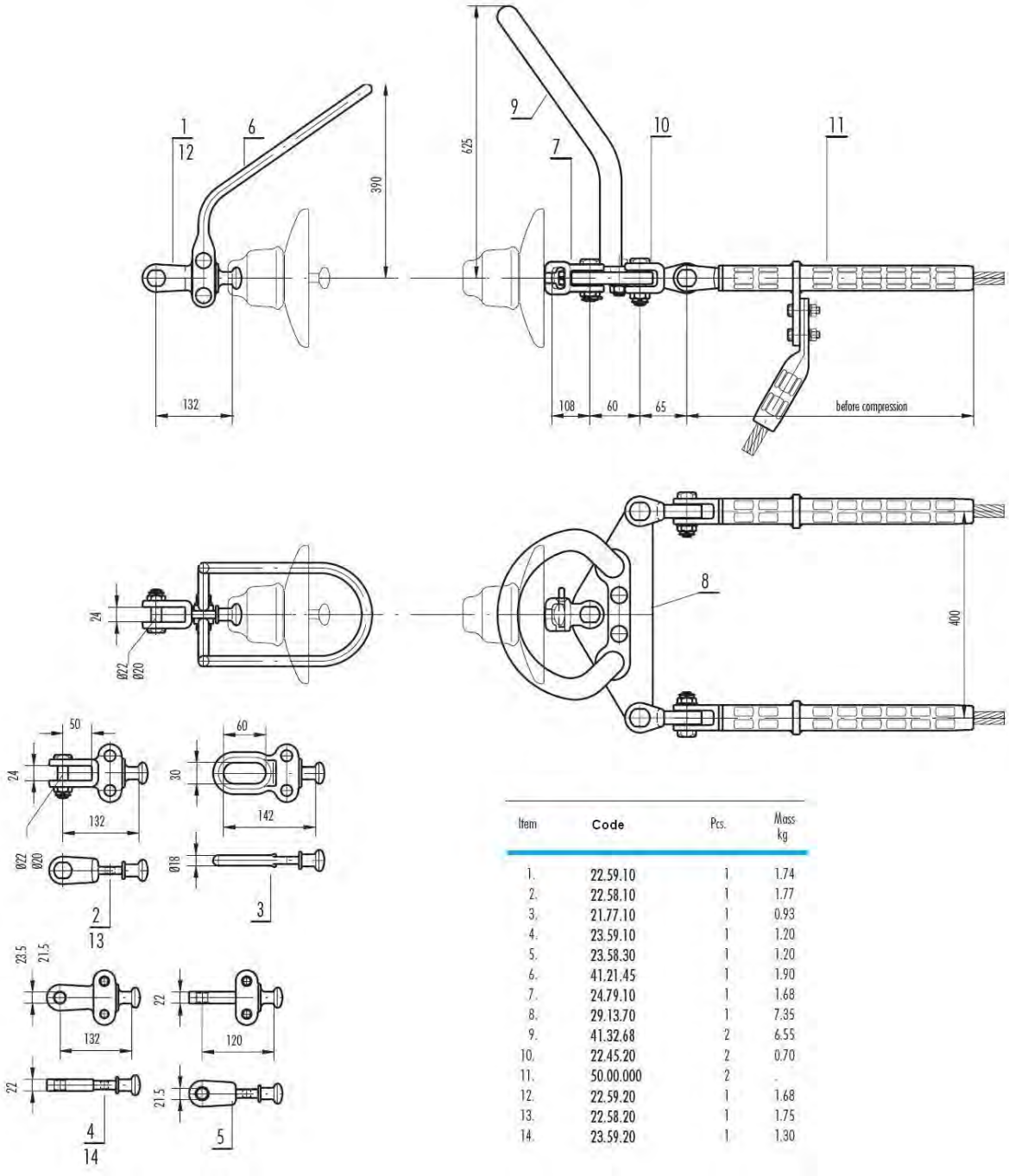
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	2	2.60
2.	22.92.10	2	2.50
3.	26.67.30	2	2.85
4.	22.59.10	2	1.74
5.	41.24.65	4	1.90
6.	24.79.10	2	1.68
7.	29.10.20L	1	13.30
8.	41.32.76	2	7.65
9.	12.30.20.1	2	4.75
10.	26.67.60	2	5.45
11.	22.45.10	2	0.60
12.	10.31.10	2	1.85

SINGLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)

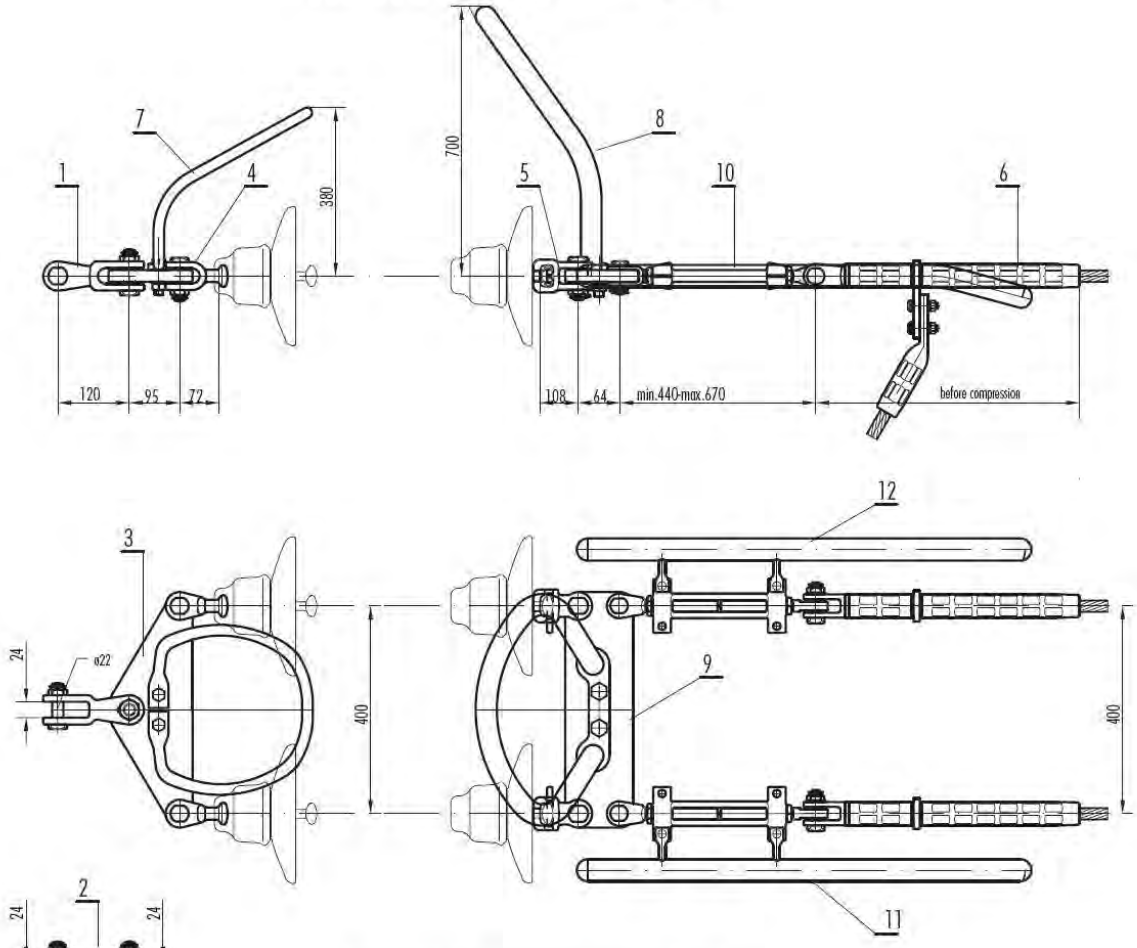
160 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 400 kV Overhead Lines



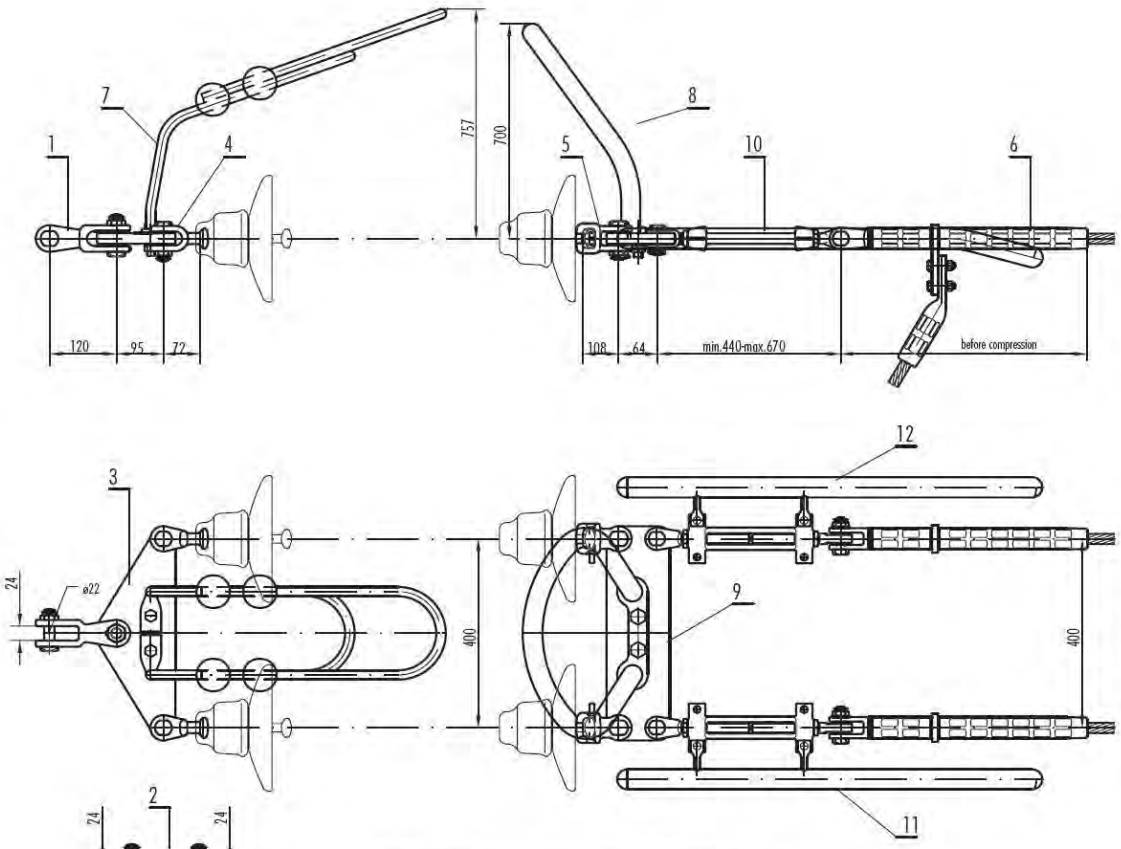
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.59.10	1	1.74
2.	22.58.10	1	1.77
3.	21.77.10	1	0.93
4.	23.59.10	1	1.20
5.	23.58.30	1	1.20
6.	41.21.45	1	1.90
7.	24.79.10	1	1.68
8.	29.13.70	1	7.35
9.	41.32.68	2	6.55
10.	22.45.20	2	0.70
11.	50.00.000	2	-
12.	22.59.20	1	1.68
13.	22.58.20	1	1.75
14.	23.59.20	1	1.30

DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)
320 kN, standard coupling 20, IEC 120
For 400 kV Overhead Lines



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	1	2.60
2.	22.92.10	1	2.50
3.	29.82.10A	1	8.40
4.	23.48.10	2	1.00
5.	24.79.10	2	1.68
6.	50.00.000	2	.
7.	41.24.67	1	2.20
8.	41.32.72	1	6.70
9.	29.96.10A	1	8.80
10.	25.57.066	2	4.30
11.	41.52.71	1	2.45
12.	41.52.72	1	2.45

DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor
with regulation spark gap
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without tension clamp)
320 kN, standard coupling 20, IEC 120
For 400 kV Overhead Lines



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.93.10	1	2.60
2.	22.92.10	1	2.50
3.	29.82.10A	1	8.40
4.	23.48.10	2	1.00
5.	24.79.10	2	1.68
6.	50.00.000	2	.
7.	41.22.95	1	10.00
8.	41.32.72	1	6.70
9.	29.96.10A	1	8.80
10.	25.57.066	2	4.30
11.	41.52.71	1	2.45
12.	41.52.72	1	2.45

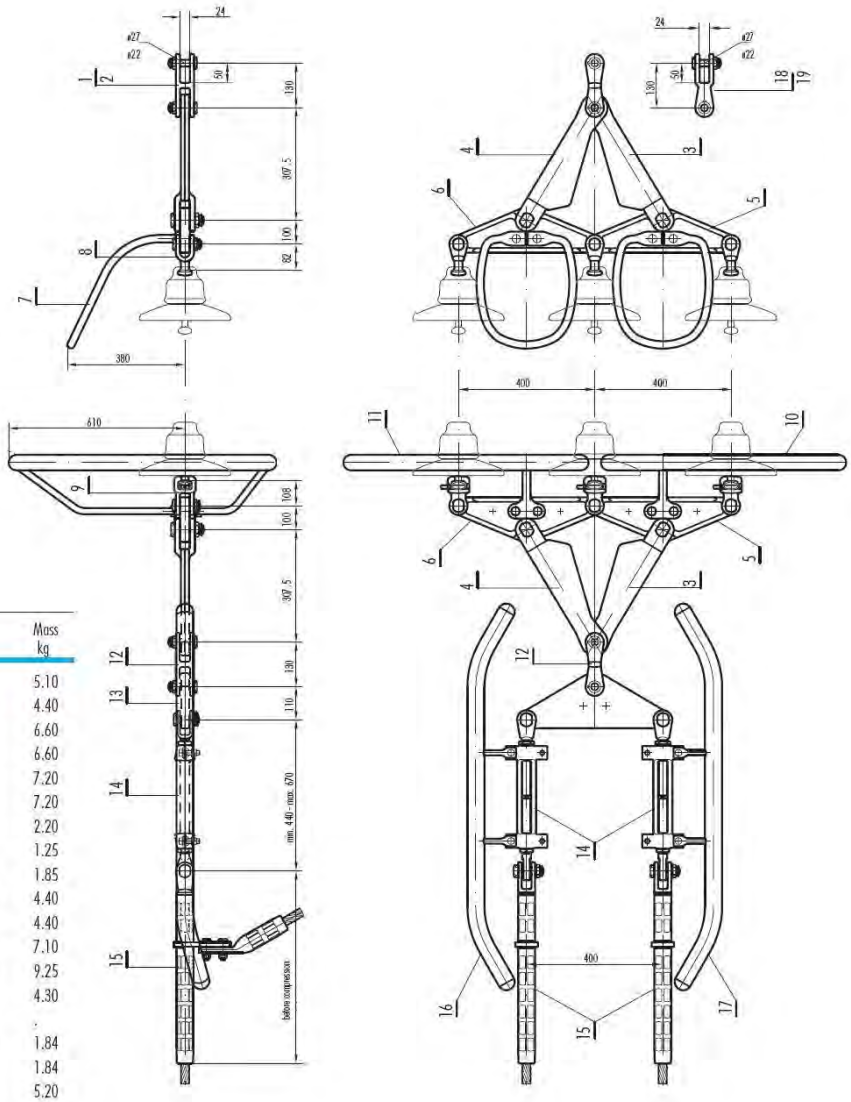
بخش چهارم

TRIPLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
for twin bundle conductor

For AAC, AAAC, and ACSR conductors
Minimum breaking strength (without tension clamp)

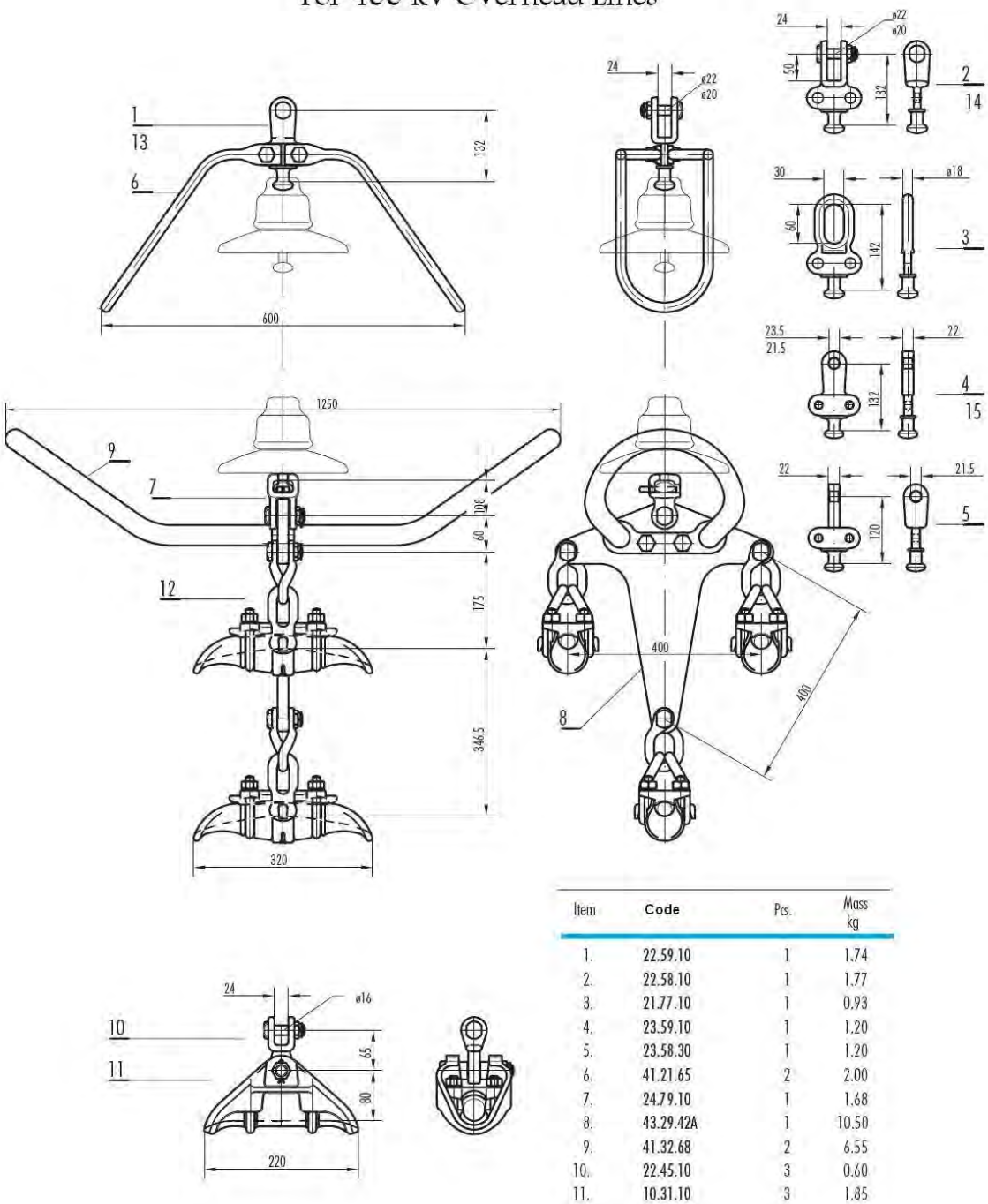
320 kN, standard coupling 20, IEC 120

For 400 kV Overhead Lines



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.95.10	1	5.10
2.	22.95.30	1	4.40
3.	22.94.50	2	6.60
4.	22.94.10	2	6.60
5.	29.86.10	2	7.20
6.	29.86.50	2	7.20
7.	41.24.67	2	2.20
8.	23.39.10	3	1.25
9.	24.62.10	3	1.85
10.	41.51.73A	1	4.40
11.	41.51.74A	1	4.40
12.	22.95.50	1	7.10
13.	29.81.10B	1	9.25
14.	25.57.066	2	4.30
15.	50.00.000	2	.
16.	41.52.73	1	1.84
17.	41.52.74	1	1.84
18.	22.96.10	1	5.20
19.	22.96.50	1	4.40

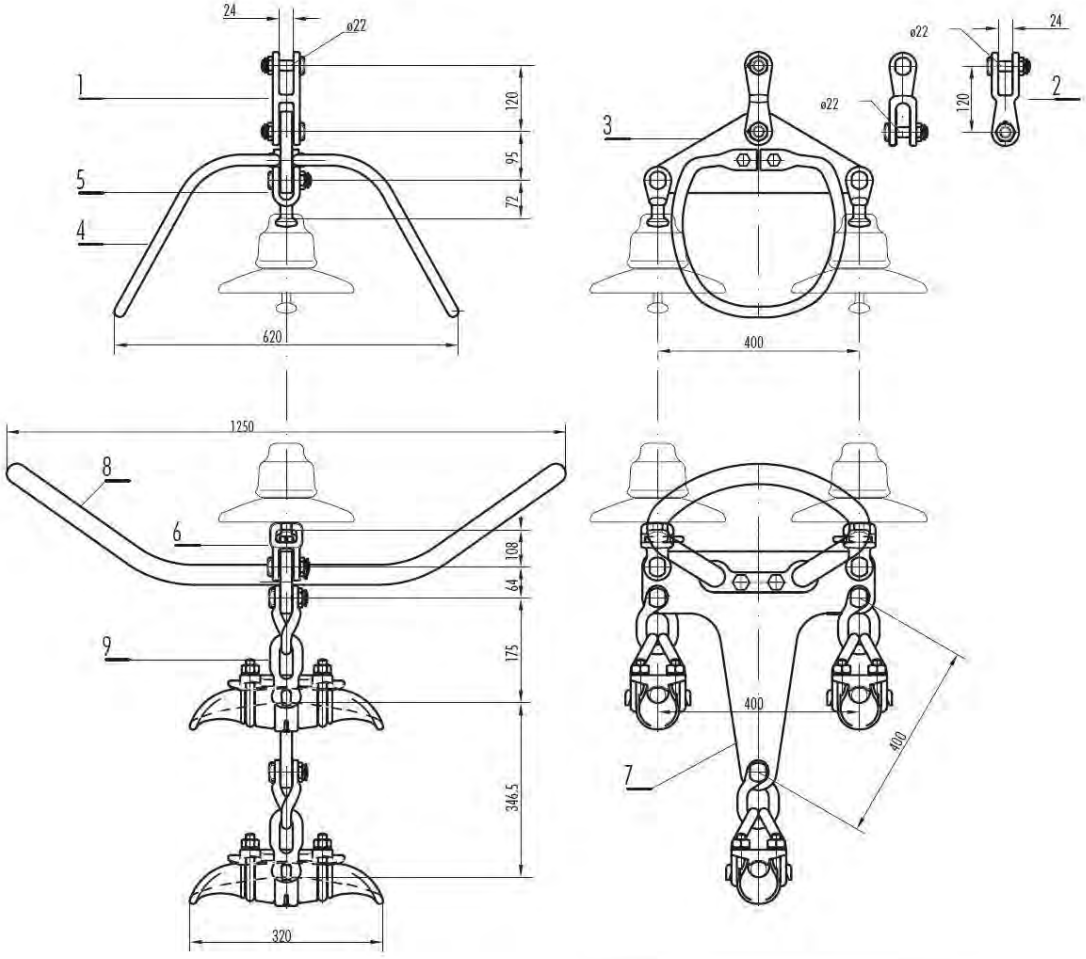
SINGLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for triple bundle conductor
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)
160 kN, standard coupling 20, IEC 120
For 400 kV Overhead Lines

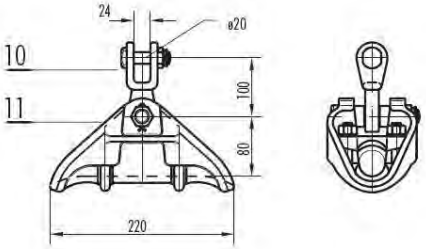


Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.59.10	1	1.74
2.	22.58.10	1	1.77
3.	21.77.10	1	0.93
4.	23.59.10	1	1.20
5.	23.58.30	1	1.20
6.	41.21.65	2	2.00
7.	24.79.10	1	1.68
8.	43.29.42A	1	10.50
9.	41.32.68	2	6.55
10.	22.45.10	3	0.60
11.	10.31.10	3	1.85
12.	12.30.20.1	3	4.75
13.	22.59.20	1	1.68
14.	22.58.20	1	1.75
15.	23.59.20	1	1.30

DOUBLE SUSPENSION STRING
with cap and pin insulators
for triple bundle conductor
For AAC, AAAC and ACSR
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

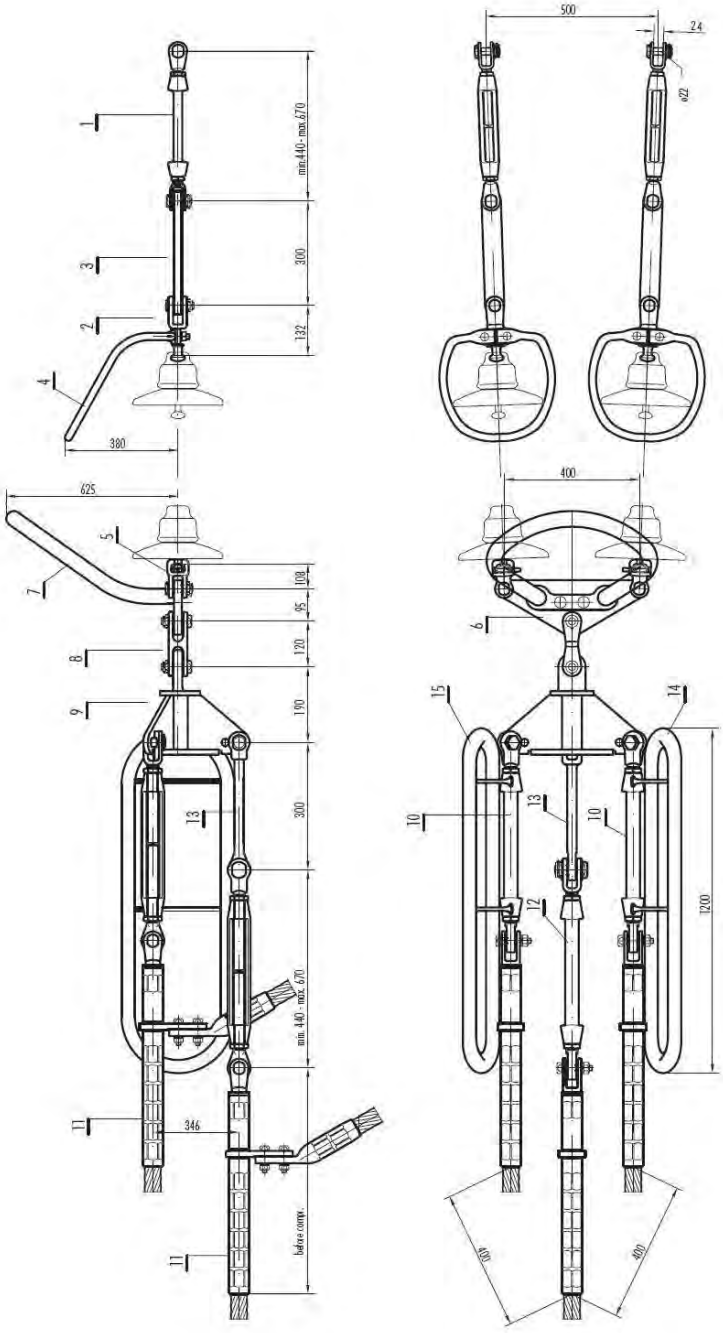
320 kN, standard coupling 20, IEC 120
For 400 kV Overhead Lines





Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	22.92.10	1	2.50
2.	22.93.10	1	2.60
3.	29.82.10A	1	8.40
4.	41.24.65	2	1.90
5.	23.48.10	2	1.00
6.	24.79.10	2	1.68
7.	43.29.43	1	14.90
8.	41.32.68	2	6.55
9.	12.30.20	2	4.90
10.	43.22.09.50	2	1.40
11.	10.31.10	2	1.85

DOUBLE TENSION STRING
with cap and pin insulators
for triple bundle conductor
For AAC, AAAC and ACSR conductors
Minimum breaking strength (without tension clamp)
320 kN, standard coupling 20, IEC 120
For 400 kV Overhead Lines



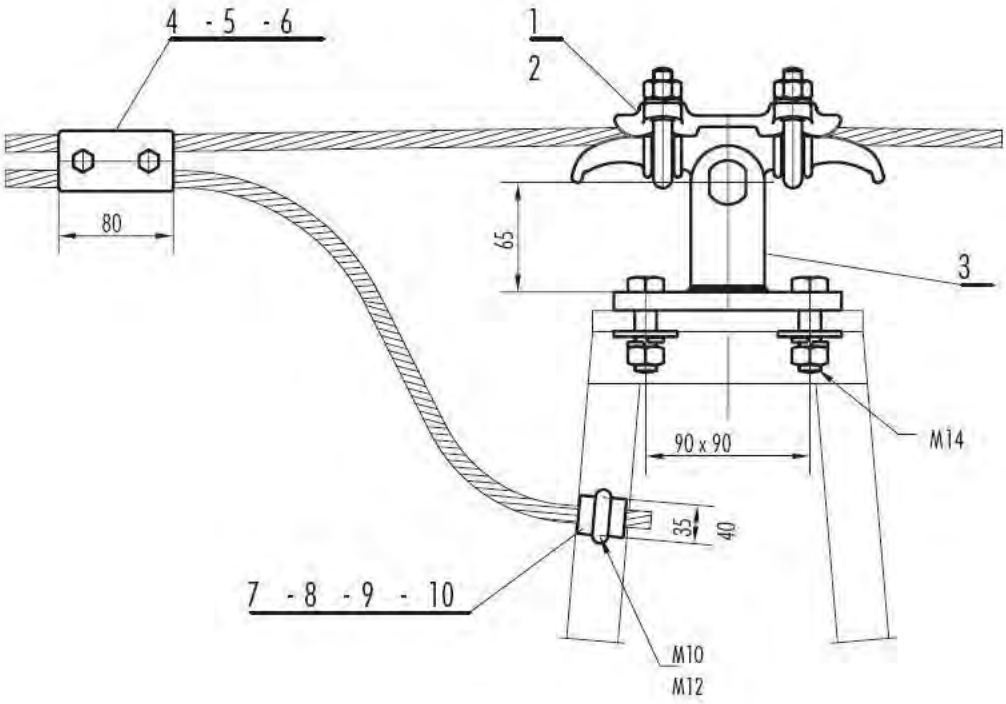
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	25.75.077	2	4.50
2.	26.67.30	2	2.85
3.	22.59.10	2	1.74
4.	41.24.67	2	2.20
5.	24.79.10	2	1.68
6.	29.82.10A	1	8.40
7.	41.32.77	1	7.20
8.	22.92.10	1	2.50
9.	43.29.44	1	27.50
10.	25.57.066	2	4.30
11.	50.00.000	3	.
12.	25.77.066	1	4.10
13.	26.41.30	1	2.20
14.	43.41.37	1	3.40
15.	43.41.38	1	3.40

بخش پنجم

نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات آویزی و کششی سیم‌های محافظ معمولی مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال و فوق‌توزیع نیروی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت

SUSPENSION EARTH WIRE ATTACHMENT
For steel earth wire

ø7.5-ø9.0-ø12.0-ø15.0 [mm]



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	11.12.10	1	1.05
2.	11.14.10B	1	1.53
3.	70.13.10	1	1.70
4.	77.33.12	1	0.18
5.	77.34.12	1	0.26
6.	77.35.12	1	0.38
7.	73.11.01	1	0.36
8.	73.11.02	1	0.355
9.	73.11.03	1	0.35
10.	73.11.04	1	0.34

SUSPENSION EARTH WIRE ATTACHMENT

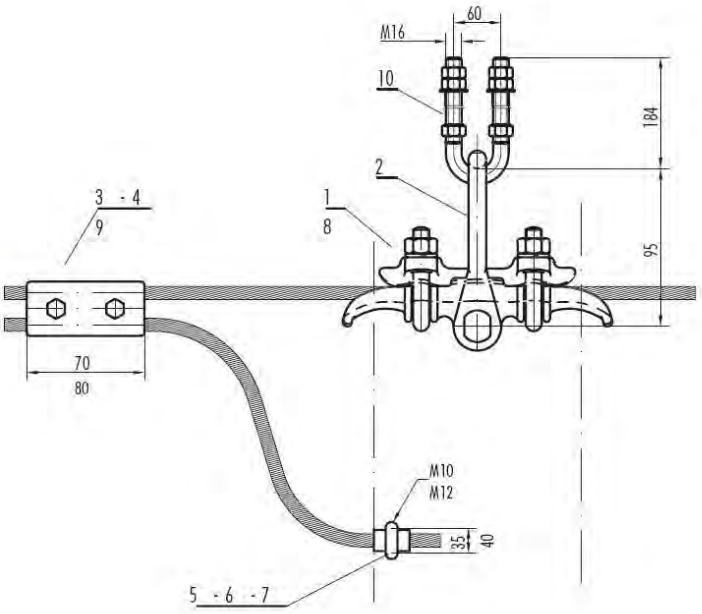
For steel earth wire

Minimum breaking strength (without suspension clamp)

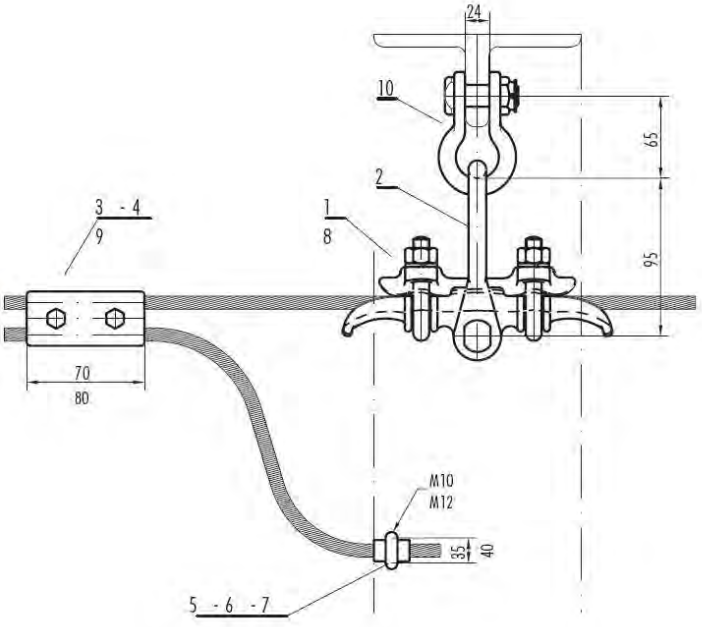
120 kN

ø8.0-ø12.0-ø15.0 [mm]

Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	11.12.10	1	1.05
2.	27.52.10	1	0.80
3.	77.33.12	1	0.18
4.	77.34.12	1	0.26
5.	73.11.02	1	0.355
6.	73.11.03	1	0.35
7.	73.11.04	1	0.34
8.	11.14.10B	1	1.53
9.	77.35.12	1	0.38
10.	35.16.55	1	0.95

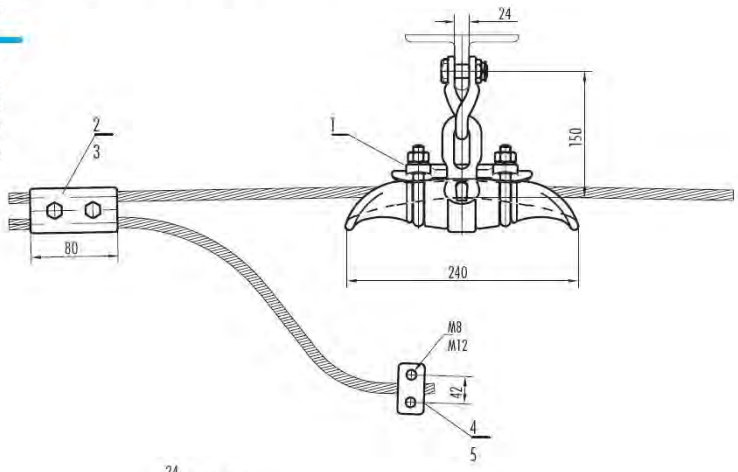


Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	11.12.10	1	1.05
2.	27.52.10	1	0.80
3.	77.33.12	1	0.18
4.	77.34.12	1	0.26
5.	73.11.02	1	0.355
6.	73.11.03	1	0.35
7.	73.11.04	1	0.34
8.	11.14.10B	1	1.53
9.	77.35.12	1	0.38
10.	27.08.10	1	0.65

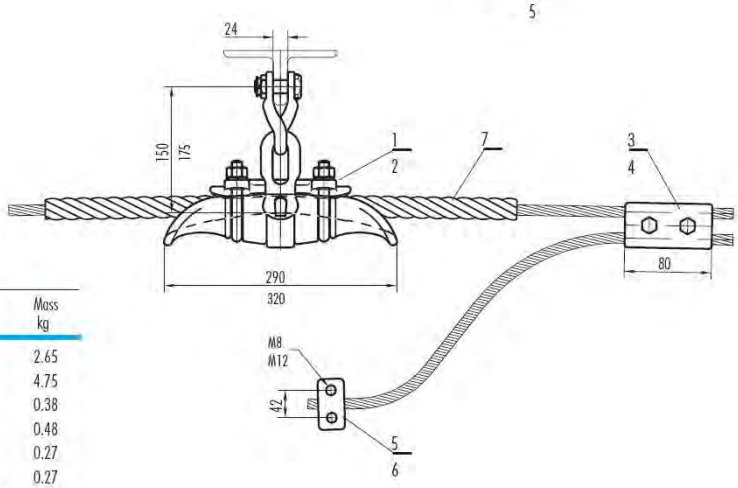


SUSPENSION EARTH WIRE ATTACHMENT
For AW, ACSR and steel earth wire

ø13.6 - ø18.00 [mm]



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	12.19.20	1	2.35
2.	77.35.12	1	0.38
3.	77.36.12	1	0.48
4.	73.13.21	1	0.27
5.	73.13.22	1	0.27



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	12.23.20	1	2.65
2.	12.30.20.1	1	4.75
3.	77.35.12	1	0.38
4.	77.36.12	1	0.48
5.	73.13.21	1	0.27
6.	73.13.22	1	0.27
7.	*Armour rod (see table)*		

For steel earth wire

Item	Code	Pcs.	Mass kg
7.	62.13.37.20	1	1.50
	62.13.65.20	1	1.50
	62.14.36.20	1	1.64
	62.14.92.20	1	1.84

For AWG, ACSR, Al.alloy earth wire

Item	Code	Pcs.	Mass kg
7.	62.13.65	1	0.80
	62.14.36	1	0.85
	62.14.92	1	0.93
	62.15.89	1	0.93
	62.16.67	1	1.06
	62.17.51	1	1.20
	62.17.90	1	1.30
	62.18.81	1	1.40

SUSPENSION EARTH WIRE ATTACHMENT

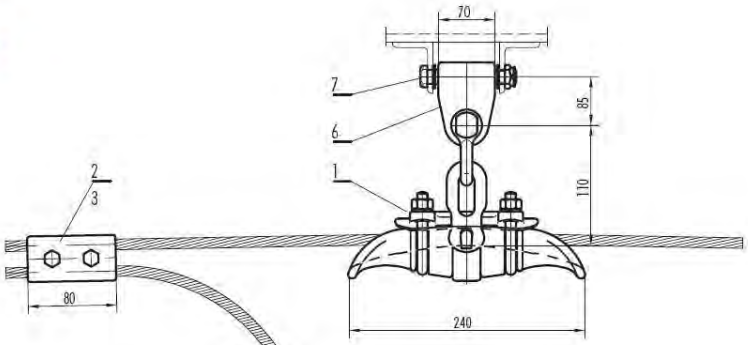
For AW, ACSR and steel earth wire

Minimum breaking strength (without suspension clamps)

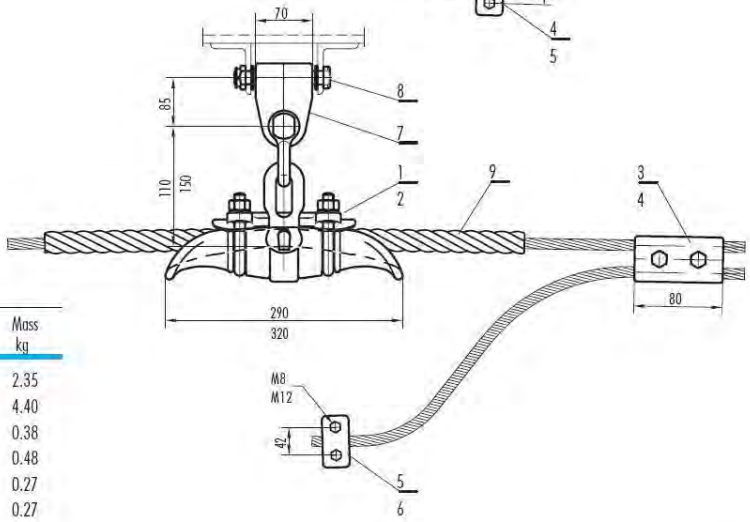
120 kN

ø13.6 - ø18.00 [mm]

Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	12.19.10	1	2.00
2.	77.35.12	1	0.38
3.	77.36.12	1	0.48
4.	73.13.21	1	0.27
5.	73.13.22	1	0.27
6.	68.70.21	1	1.45
7.	33.20.120.50	1	0.45



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	12.23.10	1	2.35
2.	12.30.10.1	1	4.40
3.	77.35.12	1	0.38
4.	77.36.12	1	0.48
5.	73.13.21	1	0.27
6.	73.13.22	1	0.27
7.	68.70.21	1	1.45
8.	33.20.120.50	1	0.45
9.	*Armour rod (see table)*		



For steel earth wire

Item	Code	Pcs.	Mass kg
9.	62.13.37.20	1	1.50
	62.13.65.20	1	1.50
	62.14.36.20	1	1.64
	62.14.92.20	1	1.84

For AWG, ACSR, Al.alloy earth wire

Item	Code	Pcs.	Mass kg
9.	62.13.65	1	0.80
	62.14.36	1	0.85
	62.14.92	1	0.93
	62.15.89	1	0.93
	62.16.67	1	1.06
	62.17.51	1	1.20
	62.17.90	1	1.30
	62.18.81	1	1.40

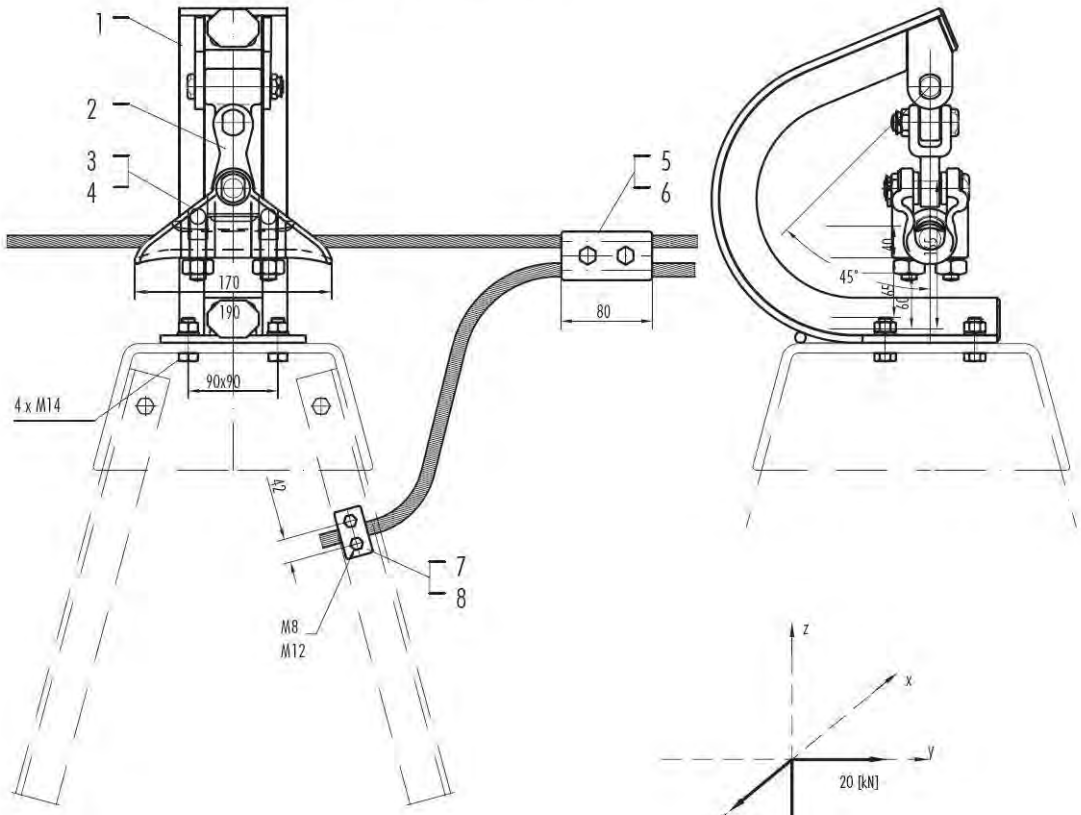
SUSPENSION EARTH WIRE ATTACHMENT with "G" support For AW, ACSR and steel earth wire

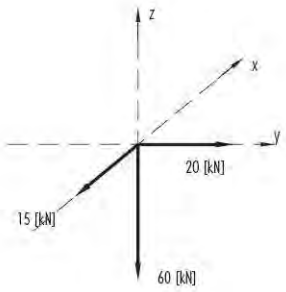
Minimum breaking strength (without suspension clamp)

60 kN

ø13.9 - ø18.00 [mm]

Angle of deflection of the clamp toward the suport max. 45°





PERMISSIBLE LOAD [kN]

Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	70.23.20	1	14.50
2.	22.09.10	1	0.60
3.	10.15.10	1	0.95
4.	10.19.10	1	1.20
5.	77.35.12	1	0.38
6.	77.36.12	1	0.48
7.	73.13.21	1	0.27
8.	73.13.22	1	0.27

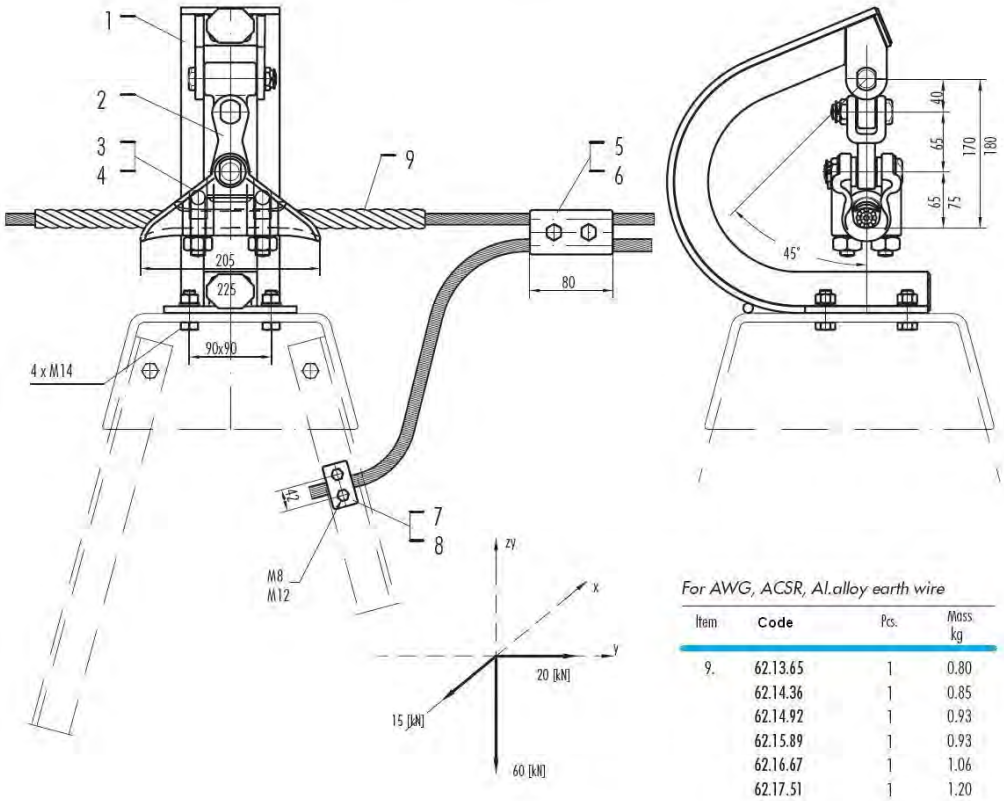
SUSPENSION EARTH WIRE ATTACHMENT with "G" support For AW, ACSR and steel earth wire

Minimum breaking strength (without suspension clamp)

60 kN

ø13.9 - ø18.00 [mm]

Angle of deflection of the clamp toward the suport max. 45°



PERMISSIBLE LOAD [kN]

Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	70.23.20	1	14.50
2.	22.09.10	1	0.60
3.	10.25.10.40	1	1.50
4.	10.35.10	1	2.40
5.	77.35.12	1	0.38
6.	77.36.12	1	0.48
7.	73.13.21	1	0.27
8.	73.13.22	1	0.27
9.	*Armour rod (see table)*		

For AWG, ACSR, Al.alloy earth wire

Item	Code	Pcs.	Mass kg
9.	62.13.65	1	0.80
	62.14.36	1	0.85
	62.14.92	1	0.93
	62.15.89	1	0.93
	62.16.67	1	1.06
	62.17.51	1	1.20
	62.17.90	1	1.30
	62.18.81	1	1.40

For steel earth wire

Item	Code	Pcs.	Mass kg
9.	62.13.37.20	1	1.50
	62.13.65.20	1	1.50
	62.14.36.20	1	1.64
	62.14.92.20	1	1.84

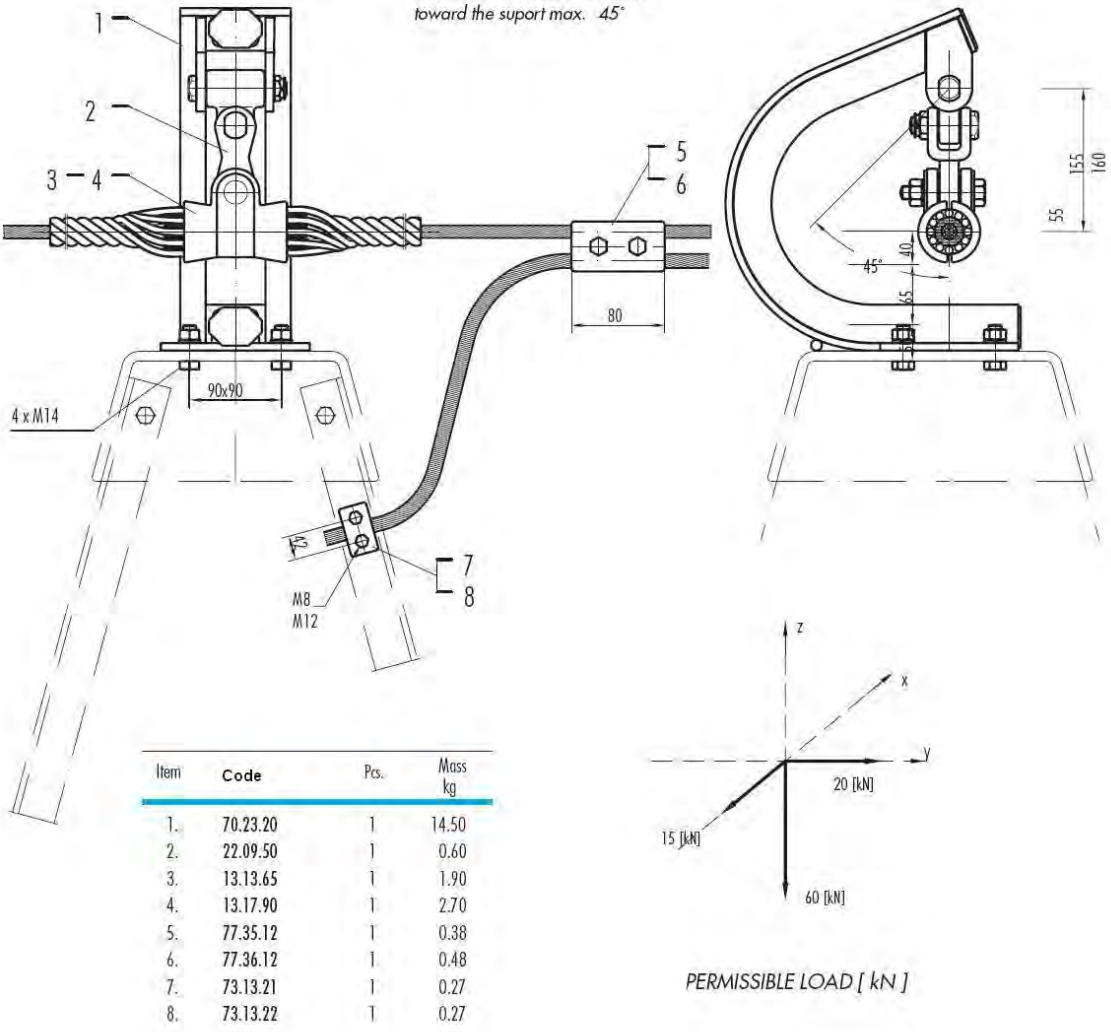
SUSPENSION EARTH WIRE ATTACHMENT with "G" support For AW, ACSR and steel earth wire

Minimum breaking strength (without suspension clamp)

60 kN

ø13.9 - ø18.00 [mm]

Angle of deflection of the clamp toward the suport max. 45°



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	70.23.20	1	14.50
2.	22.09.50	1	0.60
3.	13.13.65	1	1.90
4.	13.17.90	1	2.70
5.	77.35.12	1	0.38
6.	77.36.12	1	0.48
7.	73.13.21	1	0.27
8.	73.13.22	1	0.27

PERMISSIBLE LOAD [kN]

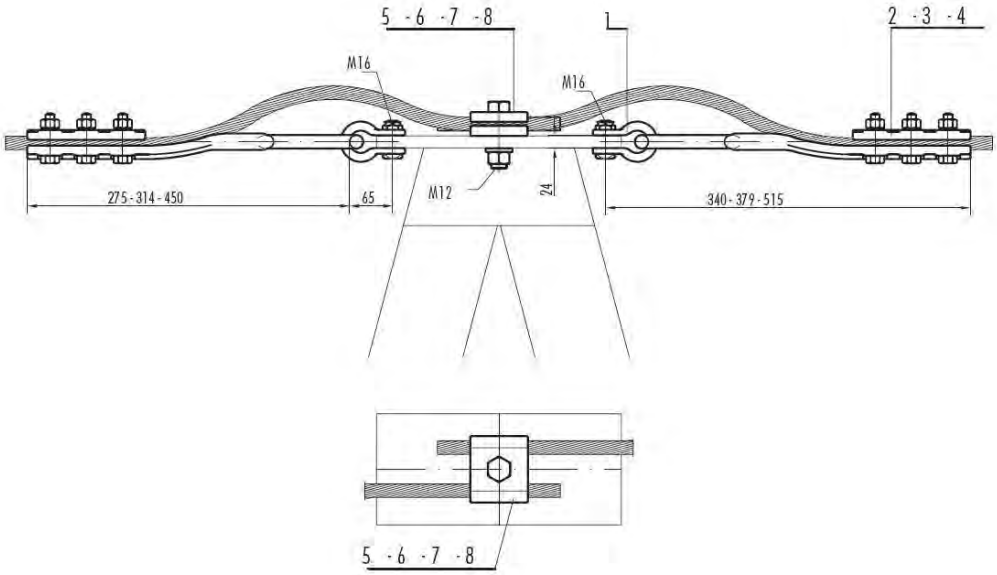
TENSION EARTH WIRE ATTACHMENT

For steel and AW earth wire

Minimum breaking strength

95% *of U.T.S. of earth wire*

ø7.5 - ø12.5 [mm]



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.08.10	2	0.65
2.	71.20.50	2	1.53
3.	71.30.50	2	2.38
4.	71.80.50	2	6.00
5.	73.22.45	1	0.34
6.	73.21.46	1	0.36
7.	73.21.47	1	0.36
8.	73.21.50	1	0.36

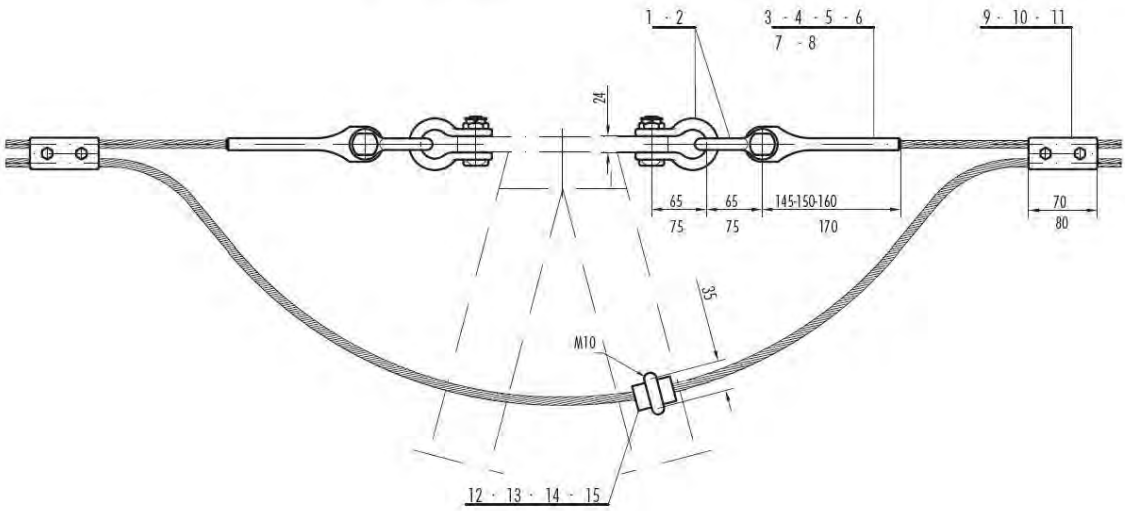
TENSION EARTH ATTACHMENT

For steel and AWG earth wire

Minimum breaking strength

95% *of strength U.T.S. of earth wire*

ø7.5 - ø14.5 [mm]



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.08.10	4	0.65
2.	27.10.10	4	0.95
3.	72.615.80	2	0.39
4.	72.619.95	2	0.50
5.	72.621.110	2	0.65
6.	72.625.130	2	0.75
7.	72.625.137	2	0.78
8.	72.625.150	2	0.84
9.	77.33.12	2	0.18
10.	77.34.12	2	0.26
11.	77.35.12	2	0.38
12.	73.11.01	1	0.36
13.	73.11.02	1	0.355
14.	73.11.03	1	0.35
15.	73.11.04	1	0.34

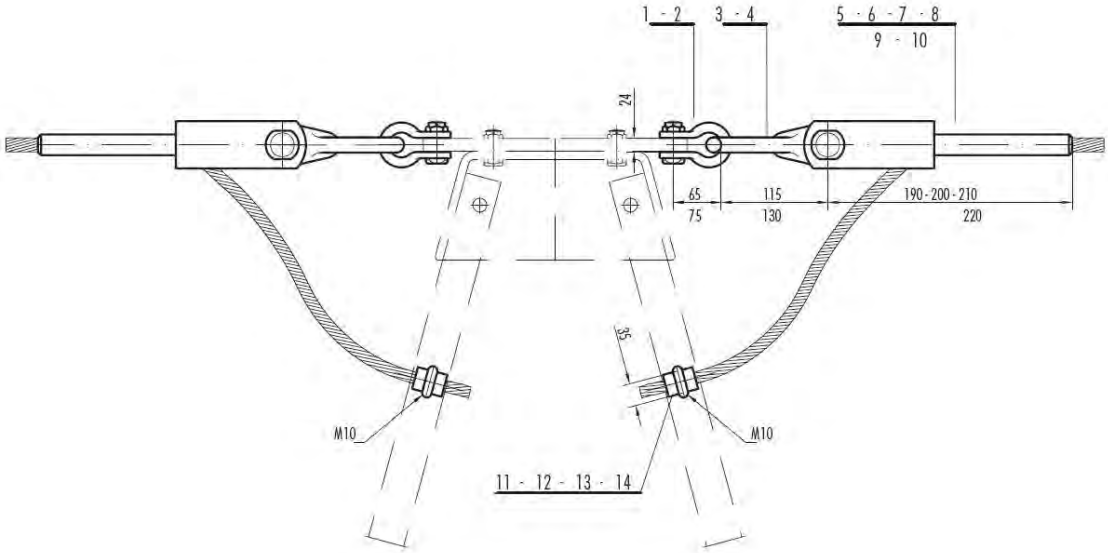
TENSION EARTH ATTACHMENT

For steel and AW earth wire

Minimum breaking strength

95% *of U.T.S. of earth wire*

ø7.5 - ø14.5 [mm]



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.08.10	2	0.65
2.	27.10.10	2	0.95
3.	21.33.10	2	0.60
4.	21.45.30	2	1.06
5.	72.115.80	2	0.67
6.	72.119.95	2	0.840
7.	72.121.110	2	0.906
8.	72.125.130	2	1.186
9.	72.125.137	2	1.170
10.	72.125.150	2	1.138
11.	73.11.01	2	0.36
12.	73.11.02	2	0.355
13.	73.11.03	2	0.35
14.	73.11.04	2	0.34

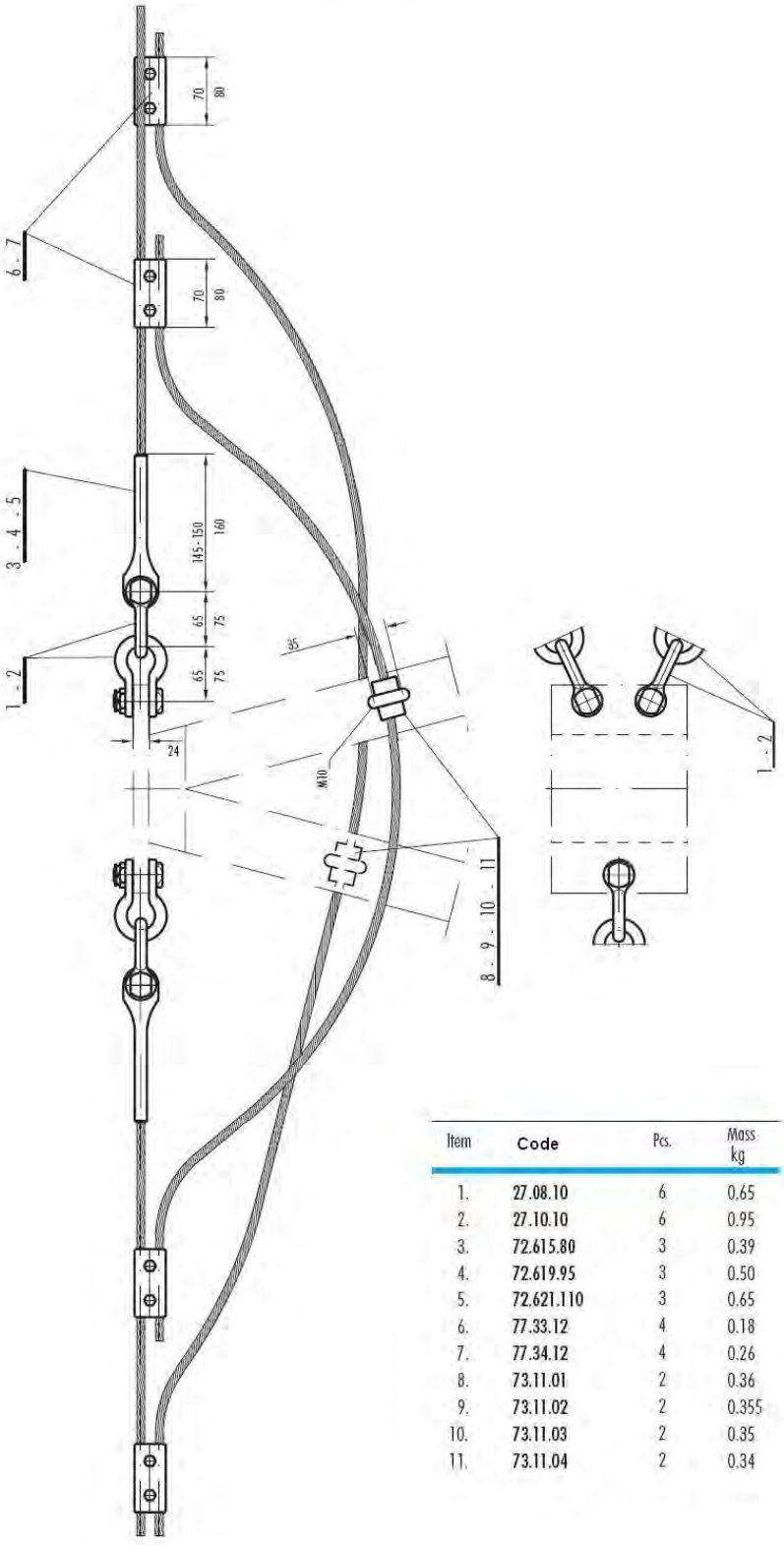
TENSION EARTH ATTACHMENT

For steel and AW earth wire

Minimum breaking strength

95% *of U.T.S. of earth wire*

ø7.5 - ø11.0 [mm]



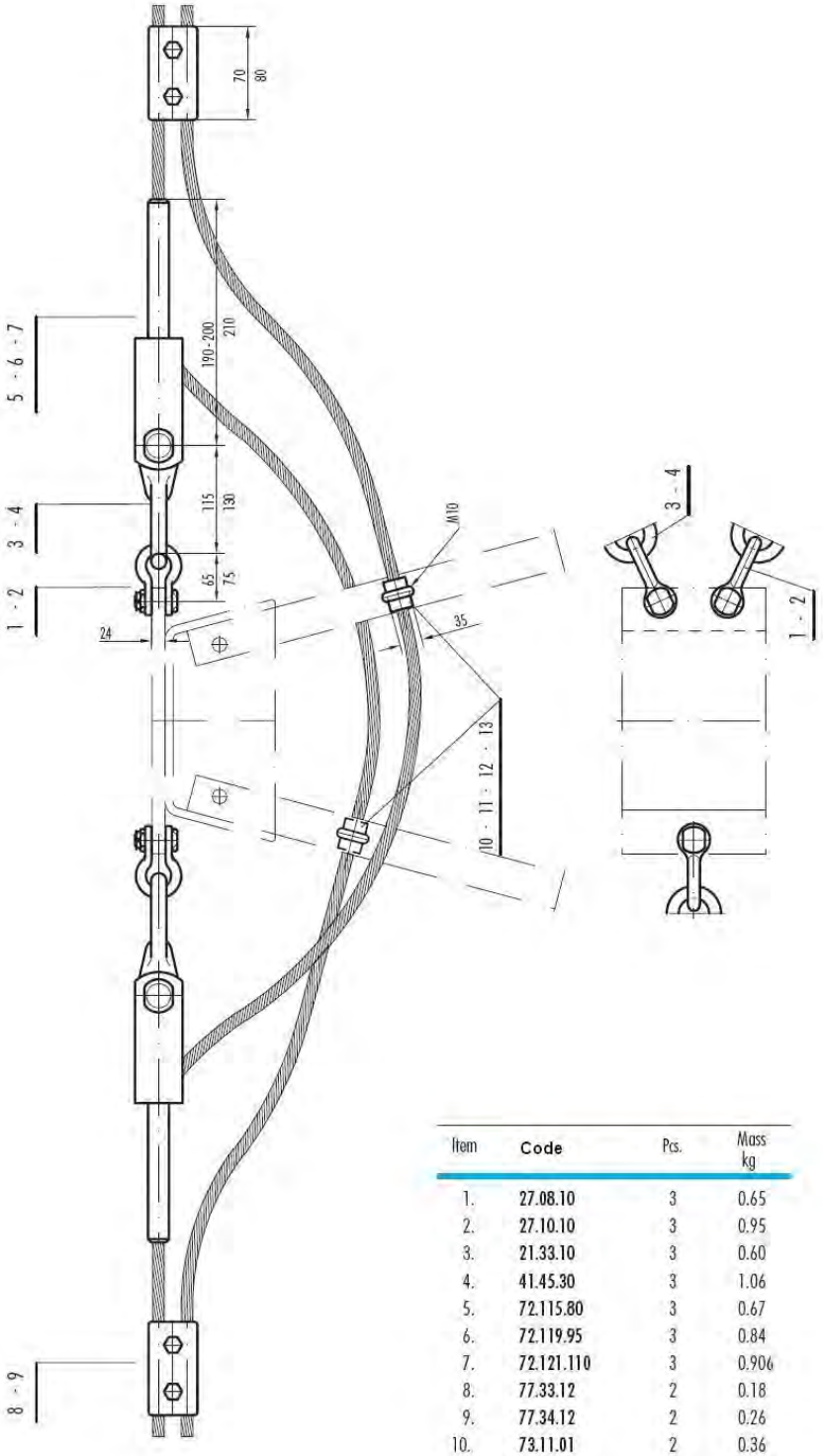
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.08.10	6	0.65
2.	27.10.10	6	0.95
3.	72.615.80	3	0.39
4.	72.619.95	3	0.50
5.	72.621.110	3	0.65
6.	77.33.12	4	0.18
7.	77.34.12	4	0.26
8.	73.11.01	2	0.36
9.	73.11.02	2	0.355
10.	73.11.03	2	0.35
11.	73.11.04	2	0.34

بخش پنجم

TENSION TOWER ATTACHMENTS
For steel and AW earth wire

Minimum breaking strength
95% *of U.T.S. of earth wire*

ø7.5 - ø11.0 [mm]



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.08.10	3	0.65
2.	27.10.10	3	0.95
3.	21.33.10	3	0.60
4.	41.45.30	3	1.06
5.	72.115.80	3	0.67
6.	72.119.95	3	0.84
7.	72.121.110	3	0.906
8.	77.33.12	2	0.18
9.	77.34.12	2	0.26
10.	73.11.01	2	0.36
11.	73.11.02	2	0.355
12.	73.11.03	2	0.35
13.	73.11.04	2	0.34

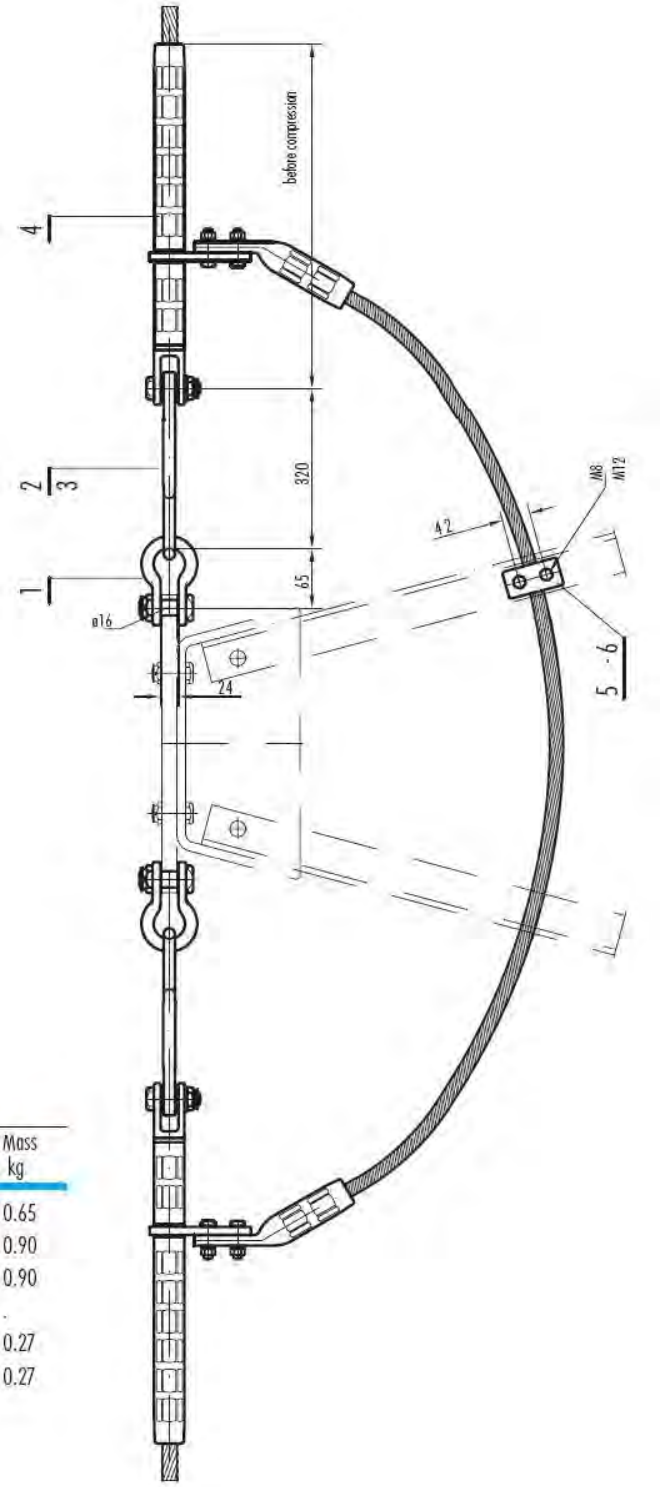
TENSION EARTH ATTACHMENT

For ACSR, AAAC

Minimum breaking strength

95% *of U.T.S. of earth wire*

ø11.5 - ø18.00 [mm]



Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.08.10	2	0.65
2.	26.47.30.20	2	0.90
3.	26.47.30	2	0.90
4.	50.00.000	2	.
5.	73.13.21.90	1	0.27
6.	73.13.22	1	0.27

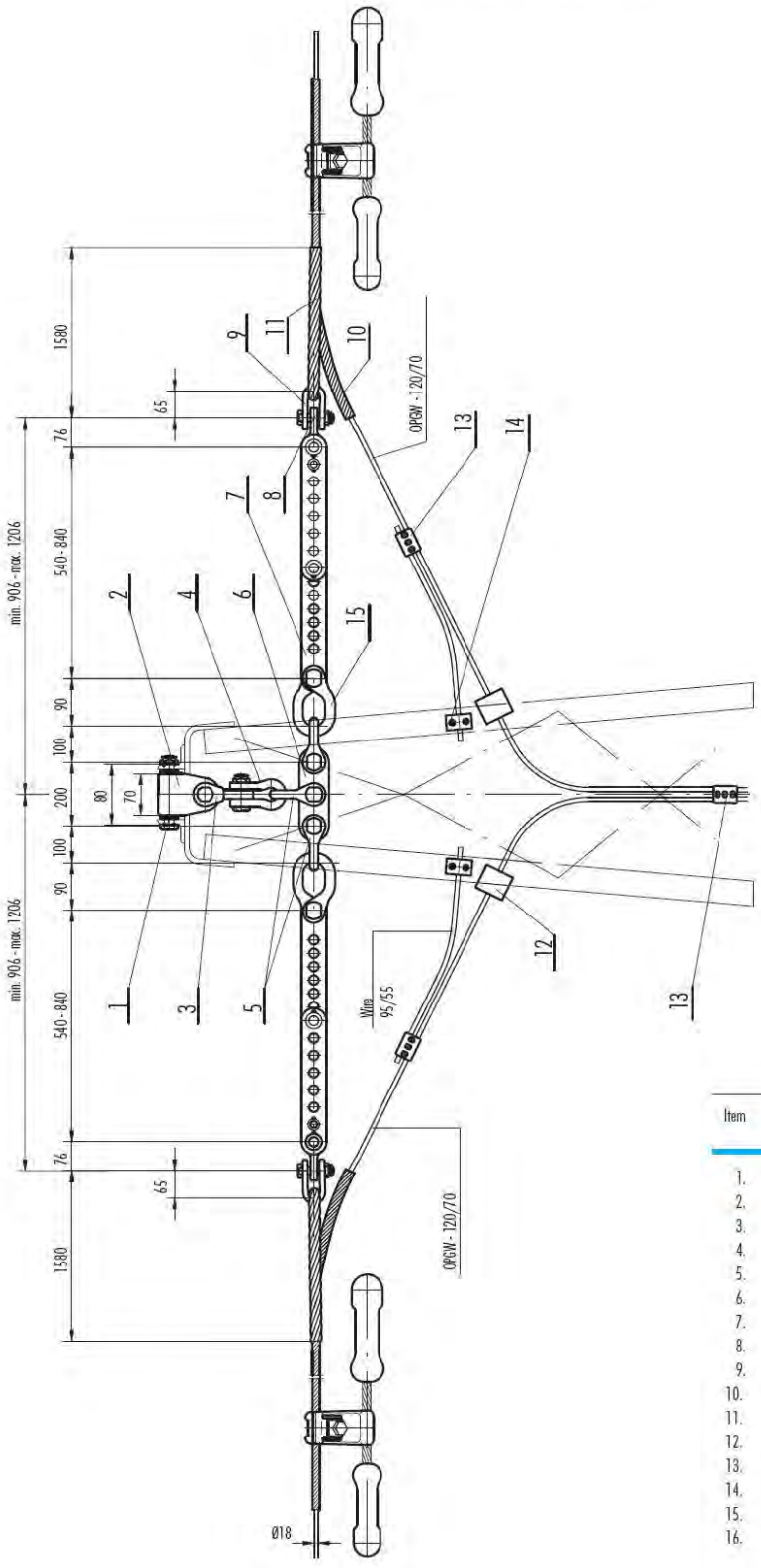
بخش ششم

نمونه طرحهایی از نقشه مجموعه یراق‌آلات آویزی و کششی سیم‌های محافظ OPGW مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال و فوق‌توزیع نیروی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت

بخش ششم

SUSPENSION OPGW
ATTACHMENT TO TOWER

Minimum breaking strength **120 kN**

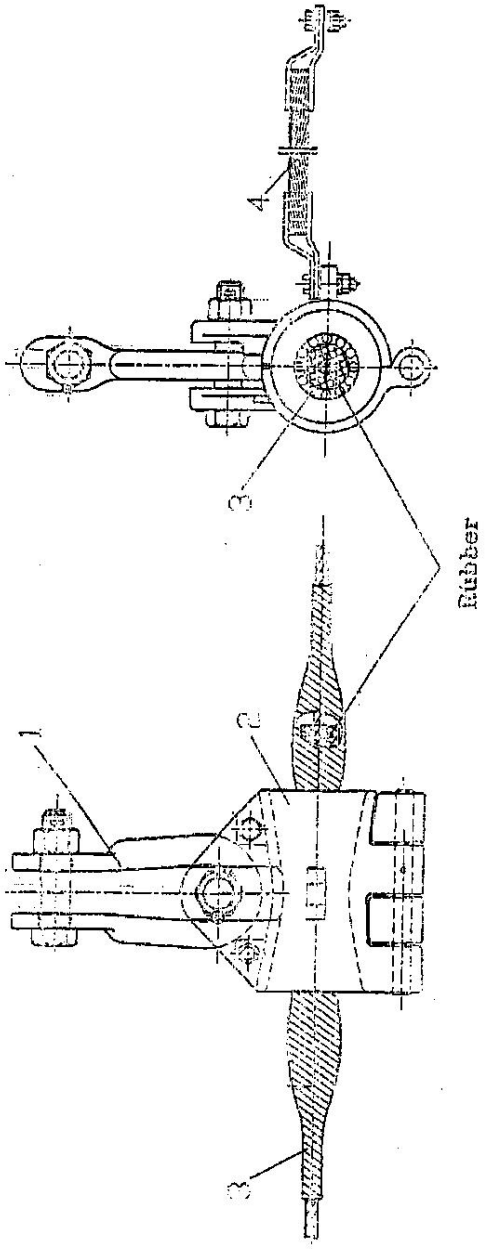


Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	33.20.120.50	1	0.45
2.	68.70.21	1	1.45
3.	22.45.50	1	0.65
4.	27.10.10	1	0.95
5.	27.18.10	3	2.05
6.	43.26.65.20	1	2.40
7.	43.26.61	2	7.00
8.	22.33.80.20	2	0.75
9.	16.85.50	2	1.30
10.	43.62.113A	2	3.40
11.	43.62.114B	2	4.25
12.	44.70.20.60	2	0.44
13.	77.36.13	3	0.72
14.	73.13.22.80	2	0.27
15.	27.32.10	2	1.10
16.	66.30.90.7	-	3.20

بخش ششم

SUSPENSION OPGW

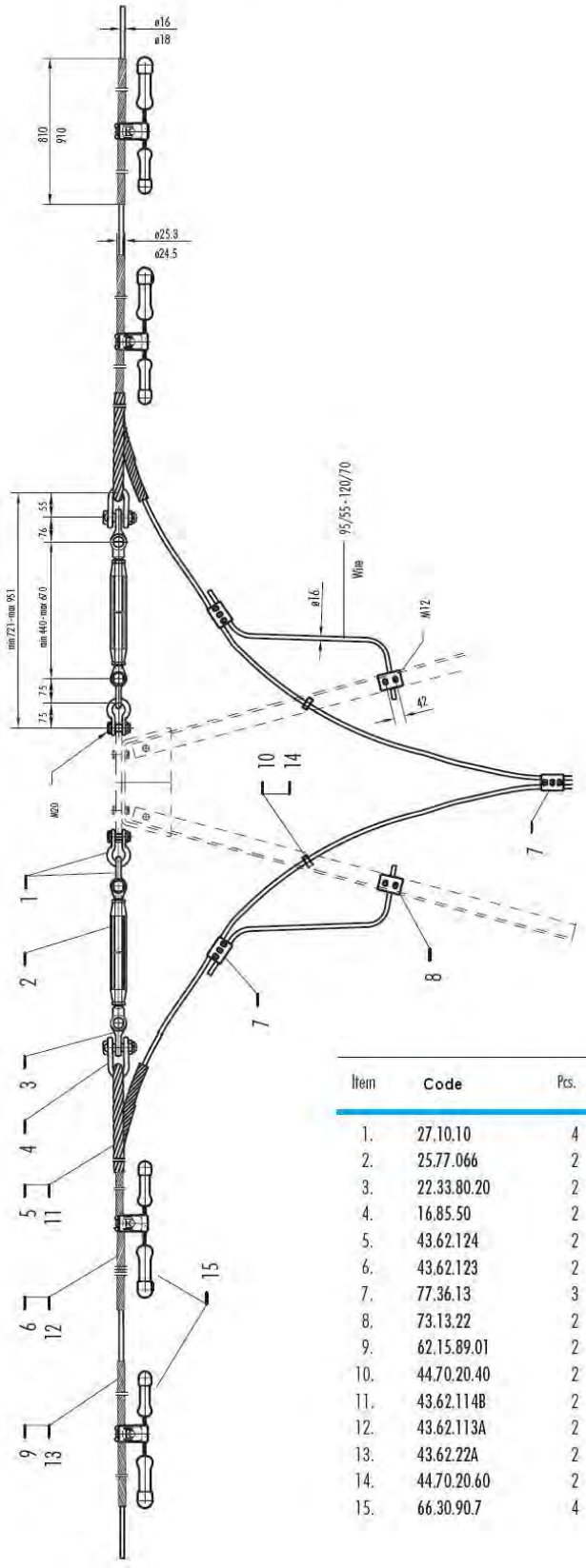
Minimum breaking strength **120 kN**



TENSION OPGW ATTACHMENT TO TOWER

Minimum breaking strength

95% *of U.T.S. of earth wire*



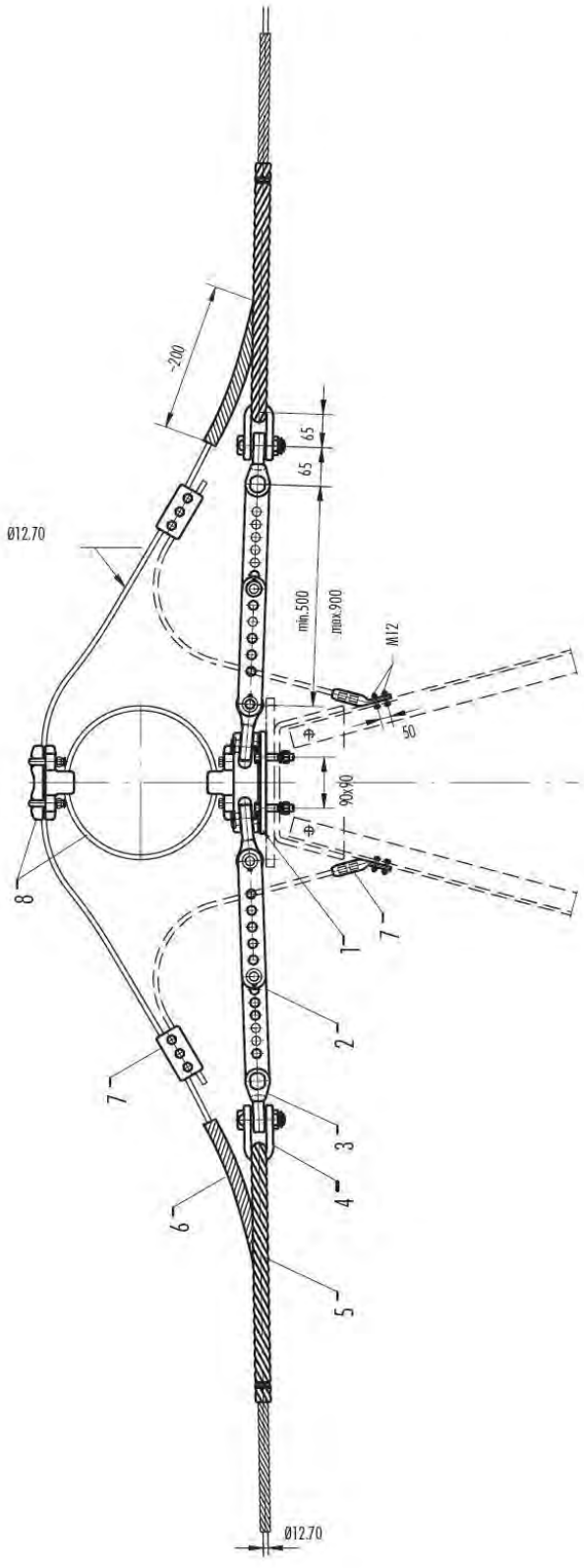
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.10.10	4	0.95
2.	25.77.066	2	4.10
3.	22.33.80.20	2	0.75
4.	16.85.50	2	1.30
5.	43.62.124	2	3.50
6.	43.62.123	2	3.20
7.	77.36.13	3	0.72
8.	73.13.22	2	0.27
9.	62.15.89.01	2	0.46
10.	44.70.20.40	2	0.44
11.	43.62.114B	2	4.25
12.	43.62.113A	2	3.40
13.	43.62.22A	2	0.50
14.	44.70.20.60	2	0.44
15.	66.30.90.7	4	3.20

بخش ششم

TENSION OPGW ATTACHMENT TO TOWER

Minimum breaking strength

95% *of U.T.S. of earth wire*



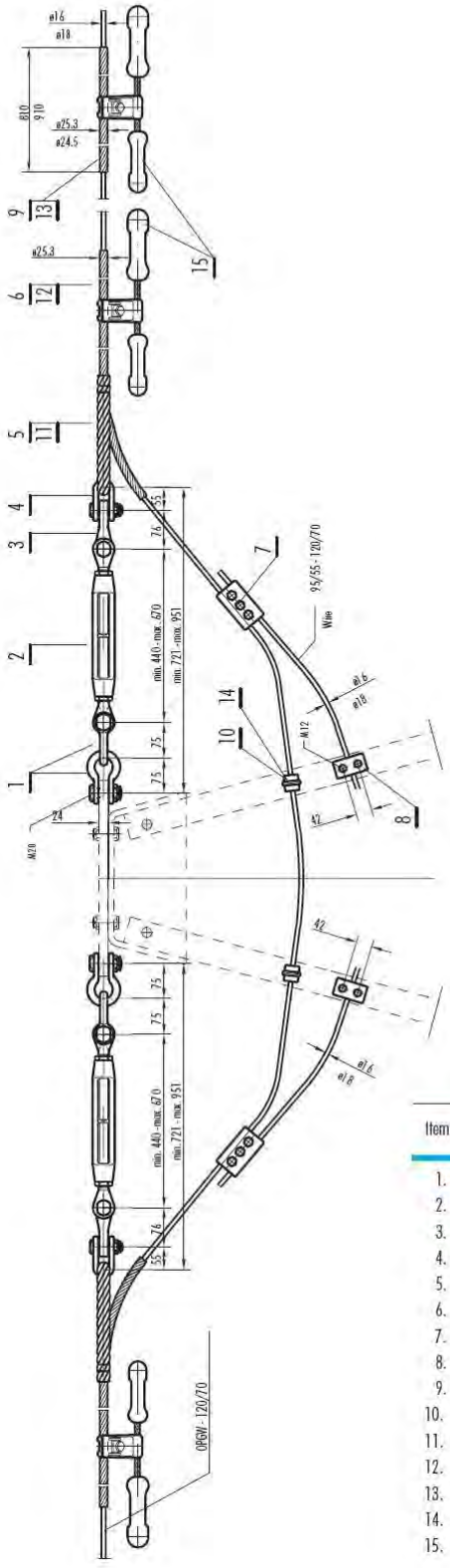
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	70.21.10.20	1	7.00
2.	43.26.547	2	7.20
3.	22.45.50.18	2	0.60
4.	16.85.50	2	1.30
5.	43.62.58	2	1.80
6.	43.62.110	2	2.10
7.	43.82.212	2	1.10
8.	43.38.43	1	1.45

بخش ششم

TENSION OPGW ATTACHMENT TO TOWER

Minimum breaking strength

95% *of U.T.S. of earth wire*



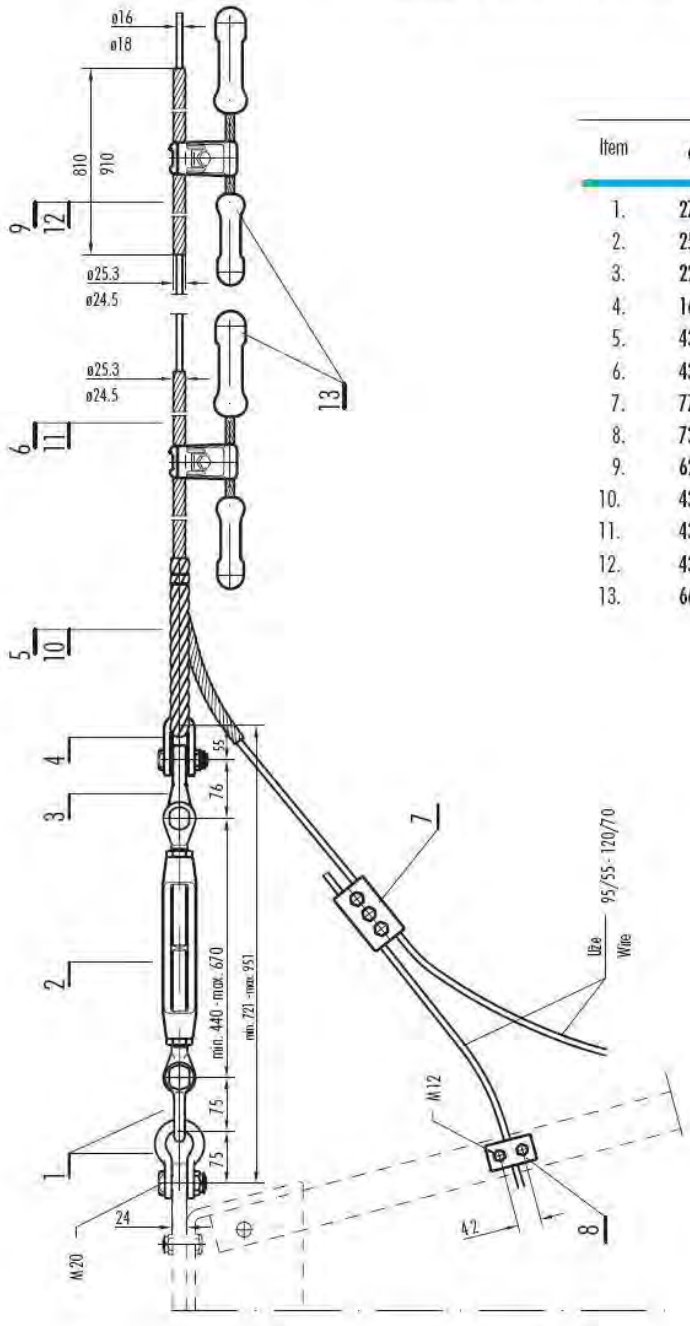
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.10.10	4	0.95
2.	25.77.066	2	4.10
3.	22.33.80.20	2	0.75
4.	16.85.50	2	1.30
5.	43.62.124	2	3.50
6.	43.62.123	2	3.20
7.	77.36.13	3	0.72
8.	73.13.22	2	0.27
9.	62.15.89.01	2	0.46
10.	44.70.20.40	2	0.44
11.	43.62.114B	2	4.25
12.	43.62.113A	2	3.40
13.	43.62.22A	2	0.50
14.	44.70.20.60	2	0.44
15.	66.30.90.7	4	3.20

بخش ششم

TENSION OPGW ATTACHMENT TO TOWER

Minimum breaking strength

95% *of U.T.S. of earth wire*



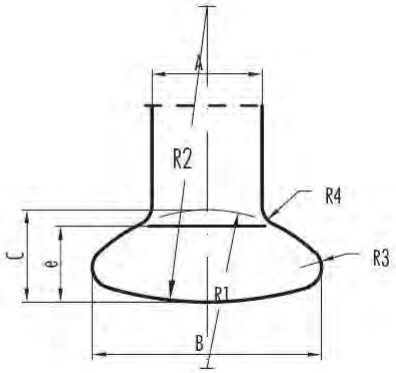
Item	Code	Pcs.	Mass kg
1.	27.10.10	2	0.95
2.	25.77.066	1	4.10
3.	22.33.80.20	1	0.75
4.	16.85.50	1	1.30
5.	43.62.124	1	3.50
6.	43.62.123	1	3.20
7.	77.36.13	1	0.72
8.	73.13.22	1	0.27
9.	62.15.89.01	1	0.46
10.	43.62.114B	1	4.25
11.	43.62.113A	1	3.40
12.	43.62.22A	1	0.50
13.	66.30.90.7	2	3.20

بخش هفتم

نمونه طرحهایی از نقشه جزئیات انواع یراق‌آلات متداول مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال و فوق‌توزیع نیروی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت

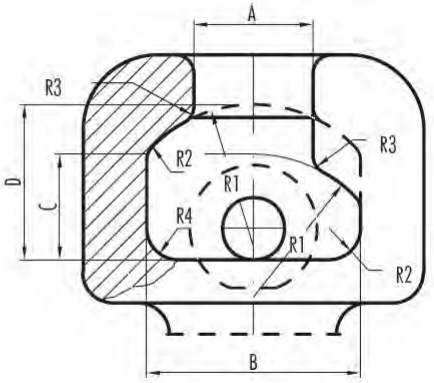
Ball dimensions acc. to IEC 120

Ball size [mm]	Dimensions [mm]							
	A	B	C	R1	R2	R3	R4	e
11	11,9 $^{-1.1}$	22,8 $^{-1.3}$	9,1 $^{-1.2}$	35	35	3,5	3,5	8,4 $^{-1.2}$
16	17,0 $^{-1.2}$	33,3 $^{-1.5}$	13,4 $^{-1.3}$	23	50	3,0	3,0	11,0 $^{-1.3}$
20	21,0 $^{-1.3}$	41,0 $^{-1.6}$	19,5 $^{-1.4}$	27	60	5,7	3,5	16,5 $^{-1.4}$
24	25,0 $^{-1.4}$	49,0 $^{-1.8}$	21,0 $^{-1.7}$	40	70	6,6	4,0	22,5 $^{-1.5}$

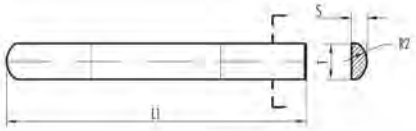


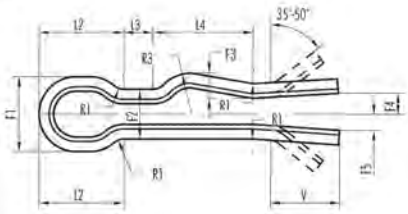
Socket dimensions acc. to IEC 120

Socket size [mm]	Dimensions [mm]								pin "R"
	A	B	C	D	R1	R2	R3	R4	mm
11	12,5 $^{+1.3}$	24,5	10,5 $^{+1.3}$	15,5	35	4	1,5	4	4,8
16A	19,2 $^{+1.6}$	34,5	14,5 $^{+1.6}$	20,5	23	3	3,0	3	5,5
16B	19,2 $^{+1.6}$	34,5	17 $^{+1.6}$	25,0	23	3	3,0	5	7,9
20	23,0 $^{+2.1}$	42,5	20,5 $^{+2.1}$	28,5	27	6	3,5	7	7,0
24	27,5 $^{+2.5}$	51	23,5 $^{+2.5}$	32,5	40	5	4,0	10	8,7



COTTER PIN "R"

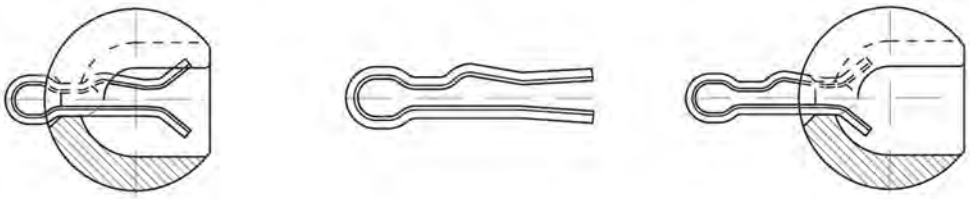




Cotter pin "R" acc. to IEC 372

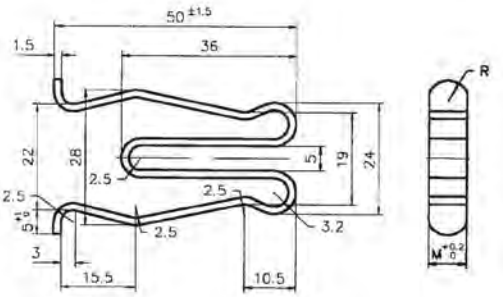
Standard coupling	Dimensions [mm]														
	F1	F2	F3	F4	F5	L1	L2	L3	L4	R1	R2	R3	S	T	V
11	11,9	8,4	4,5	3,5	2,5	50	16,0	4,6	16	2	3,3	6,0	2,2	4,8	8
16A	14,5	10,5	5,5	4,5	3,0	65	19,0	5,2	18	3	3,8	6,5	3,2	5,5	12
16B	16,4	10,9	5,5	4,5	3,5	65	18,5	6,5	22	3	4,8	8,5	3,2	7,9	12
20	16,4	10,9	6,0	4,5	3,5	80	22,5	6,5	22	3	4,8	8,5	3,2	7,0	12
24	20,0	13,0	7,0	7	4,0	100	29,5	7,7	28	4	5,7	10,0	4,0	8,7	12
28	22,5	14,0	7,4	7,5	4,5	115	32,5	8,7	31	5	6,2	12,0	4,5	10,0	15
32	26,0	16,0	8,4	8,5	5,0	130	37,0	10,0	36	6	7,2	14,0	5,2	11,5	15

Ball and socket coupling is secured with "R"- cotter pins suitable for hot line maintenance.



Cotter pin "M" acc. to IEC 372

Standard coupling	Dimensions [mm]	
	M	R
16A	5,5	3
16B	7,9	4,5



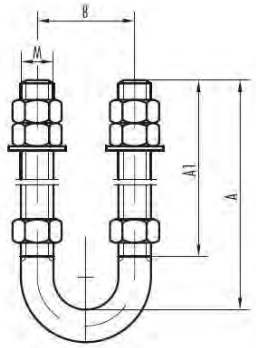
بخش هفتم

BOLT TIGHTENING TORQUES (Nm)

	Bolts of steel, h.d.g. acc. to DIN EN ISO 2320		Bolts of stainless steel acc. to DIN EN ISO 3506	
	Strenght - Class 5.6 and 5.8	Strenght - Class 8.8	Strenght - Class 70	Strenght - Class 80
	Ultimate tensile strength 300 N/mm²	Ultimate tensile strength 640 N/mm²	Ultimate tensile strength 450 N/mm²	Ultimate tensile strength 600 N/mm²
M6	5 Nm	9,6 Nm	6,6 Nm	9 Nm
M8	10 Nm	23 Nm	16 Nm	22 Nm
M10	20 Nm	46 Nm	32 Nm	43 Nm
M12	38 Nm	80 Nm	56 Nm	75 Nm
M14	60 Nm	125 Nm	90 Nm	120 Nm
M16	90 Nm	195 Nm	135 Nm	180 Nm
M18	130 Nm	280 Nm	190 Nm	260 Nm
M20	180 Nm	390 Nm	280 Nm	370 Nm

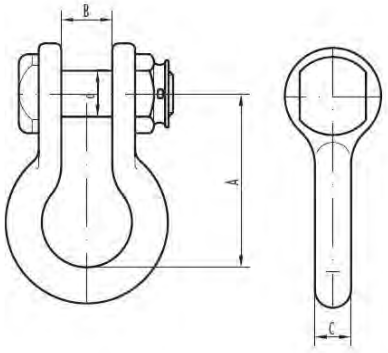
U - BOLTS

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	B	A	A1	M	kN	kg
35.14.70	70	96	60	14	80	0.45
35.16.55	60	184	150	16	120	0.95
35.16.56	60	264	228	16	120	1.15
35.16.60	65	204	160	16	120	0.95
35.16.75	80	209	153	16	120	1.00
35.18.75	80	212	160	18	140	1.16
35.20.75	80	205	160	20	180	1.60
35.20.85	100	235	162	20	180	1.80
35.22.82	90	224	170	22	230	1.92
35.24.80	90	150	99	24	270	2.60
35.24.86	100	306	224	24	270	2.67



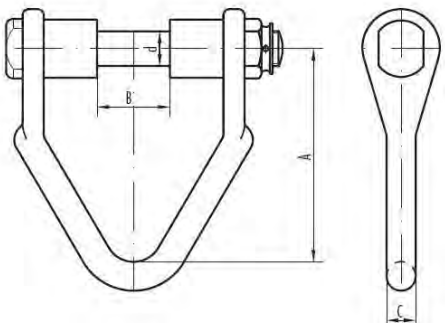
SHACKLES

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	B	C	d	kN	kg
27.01.10A	50	15	14	12	80	0.35
27.01.90A	60	14	12	12	80	0.39
27.04.10	45	24	12	16	80	0.39
27.06.10	50	24	14	16	100	0.40
27.08.10	65	24	16	16	120	0.65
27.10.10	75	24	18	20	160	0.95
27.10.10X	75	24	18	20	210	0.95
27.18.10	100	24	24	22	320	2.05



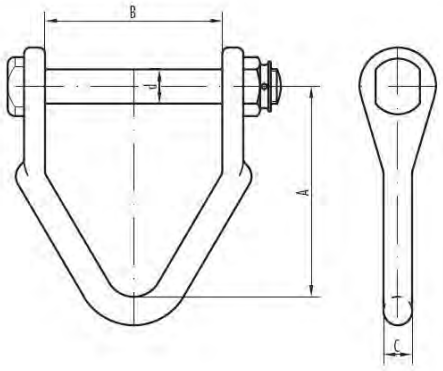
SHACKLES

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	B	C	d	kN	kg
27.52.10	95	24	14	14	80	0.80

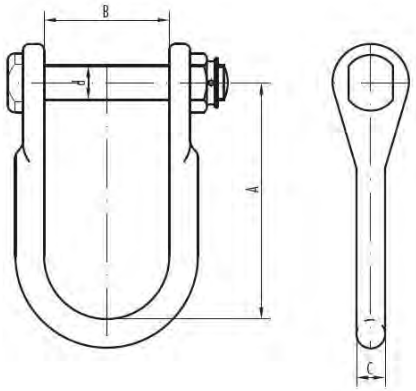


SHACKLES

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	B	C	d	kN	kg
27.53.10	95	82	14	16	80	0.70

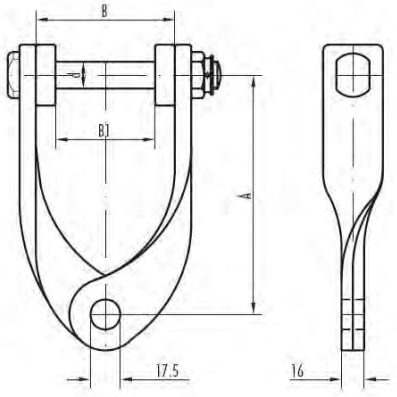


Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	B	C	d	kN	kg
27.60.10	140	106	16	16	120	1.16



- *FOR CONCRETE POOLS*

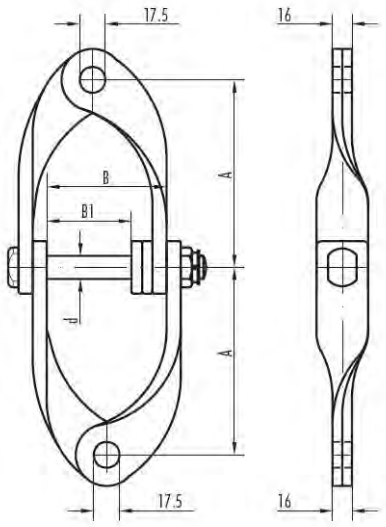
Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	B	B1	d	kN	kg
43.27.59	260	128	112	20	80	2.25



SHACKLES

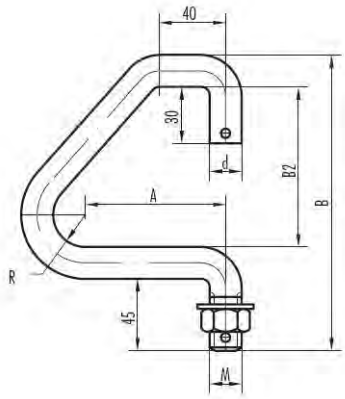
- *FOR CONCRETE POOLS*

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	B	B1	d	kN	kg
43.27.60	260	128	112	20	80	3.90



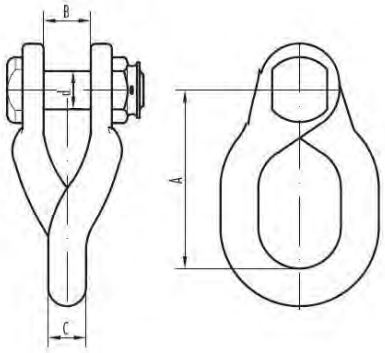
D-BOLTS

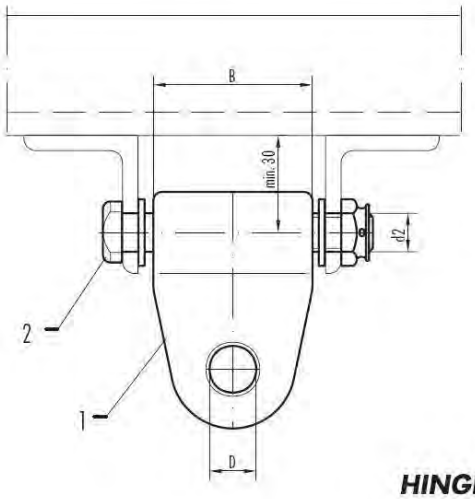
Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	B	B2	d/M	R	kN	kg
35.16.91	90	150	90	16	15	120	0.65
35.18.91	90	150	70	18	12	120	0.75

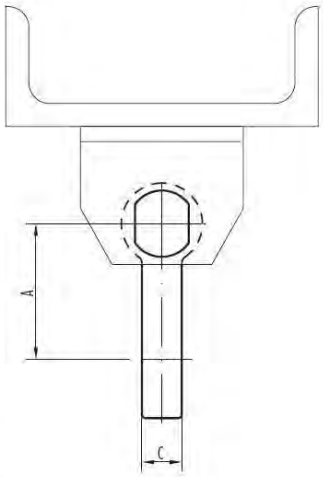


SHACKLES 90°

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	B	C	d	kN	kg
27.41.20	70	14	12	12	70	0.48
27.30.10	90	24	16	16	120	0.70
27.32.10	90	24	20	20	160	1.10





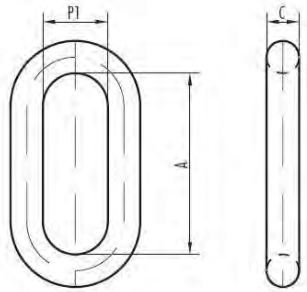


HINGES

Code		Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
1	2	B	A	C	D	d2	kN	kg
68.55.11	33.20.105.50	55	75	22	21.5	20	120	0.92
68.55.21	33.20.105.50	55	75	22	17.5	20	120	0.95
68.70.11	33.20.120.50	70	80	22	21.5	20	160	1.88
69.70.85.21	33.20.120.50	70	85	16	17.5	20	120	1.30
68.70.21	33.20.120.50	70	85	22	17.5	20	120	1.90
68.90.11	33.24.155.50	90	80	22	23.5	24	320	2.30
68.110.11	33.24.175.50	110	80	22	23.5	24	320	2.90
68.110.21	33.27.190.50	110	70	22	28.5	27	320	3.16

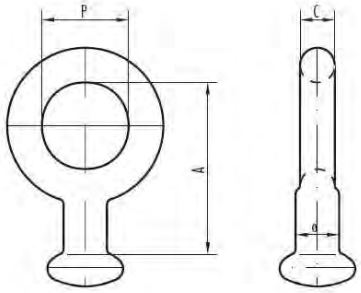
EYES

Code	Dimensions [mm] A	C	P1	Min. breaking strength kN	Mass kg
21.06.10	50	12	25	80	0.14
21.23.10	70	16	30	140	0.40
21.35.10	80	18	30	200	0.53
21.49.10	80	22	30	280	0.81
21.68.10	110	28	40	480	1.70



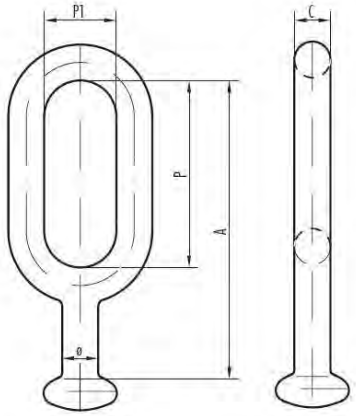
BALL EYES

Code	Dimensions [mm] A	C	P	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
21.12.30	48	11	22	11	11	40	0.11
21.12.10	69	14	35	16	16	100	0.30
21.12.20	54	16	25	16	16	120	0.28



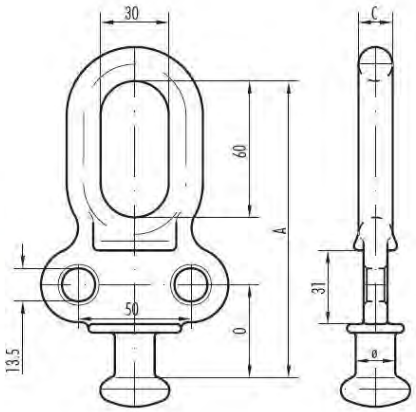
BALL EYES

Code	Dimensions [mm] A	C	P	P1	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
21.04.10	71	12	45	22	11	11	40	0.18
21.56.10	88	13	50	25	16	16	70	0.23
21.25.10	100	16	60	30	16	16	120	0.45
21.13.10	117	16	80	30	16	16	120	0.50
21.58.10	102	20	60	30	20	20	160	0.76



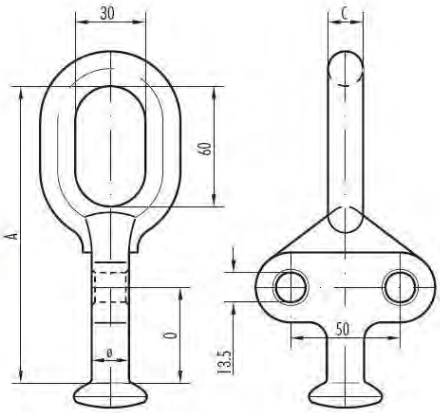
BALL EYES

Code	Dimensions [mm]				I.E.C.	Min. breaking strength	Mass
	A	C	O	ø	Class	kN	kg
21.37.50	134	16	44	16	16	120	0.68
21.77.10	142	18	50	21	20	160	0.93



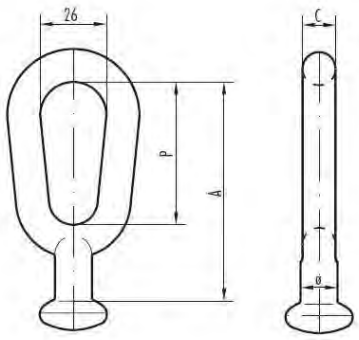
BALL EYES

Code	Dimensions [mm]				I.E.C.	Min. breaking strength	Mass
	A	C	O	ø	Class	kN	kg
21.22.50	134	16	44	16	16	120	0.70



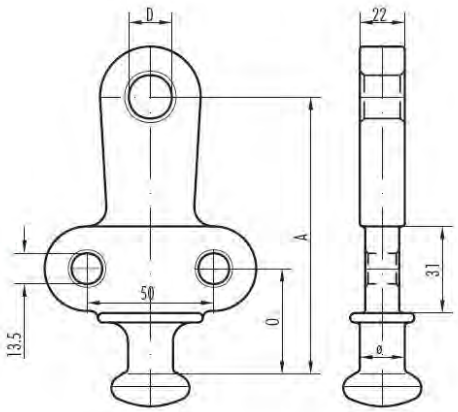
BALL EYES

Code	Dimensions [mm]				I.E.C.	Min. breaking strength	Mass
	A	C	P	ø	Class	kN	kg
21.24.10	84	15	50	16	16	120	0.36



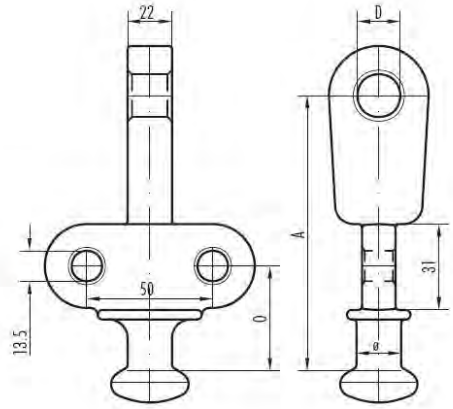
BALL TONGUES

Code	Dimensions [mm] A	D	O	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
23.56.10	114	21.5	44	16	16	120	0.75
23.56.20	114	17.5	44	16	16	120	0.75
23.59.10	132	23.5	49	20	20	160	1.20
23.59.20	132	21.5	49	20	20	160	1.30



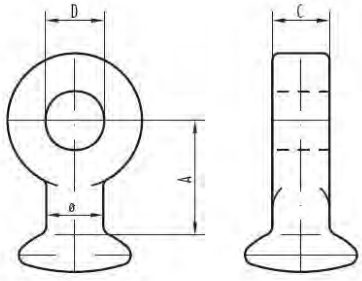
BALL TONGUES90°

Code	Dimensions [mm] A	D	O	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
23.57.10	114	21.5	44	16	16	120	0.65
23.57.20	114	17.5	44	16	16	120	0.65
23.58.30	120	21.5	57	20	20	160	1.20



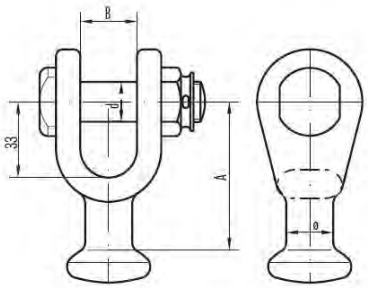
BALL TONGUES

Code	Dimensions [mm] A	C	D	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
23.08.10	36	12	13.5	11	11	45	0.10
23.08.20	36	12	15.5	11	11	50	0.10
23.08.30	36	12	17.5	11	11	60	0.10
23.01.10	39	14	17.5	16	16	80	0.18
23.01.40	55	19	21.5	16	16	120	0.35
23.01.50	65	19	21.5	20	20	160	0.42



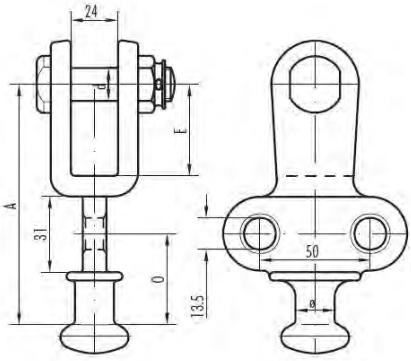
BALL CLEVISES

Code	Dimensions [mm] A	B	d	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
23.31.10	51	14	12	11	11	40	0.28
23.31.30	57	18	16	11	11	45	0.35
22.23.10	67	24	16	16	16	120	0.65
22.23.50	67	24	20	16	16	120	0.75
23.48.10	72	24	20	20	20	160	1.00
23.48.20	72	24	16	20	20	120	0.90
23.39.10	82	40	20	20	20	160	1.25



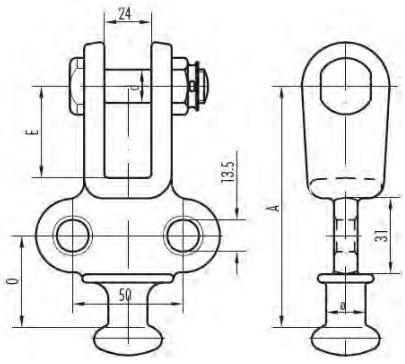
BALL CLEVISES

Code	Dimensions [mm] A	d	E	O	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
22.56.20	112	16	45	44	16	16	120	0.80
22.56.10	112	20	45	44	16	16	120	0.90
22.59.20	132	20	55	50	20	20	160	1.68
22.59.10	132	22	55	50	20	20	160	1.74



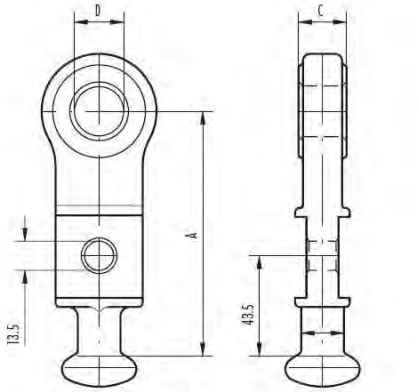
BALL CLEVISES

Code	Dimensions [mm] A	d	E	O	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
22.57.20	114	16	45	44	16	16	120	0.80
22.57.10	114	20	45	44	16	16	120	1.00
22.58.20	132	20	50	50	20	20	160	1.75
22.58.10	132	22	50	50	20	20	160	1.77



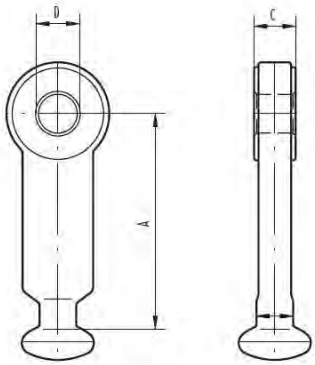
BALL TONGUE

Code	Dimensions [mm] A	C	D		I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
23.35.10	99	22	17.5	16	16	120	0.48
23.29.20	129	22	17.5	16	16	120	0.67



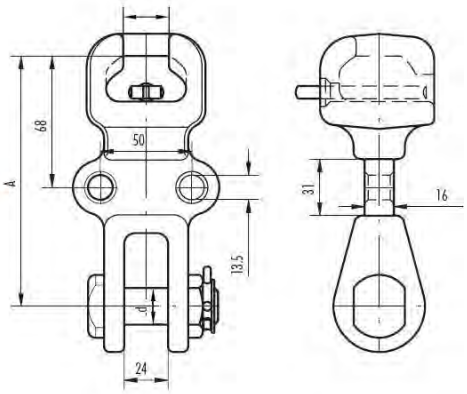
BALL TONGUE

Code	Dimensions [mm] A	C	D		I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
23.29.90	129	22	17.5	16	16	120	0.45



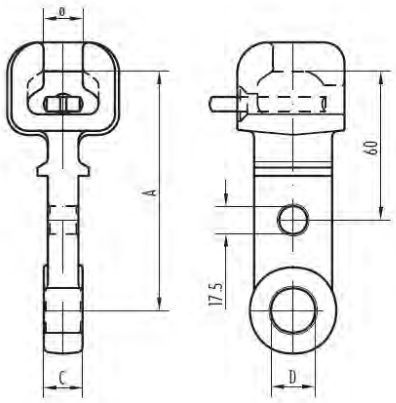
SOCKET CLEVIS

Code	Dimensions [mm] A	d		I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
24.87.80.20	130	16	19.2	16	120	1.80
24.87.80.30	130	20	19.2	16	120	1.90



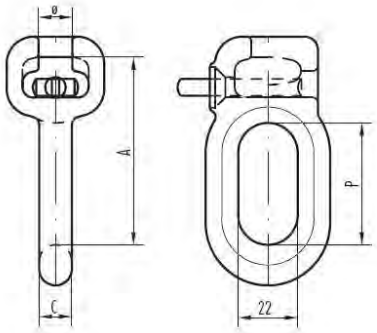
SOCKET TONGUES

Code	Dimensions [mm]				I.E.C.	Min. breaking strength	Mass
	A	C	D	ø	Class	kN	kg
24.42.20	116	22	17.5	19.2	16	120	1.05



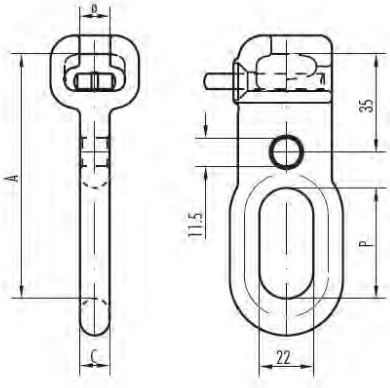
SOCKET EYES

Code	Dimensions [mm]				I.E.C.	Min. breaking strength	Mass
	A	C	P	ø	Class	kN	kg
24.75.10	70	12	45	12.5	11	40	0.30
24.71.10	76	14	40	19.2	16	100	0.75



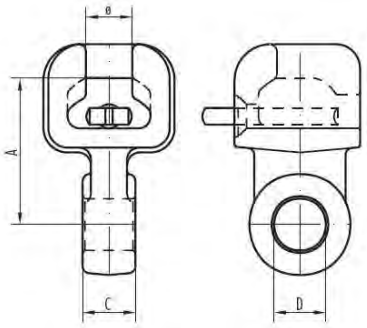
SOCKET EYES

Code	Dimensions [mm]				I.E.C.	Min. breaking strength	Mass
	A	C	P	ø	Class	kN	kg
24.78.10	95	12	45	12.5	11	40	0.38



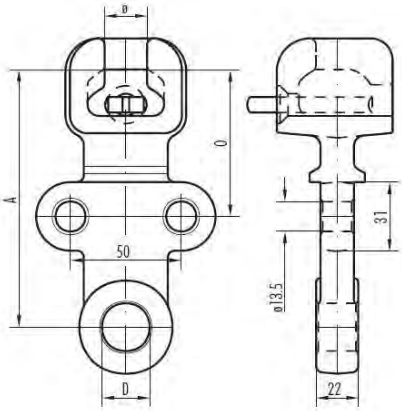
SOCKET TONGUES

Code	Dimensions [mm] A	C	D	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
24.31.10	110	20	18	12.5	11	50	0.70
24.03.10	58	22	17.5	19.2	16	80	0.50
24.08.20	61	22	17.5	19.2	16	120	0.80
24.08.10	61	22	21.5	19.2	16	120	0.80
24.17.10	78	22	21.5	23	20	160	1.10



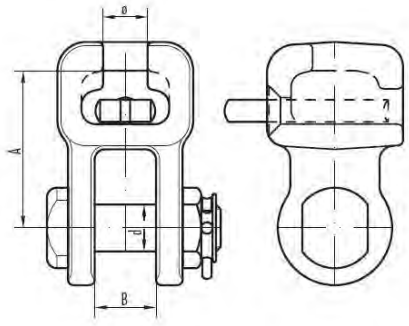
SOCKET TONGUES

Code	Dimensions [mm] A	D	O	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
24.33.10	116	17.5	66	19.2	16	120	1.00
24.33.20	116	21.5	66	19.2	16	120	1.00
24.34.20	118	17.5	68	23	20	160	1.45
24.34.10	118	21.5	68	23	20	160	1.45
24.34.30	118	23.5	68	23	20	160	1.45



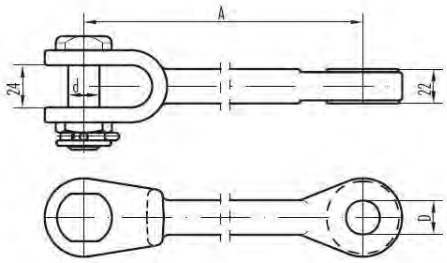
SOCKET CLEVISES

Code	Dimensions [mm] A	B	d	ø	I.E.C. Class	Min. breaking strength kN	Mass kg
24.20.10	40	15	12	12.5	11	40	0.55
24.60.10	71	24	16	19.2	16	120	0.95
24.60.30	71	24	20	19.2	16	120	1.00
24.80.20	73	24	16	23	20	120	1.28
24.80.10	73	24	20	23	20	120	1.33
24.79.20	108	24	16	23	20	120	1.63
24.79.10	108	24	20	23	20	160	1.68
24.79.40	108	24	22	23	20	210	1.71
24.62.10	108	40	20	23	20	160	1.85



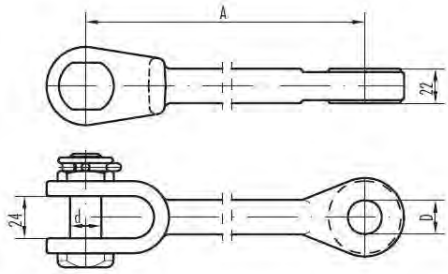
EXTENSION LINKS
Clevis - Tongue

Code	Dimensions [mm] A	D	d	Min. breaking strength kN	Mass kg
26.26.30	200	17.5	16	120	0.90
26.26.30.20	200	21.5	16	120	0.90
26.41.20	200	21.5	20	160	1.90
26.41.30	300	21.5	20	160	2.20
26.42.30	300	23.5	22	320	3.30



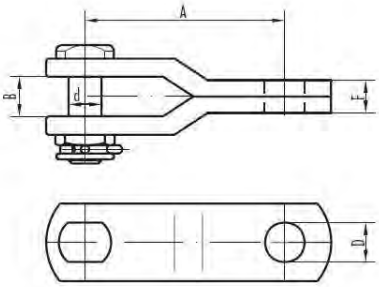
EXTENSION LINKS
Clevis - Tongue

Code	Dimensions [mm] A	D	d	Min. breaking strength kN	Mass kg
26.36.30	200	17.5	16	120	0.90
26.36.70	200	17.5	20	120	1.05
26.36.30A	200	21.5	16	120	0.90
26.36.70A	200	21.5	20	120	1.05
43.26.50A	200	21.5	20	200	1.40



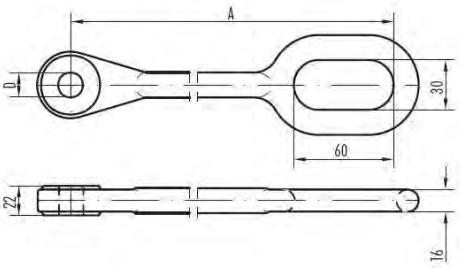
EXTENSION LINKS
Clevis - Tongue

Code	Dimensions [mm] A	B	D	d	F	Min. breaking strength kN	Mass kg
43.26.05.30	80	14	17.5	12	14	80	0.70
43.26.350A	130	24	28.5	27	20	480	3.50



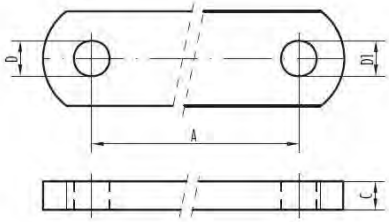
EXTENSION LINKS
Eye - tongue

Code	Dimensions [mm] A	D	Min. breaking strength kN	Mass kg
26.47.20.20	200	17.5	120	0.80
26.47.20	200	21.5	120	0.80
26.47.30.20	320	17.5	120	0.90
26.47.30	320	21.5	120	0.90



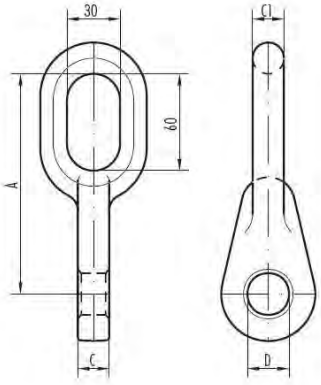
EXTENSION LINKS

Code	Dimensions [mm] A	C	D	D1	Min. breaking strength kN	Mass kg
43.26.35B	50	22	17.5	17.5	60	0.71
26.61.30	80	12	17.5	15.5	90	0.36
26.66.30.20	300	22	21.5	21.5	160	2.90
26.67.30	300	22	23.5	23.5	160	2.85
26.66.60	600	22	21.5	21.5	160	5.46
26.67.60	600	22	23.5	23.5	160	5.45



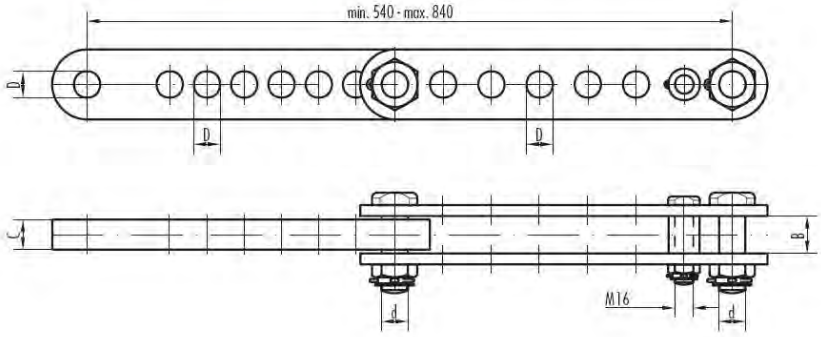
EYE TONGUES

Code	Dimensions [mm] A	C	C1	D	Min. breaking strength kN	Mass kg
21.33.10	115	16	16	17.5	120	0.60
21.33.20	115	16	16	21.5	120	0.57
21.33.40	115	22	16	17.5	120	0.63
21.33.60	115	22	16	21.5	120	0.60
21.45.20	130	22	20	17.5	120	1.06
21.45.30	130	22	20	21.5	230	1.06



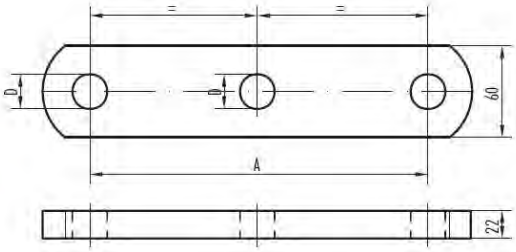
ADJUSTABLE EXTENSION LINKS

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	B	C	D	d	kN	kg
43.26.61	24	22	21.5	20	240	0.70



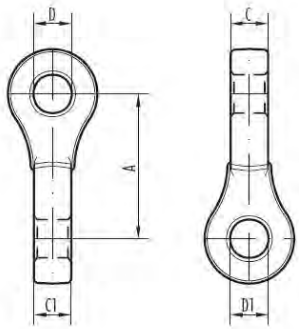
EXTENSION LINKS

Code	Dimensions [mm]		Min. breaking strength	Mass
	A	D	kN	kg
43.26.65.20	200	23.5	240	2.40

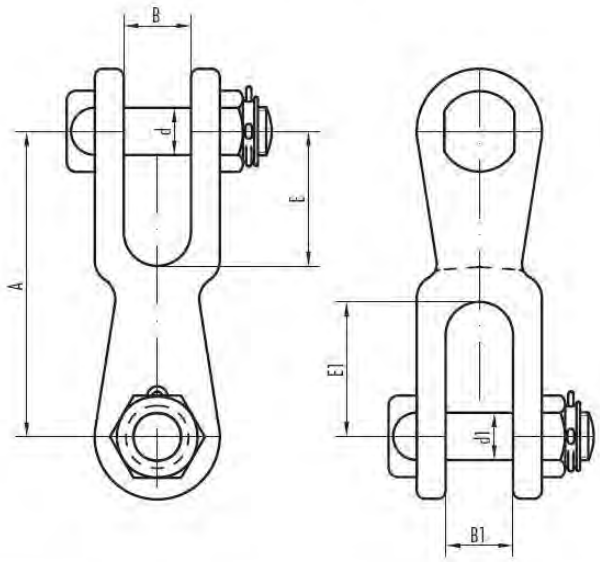


DOUBLE TONGUES

Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	C	C1	D	D1	kN	kg
22.33.20	76	19	22	17.5	17.5	120	0.75
22.33.80.20	76	19	22	21.5	21.5	135	0.75
22.33.40.30	76	19	19	21.5	21.5	180	0.60
22.33.40.40	78	19	19	21.5	21.5	200	0.60

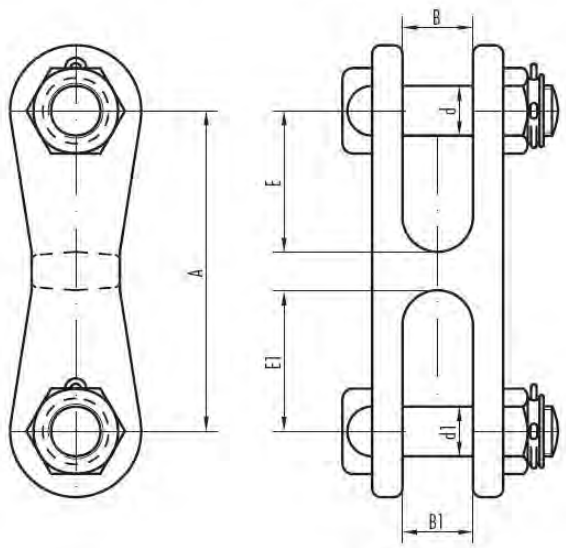


DOUBLE CLEVISES 90°



Code	Dimensions [mm]							Min. breaking strength	Mass
	A	B	B1	d	d1	E	E1	[kN]	[kg]
22.99.10	100	24	24	20	20	40	45	200	1,80
22.99.20	100	24	24	22	20	40	45	200	1,80
22.99.30	100	24	24	20	16	40	45	120	1,70
22.99.40	100	24	24	16	16	40	45	120	1,50
22.93.10	120	24	24	22	22	50	55	320	2,60
22.93.20	120	24	24	22	20	50	55	160	2,40
22.93.30	120	24	24	22	16	50	55	120	2,21
22.93.40	120	24	24	20	20	50	55	160	2,30
22.93.60	120	24	24	16	16	50	55	120	2,10
22.93.70	120	24	26	22	24	50	55	320	2,20
22.96.10	130	42	24	36	27	56	62	480	5.20
22.96.20	130	32	24	22	22	56	62	320	4.90
22.96.30	130	36	30	30	32	60	55	300	4.95
22.96.50	130	42	24	36	22	56	62	320	4.40

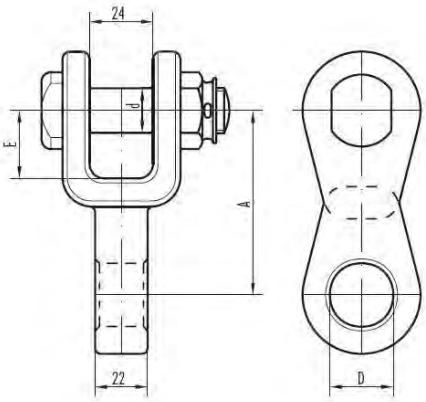
DOUBLE CLEVISES



Code	Dimensions [mm]							Min. breaking strength	Mass
	A	B	B1	d	d1	E	E1	[kN]	[kg]
22.84.10	100	24	24	20	20	40	40	200	1,70
22.84.20	100	24	24	22	20	40	40	200	1,75
22.84.30	100	24	24	16	20	40	40	120	2,03
22.84.40	100	24	24	16	16	40	40	120	1,45
22.92.10	120	24	24	22	22	50	50	320	2,50
22.92.20	120	24	24	22	20	50	50	160	2,40
22.92.30	120	24	24	22	16	50	50	120	2,30
22.92.40	120	24	24	20	20	50	50	160	2,32
22.92.50	120	24	24	20	16	50	50	120	2,20
22.95.10	130	42	24	36	27	56	50	480	5,10
22.95.30	130	42	24	36	22	56	50	320	4,80
22.95.50	130	42	30	36	36	56	56	480	7,10
43.22.28	130	24	27	24	24	50	50	360	4,70
43.22.35	130	32	32	30	30	50	50	400	9,00

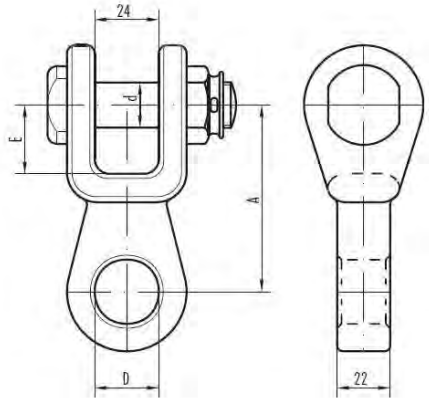
CLEVIS TONGUES

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	D	d	E	kN	kg
22.09.10	65	17.5	16	30	120	0.60
22.09.50	65	21.5	16	30	120	0.57
22.42.10	85	21.5	22	47	120	1.40



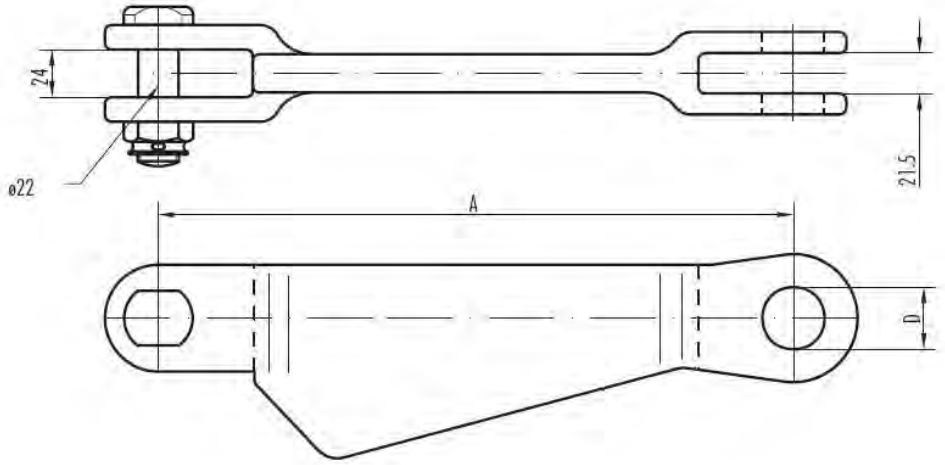
CLEVIS TONGUES 90°

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	D	d	E	kN	kg
22.08.20	65	15.5	16	30	60	0.57
22.45.10	65	17.5	16	30	120	0.60
22.45.20	65	21.5	20	30	120	0.70
22.45.50	65	21.5	16	30	120	0.65
43.22.09	100	21.5	20	40	200	1.40
43.22.09.50	100	17.5	20	40	160	1.40
43.22.09.70	100	21.5	16	40	160	1.30
43.22.51	100	17.5	16	40	120	1.30
43.22.24	120	23.5	22	50	320	1.90
43.22.24.6A	130	28.5	27	50	480	2.80



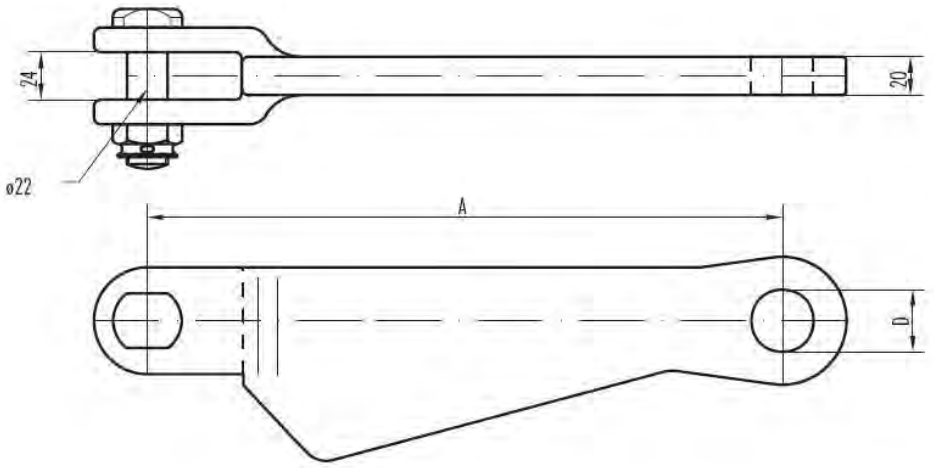
DOUBLE CLEVISES

Code	Dimensions [mm] A	D	Min. breaking strength kN	Mass kg
22.94.10	367	37.5	300	6.60



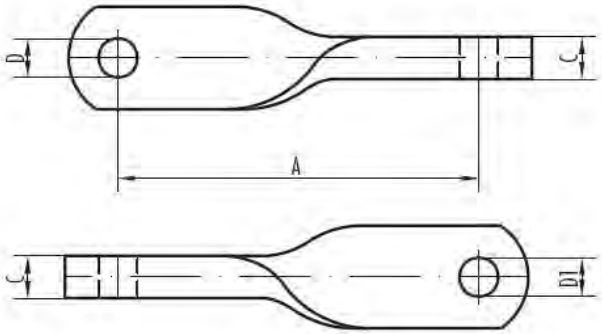
CLEVIS TONGUES

Code	Dimensions [mm] A	D	Min. breaking strength kN	Mass kg
22.94.50	367	37.5	300	6.60



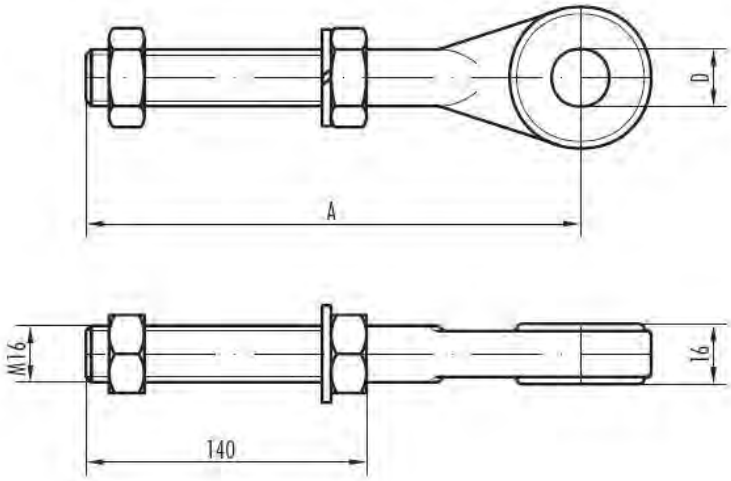
EXTENSION LINKS

Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	C	D	D1	kN	kg
26.71.30	100	12	17.5	15.5	70	0.45
26.71.30.20	100	16	17.5	17.5	120	0.56



BOLT TONGUES

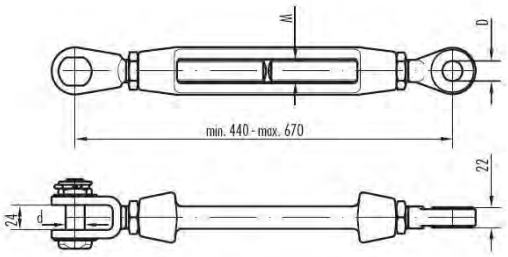
Code	Dimensions [mm]		Mass
	A	D	kg
43.25.09.2	185	17.5	0.50



بخش هفتم

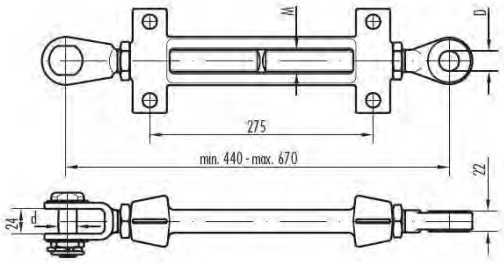
TURNBUCKLES
Clevis - Tongue

Code	Dimensions [mm]			Min. break. strength	Mass
	D	d	M	kN	kg
25.47.055	17.5	16	22	135	3.15
25.47.056	17.5	20	22	135	3.20
25.47.066	21.5	20	22	135	3.68
25.47.067	21.5	22	22	135	4.00
25.77.055	17.5	16	24	160	4.00
25.77.056	17.5	20	24	160	4.10
25.77.065	21.5	16	24	160	3.84
25.77.066	21.5	20	24	160	4.10



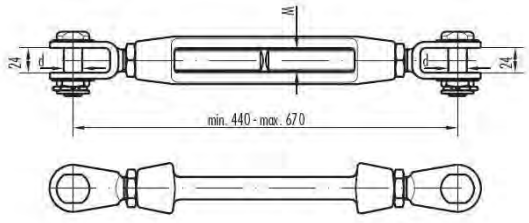
TURNBUCKLES
Clevis - Tongue

Code	Dimensions [mm]			Min. break. strength	
	D	d	M	kN	
25.57.066	21.5	20	24	160	4.30

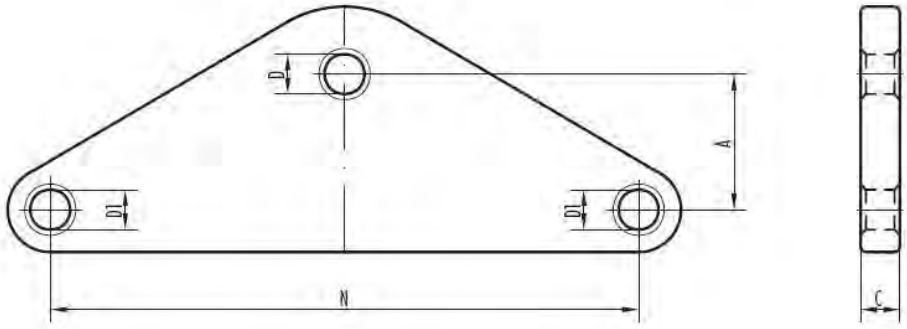


TURNBUCKLES
Clevis - Clevis

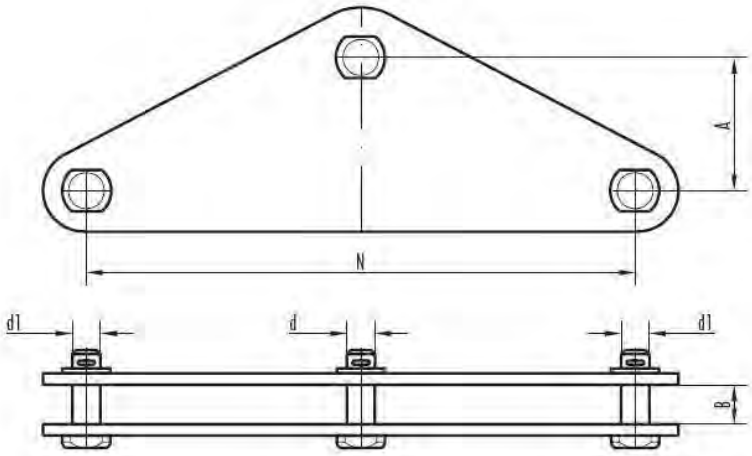
Code	Dimensions [mm]		Min. break. strength	Mass
	d	M	kN	kg
25.45.066	20	22	120	3.75
25.75.066	20	24	160	4.50
25.75.066	22	24	160	4.50



YOKES

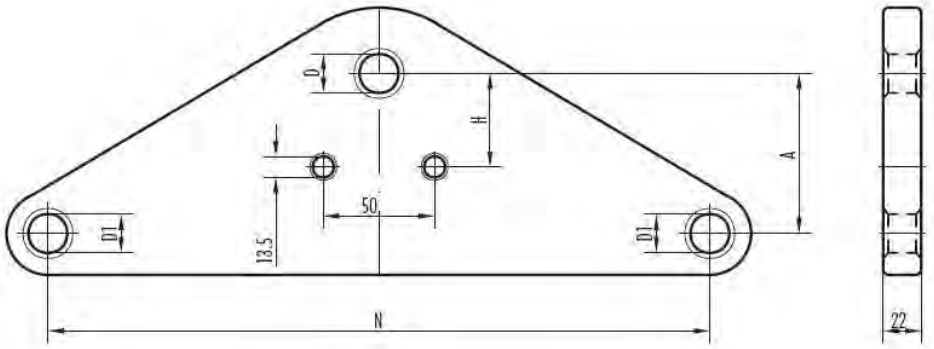


Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	C	D	D1	N	kN	kg
29.54.10A	45	12	13.5	13.5	250	80	1.50
29.13.80	50	22	17.5	17.5	400	120	5.70

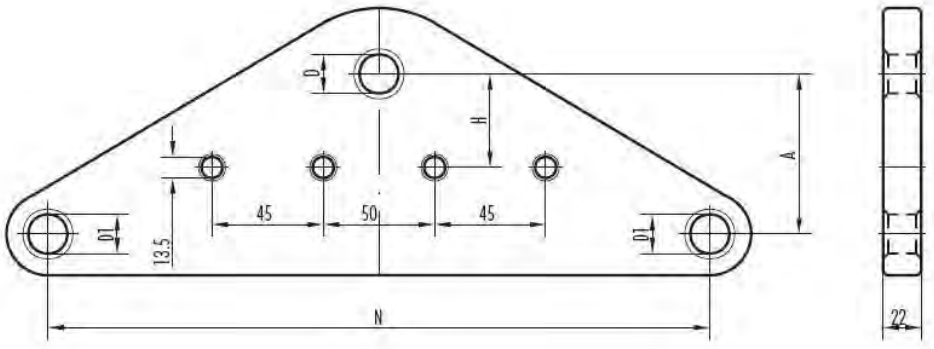


Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	B	d	d1	N	kN	kg
29.52.20	42	18	14	14	250	50	1.85
29.52.30	42	22	16	16	250	120	3.15

YOKES

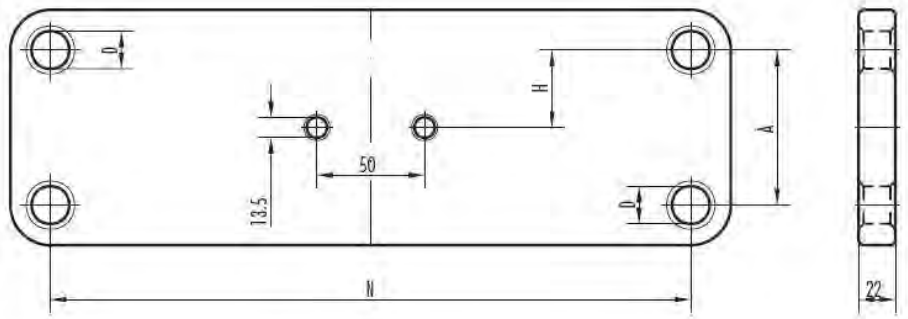


Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	D	D1	H	N	kN	kg
29.53.90	50	17.5	17.5	40	330	120	4.80
29.55.90	60	21.5	17.5	43	330	200	5.10
29.55.90.3	60	21.5	21.5	43	330	210	5.10
43.29.89.60	60	21.5	17.5	50	400	160	5.85
29.81.10A	115	28.5	23.5	98	400	480	9.55
29.81.10B	110	28.5	23.5	93	400	320	9.25
29.13.70	95	21.5	21.5	78	400	240	7.35

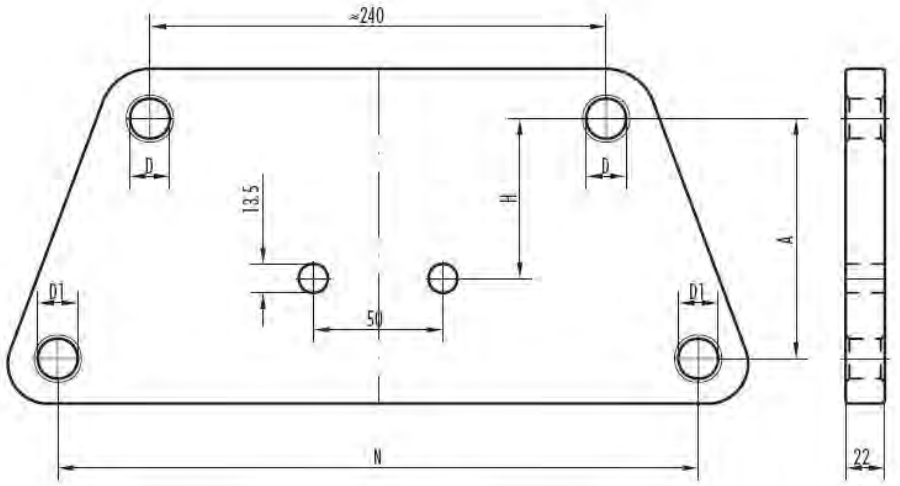


Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	D	D1	H	N	kN	kg
29.55.90.2	60	21.5	17.5	43	330	200	5.10
29.82.10A	95	23.5	21.5	78	400	320	8.40

YOKES

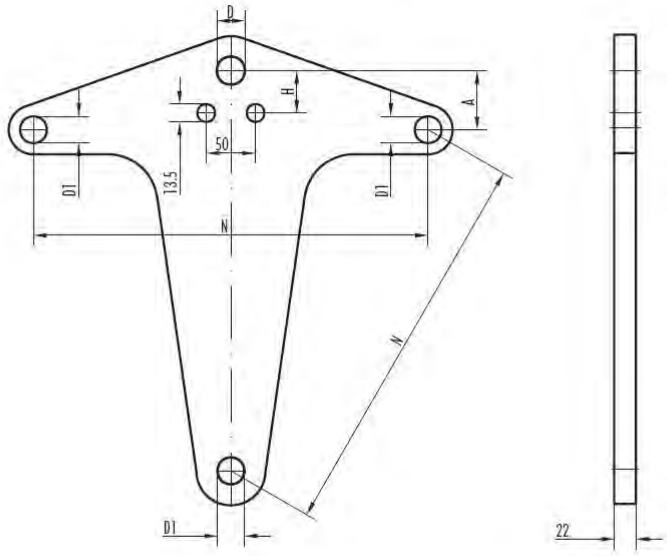


Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	D	H	N	kN	kg
29.96.10A	64	21.5	32	400	320	8.80

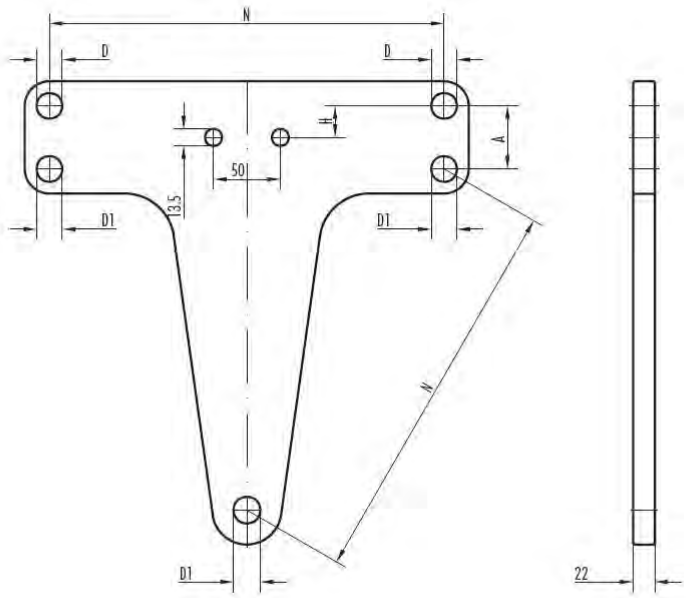


Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	D	D1	H	N	kN	kg
29.10.20L	155	21.5	17.5	105	400	240	13.30

YOKES

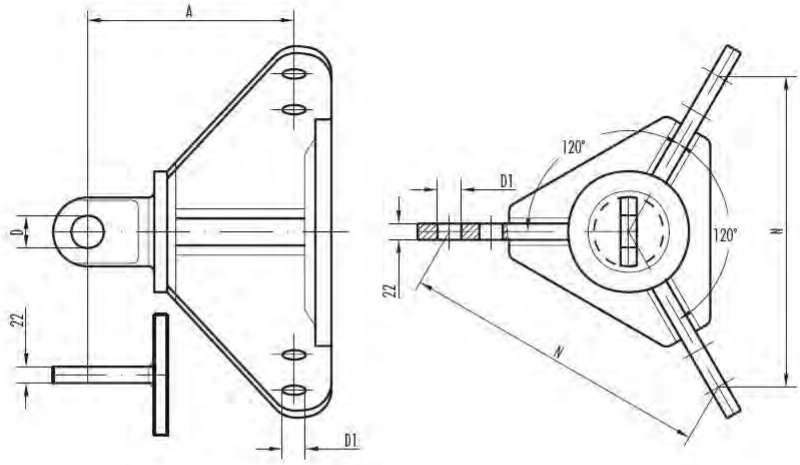


Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	D	D1	H	N	kN	kg
43.29.42A	60	21.5	17.5	43	400	160	10.52

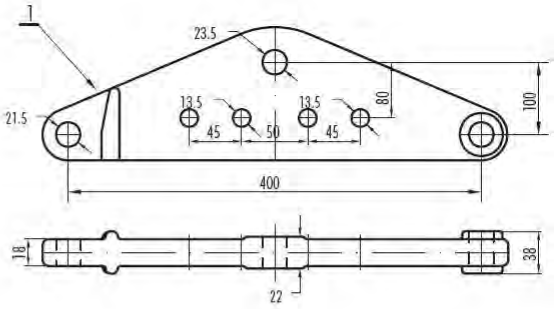


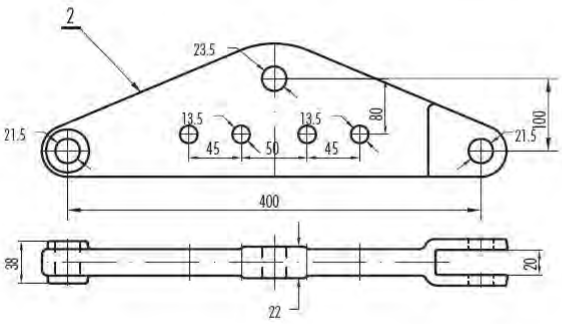
Code	Dimensions [mm]					Min. breaking strength	Mass
	A	D	D1	H	N	kN	kg
43.29.43	64	21.5	21.5	32	400	320	14.90

YOKES



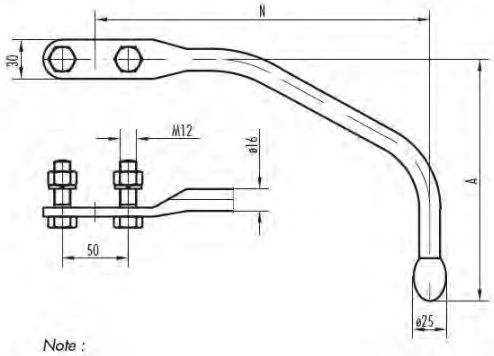
Code	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	A	D	D1	N	kN	kg
43.29.44	190	23.5	21.5	400	320	27.50





Item	Code	Min. breaking strength	Mass
		kN	kg
1.	29.86.50	320	7.20
2.	29.86.10	320	7.20

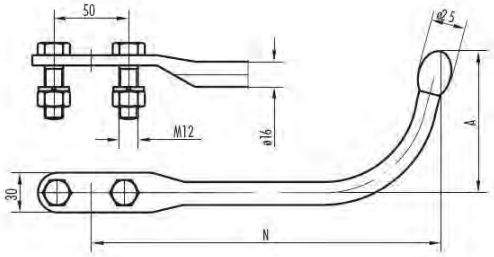
ARCING HORNS



Note :
Arcing horns for single suspension strings, will be delivered with one bolt.

Earth end

Code	Dimensions [mm] A	N	Mass kg
41.16.25	200	260	0.84
41.16.29	200	320	0.99

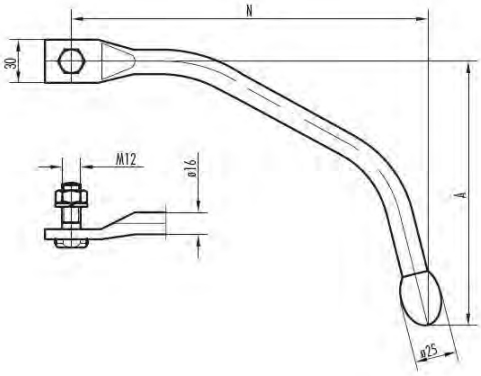


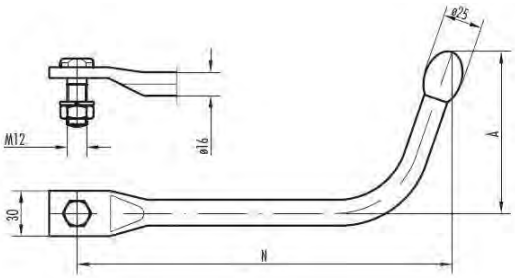
Line end

Code	Dimensions [mm] A	N	Mass kg
41.16.26	105	260	0.72
41.16.36	120	320	0.82

Earth end

Code	Dimensions [mm] A	N	Mass kg
41.13.31	205	270	0.70
41.13.33	290	300	0.80





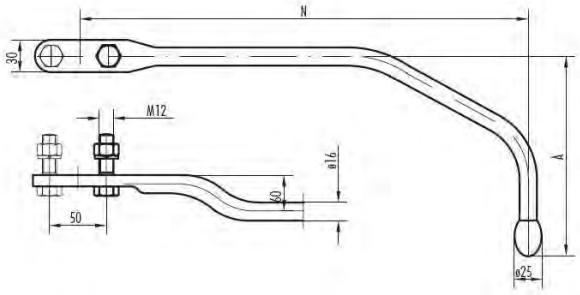
Line end

Code	Dimensions [mm] A	N	Mass kg
41.13.26	120	300	0.70
41.13.32	140	290	0.70

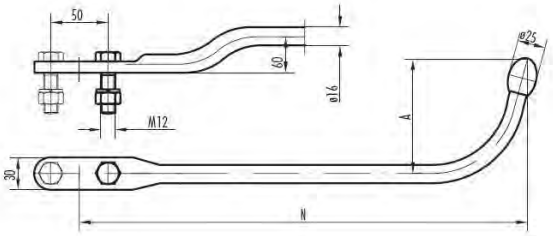
ARCING HORNS

Earth end

Code	Dimensions [mm] A	N	Mass kg
41.17.23	200	500	1.20
41.17.25	225	480	1.10



Note :
Arcing horns for double suspension strings, will be delivered with one bolt.

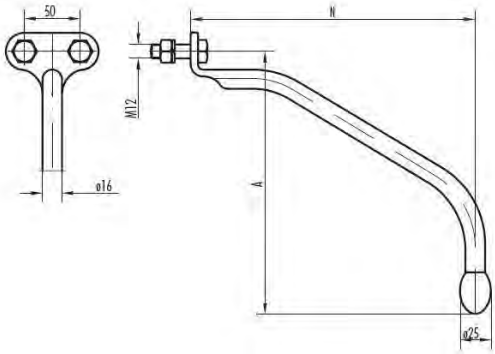


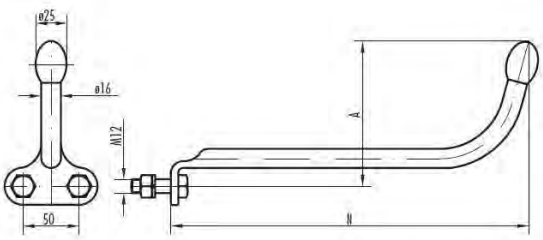
Line end

Code	Dimensions [mm] A	N	Mass kg
41.17.22	140	500	1.12
41.17.26	160	500	1.15

Earth end

Code	Dimensions [mm] A	N	Mass kg
41.18.25	240	255	0.90
41.18.33	260	295	0.95





Line end

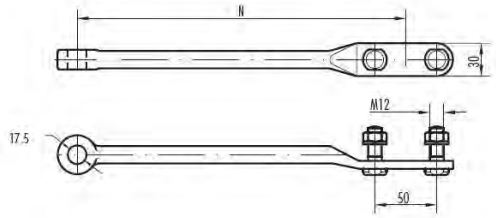
Code	Dimensions [mm] A	N	Mass kg
41.18.26	130	300	0.80
41.18.30	205	309	1.15

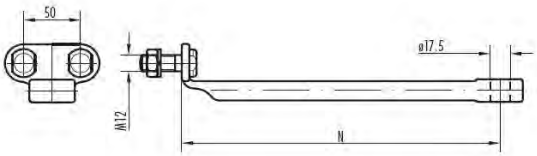
ADJUSTABLE ARCING HORNS

Code	Dimensions N	[mm]	Mass kg
41.16.86	300		0.60
41.16.24	400		0.95

Note :
Arcing horn for single suspension strings will be delivered with one bolt.

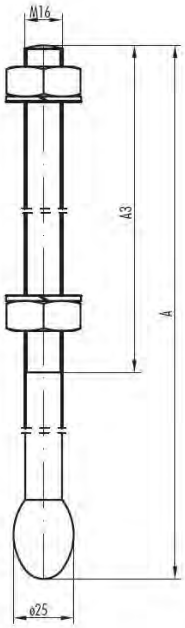
When ordering, please indicate cat. no. and dimension "A" and "A3".





Code	Dimensions N	[mm]	Mass kg
41.18.86.11	295		0.58

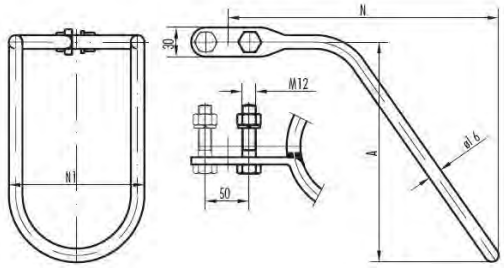
Code	Dimensions A	[mm] A3	Mass [kg]
41.10.15.2	160	110	0,45
41.10.20	200	150	0,42
41.10.22	220	170	0,45
41.10.23	230	180	0,46
41.10.25	250	200	0,48
41.10.30.2	280	230	0,53
41.10.29	290	240	0,60
41.10.30	300	220	0,54
41.10.310	310	260	0,56
41.10.35	350	250	0,60
41.10.35.3	350	310	0,60
41.10.35.4	350	300	0,58
41.10.36	360	310	0,59
41.10.35.2	370	250	0,63
41.10.385	385	335	0,62
41.10.40	400	300	0,66
41.10.40.20	400	350	0,66
41.10.40.3	400	360	0,66
41.10.45	450	350	0,73
41.10.50	500	350	0,82
41.10.55.2	530	400	0,83
41.10.55	550	400	0,86
41.10.60	600	450	0,93
41.10.65	650	500	1,40
41.10.70	700	500	1,10
41.10.75	750	550	1,16
41.10.80	800	600	1,22

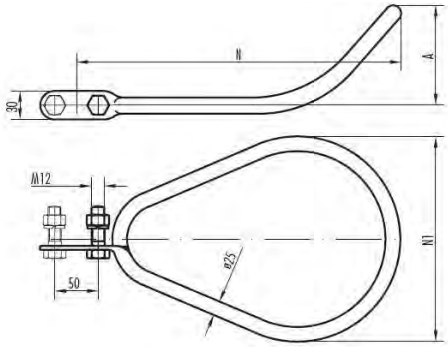


PROTECTION RACKETS

Earth end racket

Code	Dimensions [mm]			Mass
	A	N	N1	kg
41.21.45	265	390	156	1.90



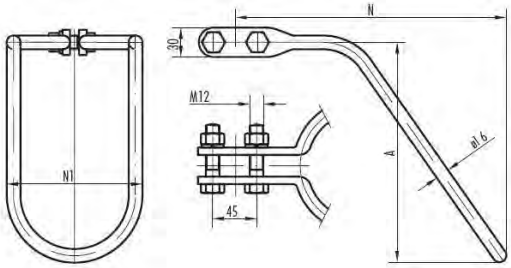


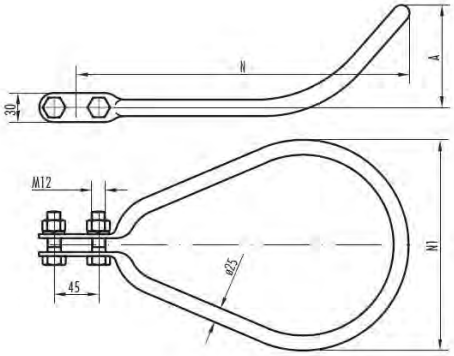
Line end racket

Code	Dimensions [mm]			Mass
	A	N	N1	kg
41.23.45	130	400	300	4.40

Earth end racket

Code	Dimensions [mm]			Mass
	A	N	N1	kg
41.21.47	292	422	156	2.35
41.21.69	250	458	156	2.35





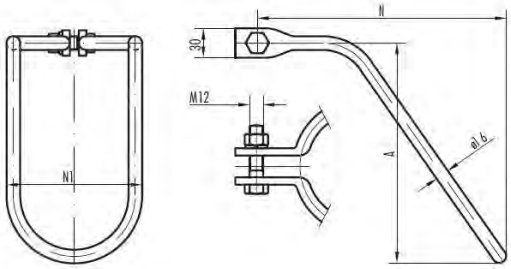
Line end racket

Code	Dimensions [mm]			Mass
	A	N	N1	kg
41.23.47	130	527	300	5.50

PROTECTION RACKETS

Earth end racket

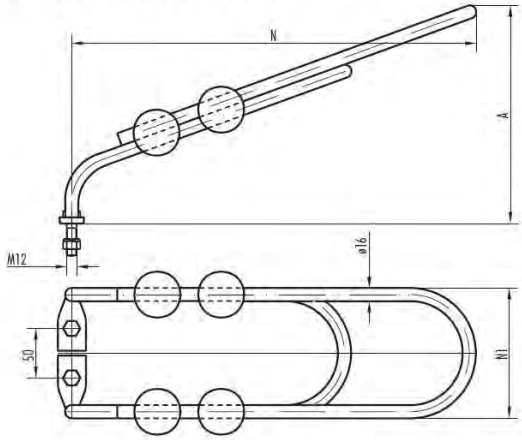
Code	Dimensions [mm]			Mass
	A	N	N1	kg
41.21.63	162	316	156	1.60
41.21.65	330	300	156	2.00

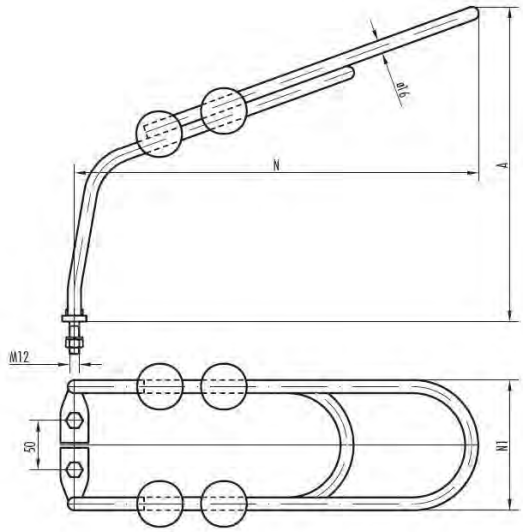


ADJUSTABLE PROTECTION RACKETS

Earth end racket

Code	Dimensions [mm]			Mass
	A	N	N1	kg
41.22.85	507	832	156	7.80
41.22.87	597	1092	156	8.75





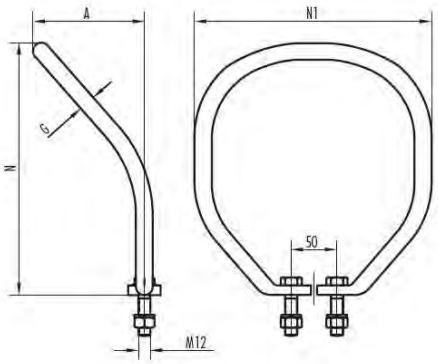
Earth end racket

Code	Dimensions [mm]			Mass
	A	N	N1	kg
41.22.95	747	1167	156	10.00
41.22.96	802	1492	156	11.70

GUARD RACKETS

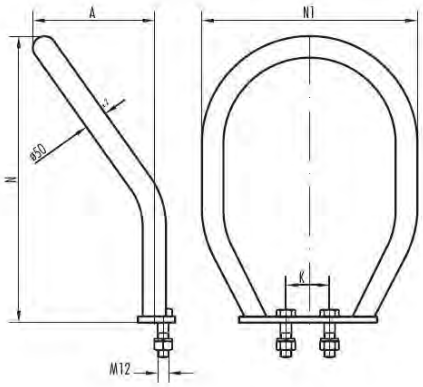
Earth end racket

Code	Dimensions [mm]				Mass
	A	G	N	N1	kg
41.24.47	120	25	450	300	4.65
41.24.63	160	20	280	300	2.40
41.24.49	215	25	420	300	4.90
41.24.65	240	16	300	300	1.90
41.24.45	260	16	300	300	1.95
41.24.54	270	25	450	300	5.45
41.24.59	290	25	500	590	7.15
41.24.67	300	16	370	300	2.20
41.24.70	300	25	450	300	5.55



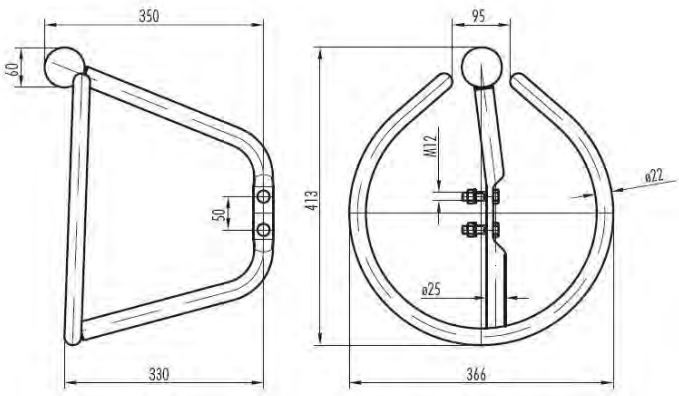
Line end racket

Code	Dimensions [mm]				Mass
	A	K	N	N1	kg
41.32.68	350	50	615	440	6.55
41.32.72	175	50	690	480	6.70
41.32.76	360	50	615	652	7.65
41.32.77	360	140	615	652	7.20
41.32.74	515	50	750	480	8.30

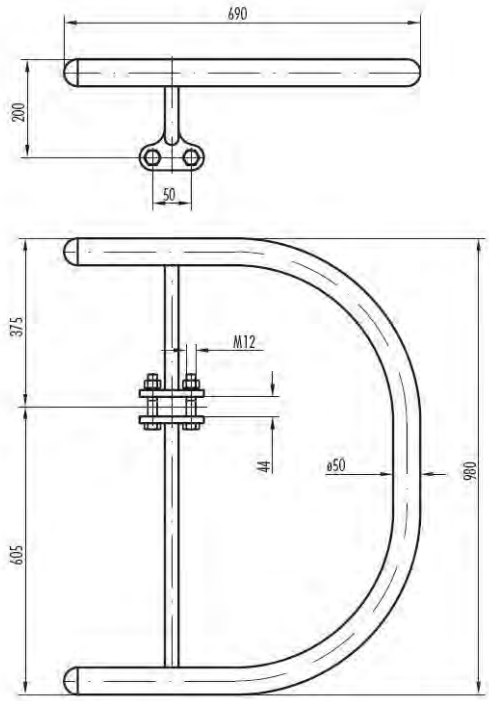


ARCING RINGS

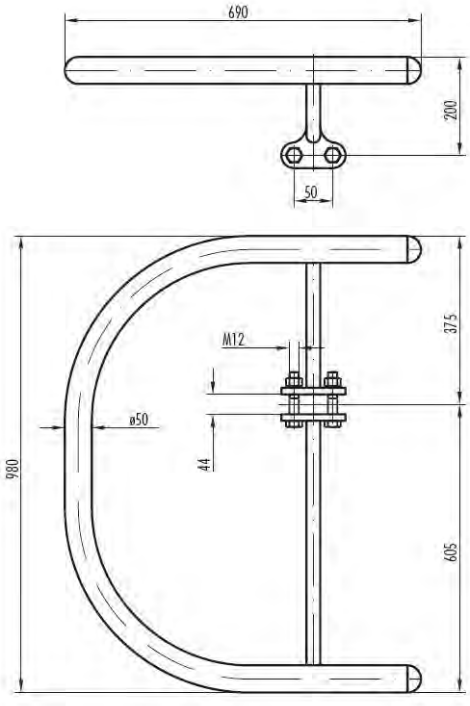
Code	Mass
	kg
41.32.68	6.55



PROTECTION HALF RINGS



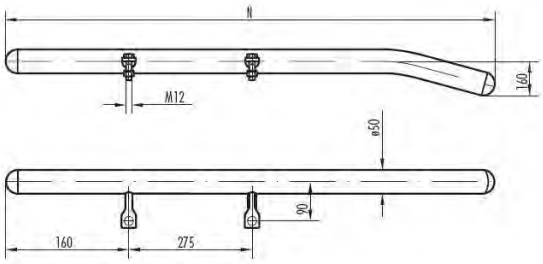
Code	Mass kg
41.51.73A	4.40



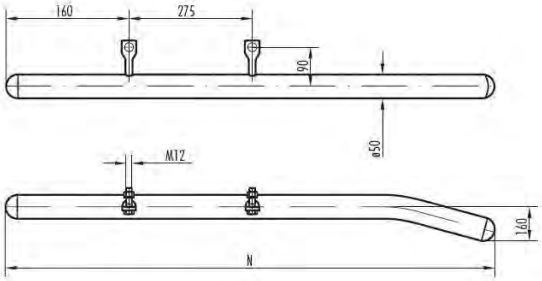
Code	Mass kg
41.51.74A	4.40

CORONA PROTECTION RODS

(For tension sets with bundle conductors)



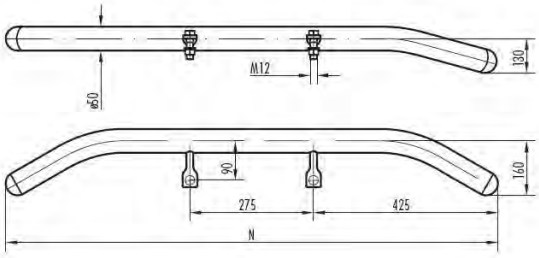
Code	Dimensions N	[mm] kg	Mass
41.52.71	900		2.45



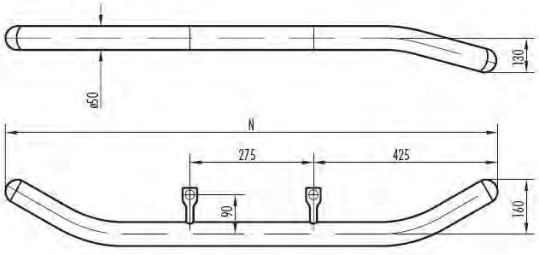
Code	Dimensions N	[mm] kg	Mass
41.52.72	900		2.45

CORONA PROTECTION RODS

(For triple tension sets with bundle conductors)



Code	Dimensions N	[mm] kg	Mass
41.52.73	1270		1.85

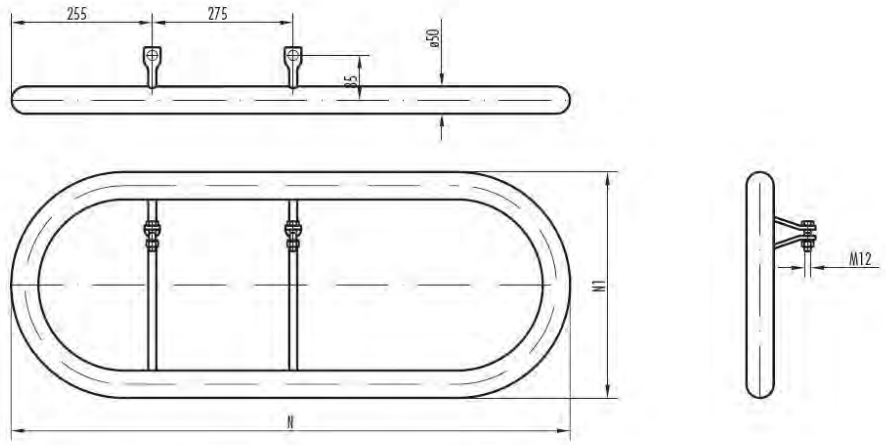


Code	Dimensions N	[mm] kg	Mass
41.52.74	1270		1.85

CORONA PROTECTION RINGS

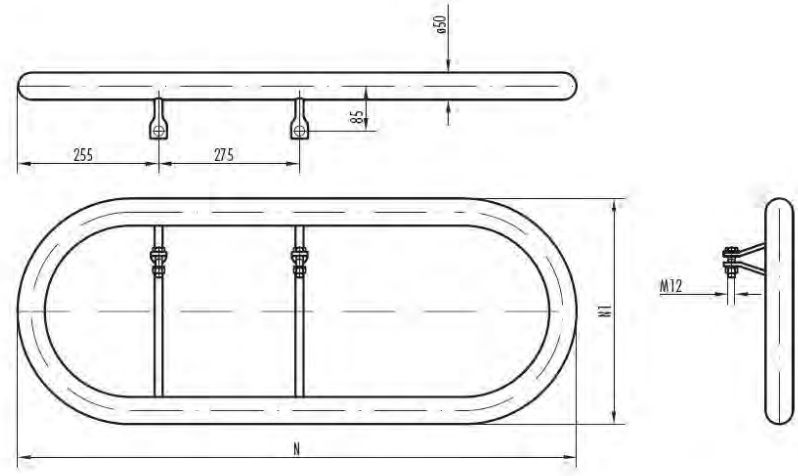
left

Code	Dimensions [mm]		Mass
	N	N1	kg
43.41.37	1200	490	3.40



right

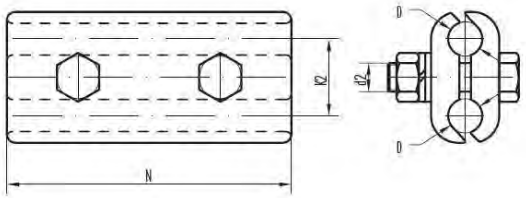
Code	Dimensions [mm]		Mass
	N	N1	kg
43.41.38	1200	490	3.40



PARALLEL GROOVE CLAMPS

For AW, ACSR, Al. alloy and steel earth wire

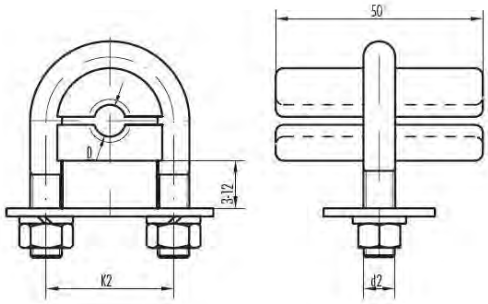
Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]			Mass
	D (mm)	d2	K2	N	kg
77.33.12	7.0-9.0	10	21	70	0.18
77.34.12	9.0-12.0	10	27	80	0.26
77.35.12	12.0-15.0	12	30	80	0.38
77.36.12	15.0-18.0	12	34	80	0.48



GROUND CLAMPS

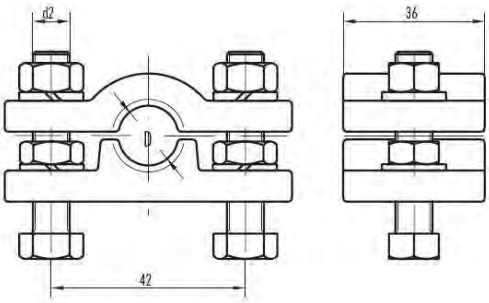
For AW and steel earth wire

Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]		Mass
	D (mm)	d2	K2	kg
73.11.01	7.5	10	35	0.36
73.11.02	9.0	10	35	0.355
73.11.03	10.5	10	35	0.35
73.11.04	12.5	10	35	0.34
73.11.22	14.0	12	40	0.44



For AW, ACSR, Al. alloy and steel earth wire

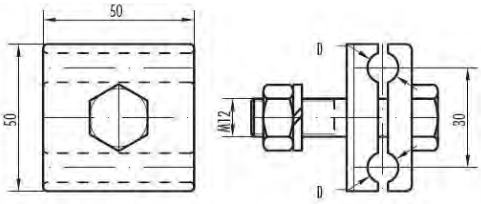
Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]	Mass
	D (mm)	d2	kg
73.13.21.90	11.0-14.0	8	0.27
73.13.21	13.9-15.0	8	0.27
73.13.22	13.9-18.0	12	0.27
73.13.22.80	15.0-19.0	12	0.27



GROUND CLAMPS

For AW and steel earth wire

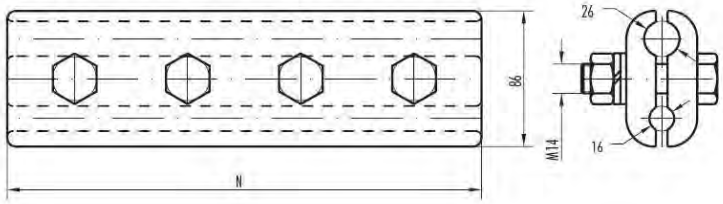
Code	Conductor diameter D (mm)	Mass kg
73.22.45	7.5	0.34
73.22.46	9.0	0.38
73.22.47	10.5	0.36
73.22.48	12.5	0.34
73.22.49	14.0	0.38
73.21.46	9.0	0.36
73.21.47	10.5	0.36
73.21.50	12.5	0.36



PARALLEL GROOVE CLAMPS

For Al, Al - alloy and ACSR conductor

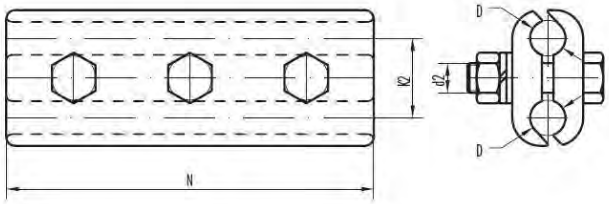
Code	Dimensions [mm] N	Mass kg
43.77.122	175	1.70



PARALLEL GROOVE CLAMPS

For Al, Al - alloy and ACSR conductor

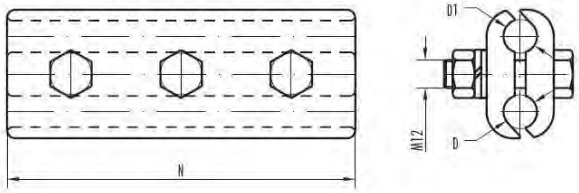
Code	Conductor diameter D (mm)	Dimensions [mm] K2	N	Mass kg
77.36.13	15.0-18.0	34	120	0.72
77.37.13	18.0-21.0	38	120	0.81



PARALLEL GROOVE CLAMPS

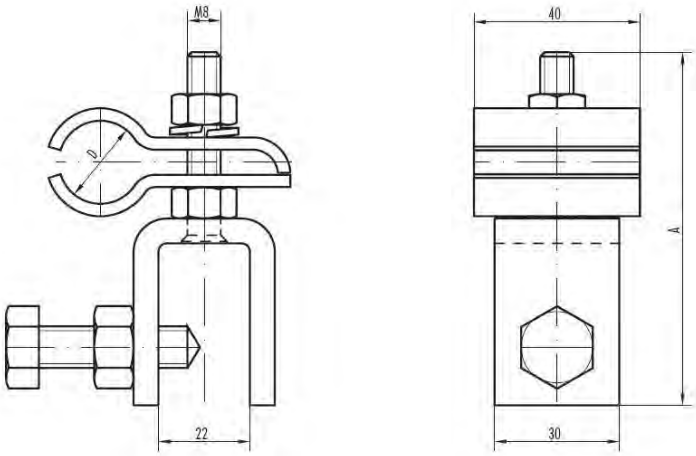
For Al, Al - alloy and ACSR conductor

Code	Conductor diameter (mm)		Dimensions [mm]	Mass
	D -	D1	N	kg
43.77.22A	16	19	120	0.80
43.77.22B	16	25	120	0.78
43.77.22C	18	25	120	0.78
43.77.22	14-17	18-21	120	0.80



SUPPORTS WITH PIPE CLIP

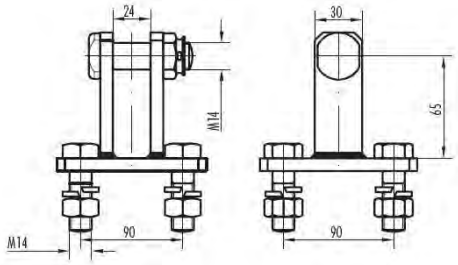
For OPGW



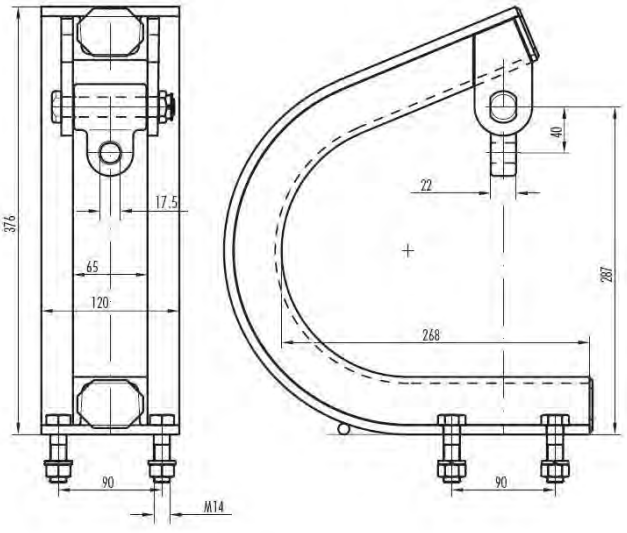
Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]	Mass
	D (mm)	A	kg
44.70.20.40	16	80	0.44
44.70.20.60	18	80	0.44
44.70.20.60A	19	80	0.44

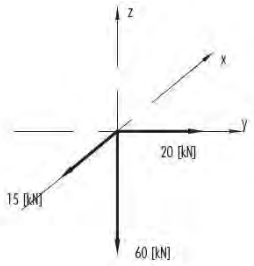
SUPPORTS

Code	Min. breaking strength	Mass
	kN	kg
70.13.10	80	1.70



"G" SUPPORTS

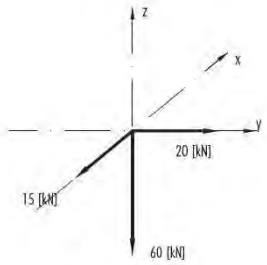




PERMISSIBLE LOAD [kN]

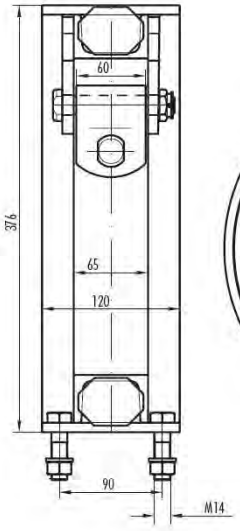
Code	Min. breaking strength	Mass
	kN	kg
70.23.20	60	14.50

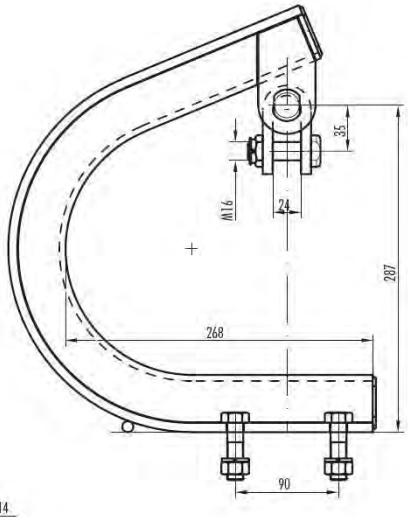
"G" SUPPORTS

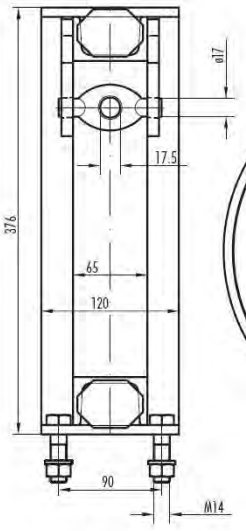


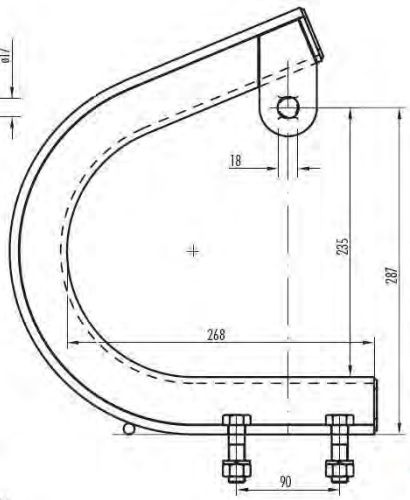
PERMISSIBLE LOAD [kN]

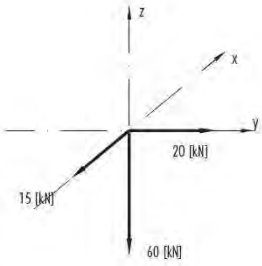
Code	Min. breaking strength	Mass
	kN	kg
70.23.20D	60	15.0









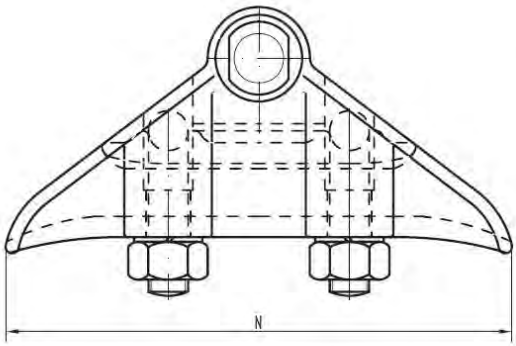


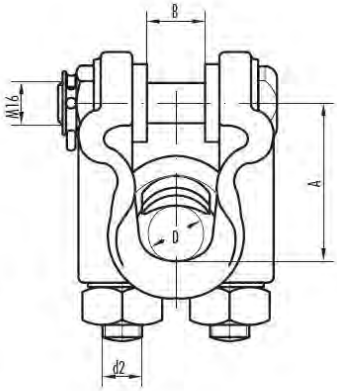
PERMISSIBLE LOAD [kN]

Code	Min. breaking strength	Mass
	kN	kg
70.23.20E	60	14.50

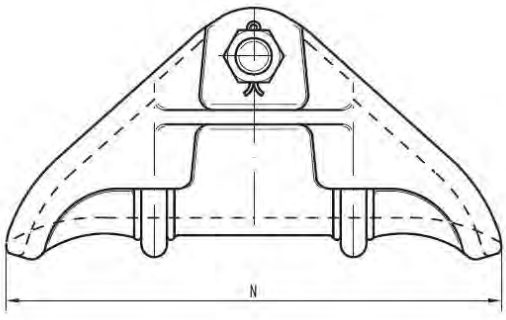
SUSPENSION CLAMPS

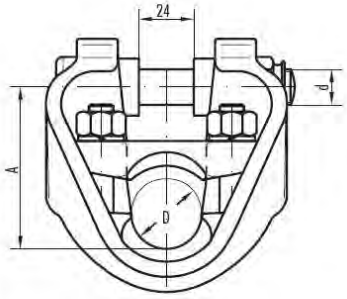
For AAC, AAAC and ACSR





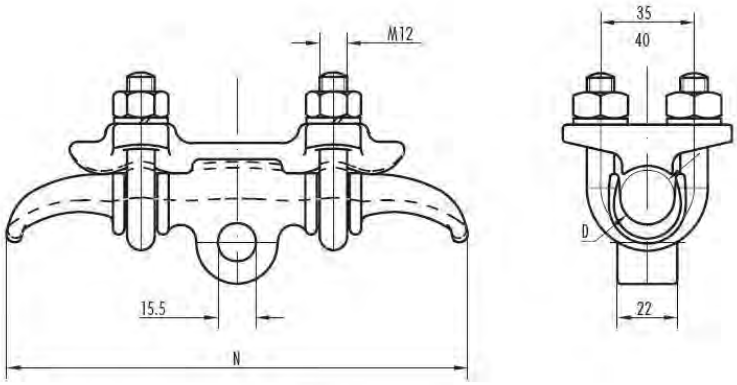
Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]				Min. breaking strength	Mass
	D (mm)	A	B	d2	N	kN	kg
10.15.90	7 - 15	60	24	10	170	60	0.87
10.15.10	9 - 17	60	24	10	170	60	0.95
10.15.10A	9 - 17	60	14	10	170	60	0.95
10.19.10	14 - 20	60	24	12	190	80	1.20
10.25.10.40	19 - 27	65	24	12	205	100	1.50
10.35.10	25 - 37	75	24	16	225	100	2.40
10.45.10	32 - 48	92	24	20	255	120	3.25
10.55.10	43 - 57	110	24	20	280	120	4.20





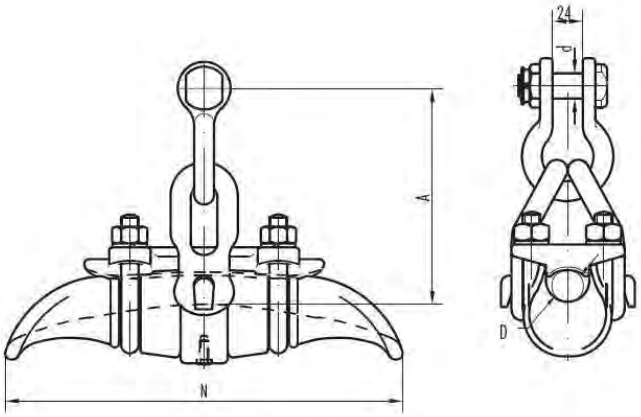
Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]			Min. breaking strength	Mass
	D (mm)	A	d	N	kN	kg
10.31.10	23 - 31	80	16	220	120	1.85
10.31.20	23 - 31	80	20	220	120	2.10
10.36.10	30 - 38	90	20	243	120	2.65
10.47.10	37 - 47	100	20	250	120	3.45
10.53.10	46 - 55	110	20	290	160	4.45

SUSPENSION CLAMPS



For steel earth wire

Code	Conductor diameter	Dimensions (mm)	Min. breaking strength	Mass
	D (mm)	N	kN	kg
11.12.10	7.5 - 12	170	80	1.05
11.14.10B	9.0 - 15	225	80	1.53

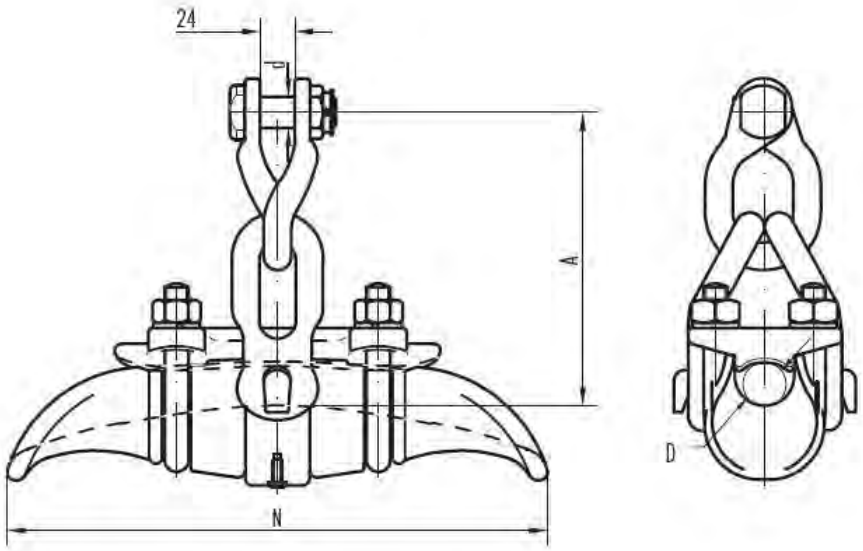


For AW, Al, AAC, AAAC and ACSR

Cat. No.	Conductor diameter	Dimensions [mm]			Min. breaking strength	Mass
	D (mm)	A	d	N	kN	kg
12.15.10	11 - 17	110	16	210	80	1.60
12.19.10	14 - 20	110	16	240	80	2.00
12.23.10	18 - 24	110	16	290	90	2.35
12.30.10	23 - 32	160	20	320	160	4.65
12.30.10.1	23 - 32	150	16	320	120	4.40
12.40.10	36 - 42	185	20	360	160	8.85
12.45.10	41 - 47	185	20	360	160	8.75
12.53.10	47 - 54	185	20	360	160	8.65

SUSPENSION CLAMPS

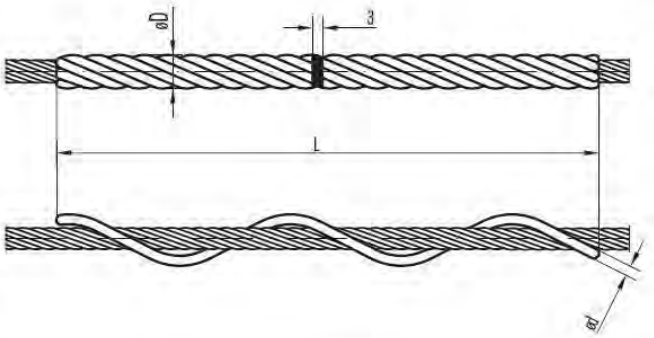
For AW, AAC, AAAC and ACSR



Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]			Min. breaking strength	Mass
	D (mm)	A	d	N	kN	kg
12.19.20	14 - 20	150	16	240	80	2.35
12.23.20	18 - 24	150	16	290	90	2.65
12.30.20	23 - 32	175	20	320	160	4.90
12.30.20.1	23 - 32	175	16	320	160	4.75
12.40.20	36 - 42	200	20	360	160	8.95
12.45.20	41 - 47	200	20	360	160	8.75
12.53.20	47 - 54	200	20	360	160	8.75

PREFORMED RODS

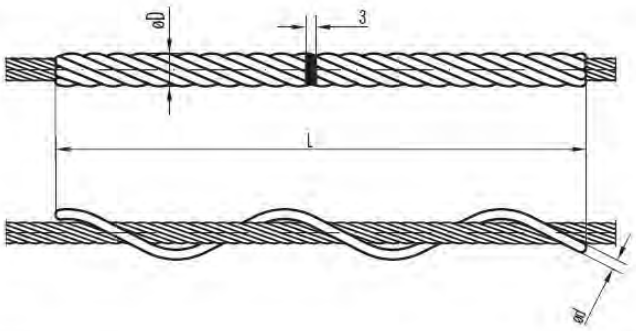
For AAC, AAAC and ACSR



Code	Conductor diameter	Dimensions [mm] øD	L	rod diameter ød	Rods number per set	Mass per set [kg]
62.09.87	9,87 -10,54	18,94	1320	4,20	9	0,42
62.10.55	10,55 -11,18	19,58	1370	4,20	10	0,53
62.11.19	11,19 -11,94	20,34	1370	4,20	10	0,53
62.11.95	11,95 -12,65	21,05	1420	4,20	10	0,57
62.12.66	12,66 -13,16	21,56	1420	4,20	11	0,62
62.13.17	13,17 -13,64	22,04	1470	4,20	11	0,62
62.13.65	13,65 -14,35	23,55	1520	4,60	11	0,80
62.14.36	14,36 -14,91	24,11	1620	4,60	11	0,85
62.14.92	14,92 -15,88	25,08	1620	4,60	12	0,93
62.15.89	15,89 -16,66	25,90	1620	4,60	12	0,93
62.16.67	16,67 -17,50	26,70	1730	4,60	13	1,06
62.17.51	17,51 -17,89	28,29	1730	5,20	12	1,20
62.17.90	17,90 -18,80	29,20	1830	5,20	12	1,30
62.18.81	18,81 -19,53	29,93	1830	5,20	13	1,40
62.19.54	19,54 -20,32	33,12	1930	6,40	11	2,00
62.20.33	20,33 -21,49	34,29	1930	6,40	11	2,00
62.21.50	21,50 -23,04	35,84	1980	6,40	12	2,10
62.23.05	23,05 -23,59	36,39	2030	6,40	12	2,30
62.23.60	23,60 -24,97	37,77	2130	6,40	13	2,50
62.24.98	24,98 -26,26	42,06	2340	7,90	11	3,60
62.26.27	26,27 -27,69	43,49	2440	7,90	12	4,00
62.27.70	27,70 -28,96	44,76	2540	7,90	12	4,30
62.28.97	28,97 -30,43	46,23	2540	7,90	13	4,70
62.30.44	30,44 -32,13	50,73	2540	9,30	12	6,00
62.32.14	32,14 -33,78	52,38	2540	9,30	12	6,00
62.33.79	33,79 - 35,46	54,06	2540	9,30	13	6,50
62.35.47	35,47 - 37,21	59,21	2540	11,00	11	7,70
62.37.22	37,22 - 38,86	60,86	2540	11,00	12	8,40
62.38.87	38,87 - 40,13	62,13	2540	11,00	12	8,40
62.40.14	40,14 - 42,04	64,04	2540	11,00	13	9,10
62.42.05	42,05 - 43,95	65,95	2540	11,00	13	9,10
62.43.96	43,96 - 45,94	67,94	2540	11,00	14	9,80
62.45.95	45,95 - 48,24	70,24	2540	11,00	14	9,80
62.48.25	48,25 - 50,59	72,59	2540	11,00	15	10,50
62.50.60	50,60 - 53,09	75,09	2540	11,00	15	10,50
62.53.10	53,10 - 55,69	79,69	2540	12,00	15	12,00

REPAIR PREFORMED RODS

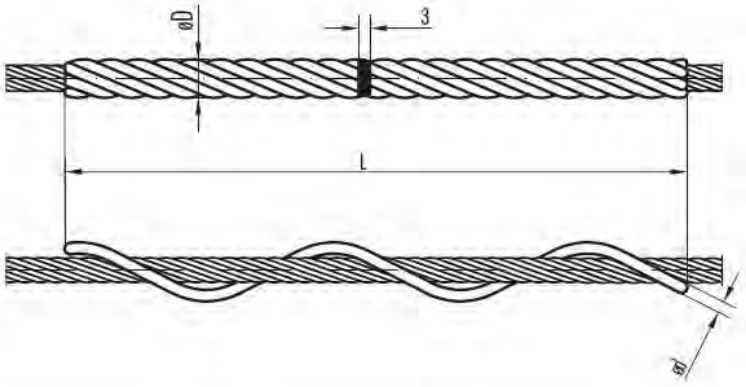
For AAC, AAAC and ACSR



Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]		rod diameter	Rods number	Mass per set
		øD	L	ød	per set	[kg]
62.09.87.01	9,87 -10,54	18,94	660	4,20	9	0,21
62.10.55.01	10,55 -11,18	19,58	680	4,20	10	0,26
62.11.19.01	11,19 -11,94	20,34	680	4,20	10	0,26
62.11.95.01	11,95 -12,65	21,05	710	4,20	10	0,28
62.12.66.01	12,66 -13,16	21,56	710	4,20	11	0,31
62.13.17.01	13,17 -13,64	22,04	730	4,20	11	0,31
62.13.65.01	13,65 -14,35	23,55	760	4,60	11	0,40
62.14.36.01	14,36 -14,91	24,11	810	4,60	11	0,42
62.14.92.01	14,92 -15,88	25,08	810	4,60	12	0,46
62.15.89.01	15,89 -16,66	25,90	810	4,60	12	0,46
62.16.67.01	16,67 -17,50	26,70	880	4,60	13	0,53
62.17.51.01	17,51 -17,89	28,29	880	5,20	12	0,60
62.17.90.01	17,90 -18,80	29,20	910	5,20	12	0,65
62.18.81.01	18,81 -19,53	29,93	910	5,20	13	0,70
62.19.54.01	19,54 -20,32	33,12	960	6,40	11	1,00
62.20.33.01	20,33 -21,49	34,29	960	6,40	11	1,00
62.21.50.01	21,50 -23,04	35,84	1000	6,40	12	1,05
62.23.05.01	23,05 -23,59	36,39	1000	6,40	12	1,15
62.23.60.01	23,60 -24,97	37,77	1060	6,40	13	1,25
62.24.98.01	24,98 -26,26	42,06	1150	7,90	11	1,80
62.26.27.01	26,27 -27,69	43,49	1210	7,90	12	2,00
62.27.70.01	27,70 -28,96	44,76	1250	7,90	12	2,15
62.28.97.01	28,97 -30,43	46,23	1250	7,90	13	2,30
62.30.44.01	30,44 -32,13	50,73	1250	9,30	12	3,00
62.32.14.01	32,14 -33,78	52,38	1250	9,30	12	3,00
62.33.79.01	33,79 - 35,46	54,06	1250	9,30	13	3,20
62.35.47.01	35,47 - 37,21	59,21	1250	11,00	11	3,80
62.37.22.01	37,22 - 38,86	60,86	1250	11,00	12	4,20
62.38.87.01	38,87 - 40,13	62,13	1250	11,00	12	4,20
62.40.14.01	40,14 - 42,04	64,04	1250	11,00	13	4,50
62.42.05.01	42,05 - 43,95	65,95	1250	11,00	13	4,50
62.43.96.01	43,96 - 45,94	67,94	1250	11,00	14	4,70
62.45.95.01	45,95 - 48,24	70,24	1250	11,00	14	4,70
62.48.25.01	48,25 - 50,59	72,59	1250	11,00	15	5,20
62.50.60.01	50,60 - 53,09	75,09	1250	11,00	15	5,20
62.53.10.01	53,10 - 55,69	79,69	1250	12,00	15	6,00
43.62.22A	ø18	24,50	910	3,25	18	0,50
43.62.28A	17,30 - 19,30	18,75	810	3,10	18	0,32

PREFORMED RODS

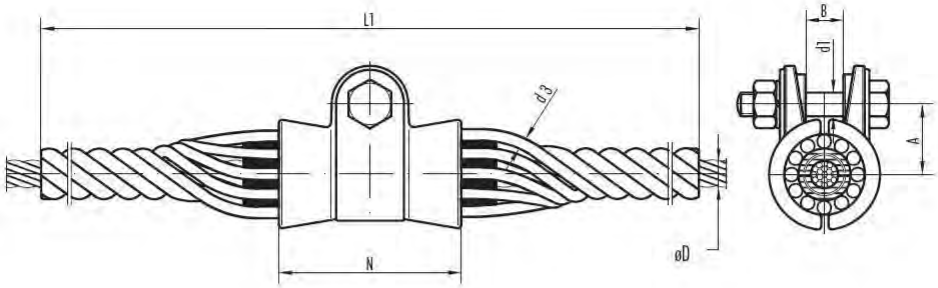
for steel conductors



Code	Conductor diameter	Dimensions [mm]		rod diameter	Rods number	Mass per set
		øD	L	ød	per set	[kg]
62.04.85.20	3,85 - 4,09	7,69	560	1,80	8	0,10
62.04.10.20	4,10 - 4,40	8,00	580	1,80	9	0,12
62.04.41.20	4,41 - 4,59	8,99	610	2,20	8	0,16
62.04.60.20	4,60 - 4,98	9,38	640	2,20	8	0,19
62.04.99.20	4,99 - 5,29	9,69	660	2,20	8	0,21
62.05.30.20	5,30 - 5,59	9,99	680	2,20	9	0,22
62.05.60.20	5,60 - 5,76	10,16	740	2,20	9	0,25
62.05.77.20	5,77 - 5,82	10,22	740	2,20	10	0,25
62.05.83.20	5,83 - 6,19	10,59	740	2,20	10	0,26
62.06.20.20	6,20 - 6,59	10,99	760	2,20	10	0,27
62.06.60.20	6,60 - 6,94	11,94	800	2,50	9	0,36
62.06.95.20	6,95 - 7,38	12,36	820	2,50	10	0,39
62.07.39.20	7,39 - 7,84	12,84	850	2,50	10	0,42
62.07.85.20	7,85 - 8,29	13,29	850	2,50	11	0,44
62.08.30.20	8,30 - 8,79	13,79	890	2,50	11	0,48
62.08.80.20	8,80 - 9,35	14,35	920	2,50	11	0,52
62.09.36.20	9,36 - 9,86	15,86	940	3,00	11	0,70
62.09.87.20	9,87 -10,54	16,54	960	3,00	11	0,75
62.10.55.20	10,55 -11,18	17,18	1000	3,00	12	0,82
62.11.19.20	11,19 -11,94	18,94	1020	3,50	11	1,06
62.11.95.20	11,95 -12,65	19,65	1040	3,50	12	1,13
62.12.66.20	12,66 -13,16	20,16	1070	3,50	12	1,21
62.13.17.20	13,17 -13,64	21,64	1100	4,00	11	1,50
62.13.65.20	13,65 -14,35	22,35	1100	4,00	11	1,50
62.14.36.20	14,36 -14,91	22,91	1120	4,00	12	1,64
62.14.92.20	14,92 -15,88	23,88	1200	4,00	12	1,84

SUSPENSION GRIP CLAMPS (SGC)

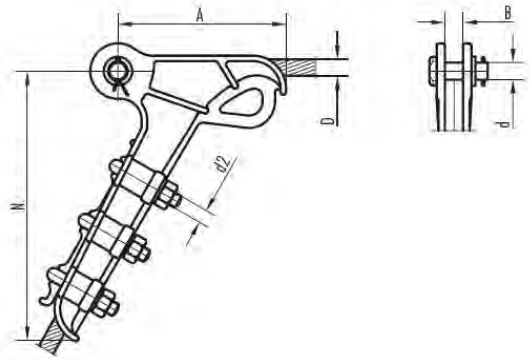
For AAC, AAAC and ACSR



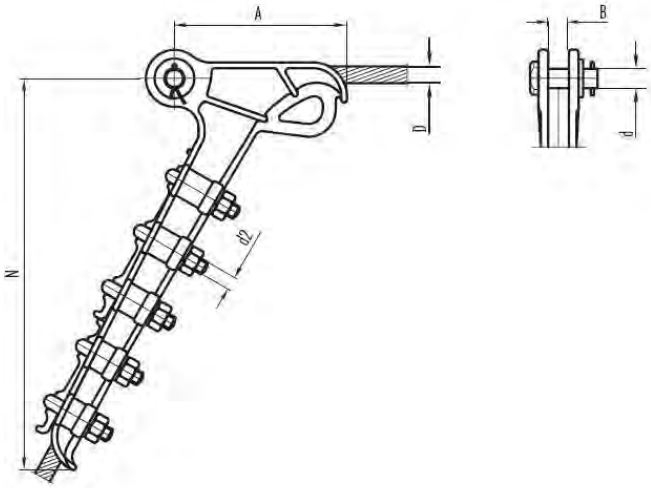
Code	Conductor diameter	Dimensions mm Rod		Clamp		Bolt diameter mm		Mass
		d3	L1	No.	A	B	d1	N	[kg]
13.09.36.40	9,78	3,70	1070	9	50	24	16	90	1,30
13.09.87	9,87-10,54	4,20	1250	9	50	24	16	76	1,50
13.09.87.20	1011"RAVEN"	4,20	1250	9	50	24	20	89	1,80
13.12.66	12,66-13,16	4,20	1300	11	50	24	16	76	1,60
13.12.66.20	12,66-13,16	4,20	1800	11	50	24	16	76	2,10
13.12.66.90	12,66-13,16	4,20	1300	11	50	20	20	76	1,70
13.13.65	13,65-14,35	4,60	1350	11	50	24	20	90	1,90
13.13.65.50	13,65-14,35	4,60	1350	11	50	24	20	90	1,90
13.14.36.20	14,36-14,91	4,60	1800	11	50	24	20	90	2,05
13.14.92	14,92-15,88	4,60	1420	12	50	24	20	90	1,95
13.14.92.20	14,92-15,88	4,60	1420	12	50	20	19	90	1,95
13.15.89	15,89-16,66	4,60	1420	12	50	24	20	90	3,85
13.15.89.20	15,89-16,66	4,60	2000	12	50	24	20	90	1,95
13.15.89.30	15,89-16,66	4,60	850	12	50	24	20	90	3,85
13.16.67	16,67-17,50	5,20	1520	12	55	24	20	95	2,70
13.17.51	17,51-17,89	5,20	1520	12	55	24	20	95	2,70
13.17.90	17,90-18,80	5,20	1520	12	55	24	20	95	2,70
13.17.90.30	17,90-18,80	5,20	2000	12	55	24	20	95	3,10
13.18.81	18,81-19,53	5,20	1520	13	55	24	20	95	2,80
13.19.54A	19,54-20,32	6,40	1620	12	60	20	19	115	3,10
13.20.33	20,33-21,49	6,40	1620	11	60	24	20	115	4,10
13.20.33.30	20,33-21,49	6,40	950	11	60	24	20	115	3,90
13.21.50	21,50-23,04	6,40	1680	12	60	24	20	115	4,10
13.23.05	23,05-23,59	6,40	1930	12	65	24	20	127	5,10
13.23.60	23,60-24,97	6,40	1930	13	65	24	20	127	5,20
13.23.60.20	23,60-24,97	6,40	1930	13	65	20	19/18	127	5,20
43.13.10	26,27-27,69	7,90	2130	12	70	24	20	140	7,80
13.27.70	27,70-28,96	7,90	2130	12	70	24	20	140	7,80
13.27.70A	27,70-28,96	7,90	2130	12	70	20	19	140	7,80
13.27.70.20	27,70-28,96	7,90	2130	12	70	24	16	140	7,80
13.27.70.30	27,70-28,96	7,90	2130	12	70	24	20	140	7,85
13.27.70.50	27,70-28,96	7,90	2130	12	70	24	20	140	7,80
13.28.97	28,97-30,43	7,90	2130	13	70	24	20	140	8,20
13.30.44	30,44-32,13	9,30	2240	12	80	24	20	150	9,80
13.30.44.20	30,44-32,13	9,30	2240	12	80	20	19	150	9,80
13.32.14	32,14-33,78	9,30	2240	12	80	24	20	150	9,80
13.32.14.50	32,14-33,78	9,30	2240	12	80	24	20	150	9,80

TENSION CLAMPS

For AAC, AAAC and ACSR



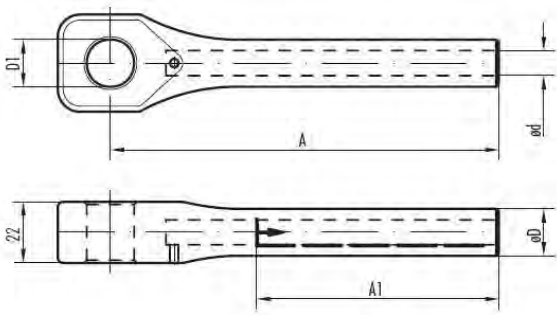
Code	Conductor øD (mm)	Bolt No.	Dimensions [mm] A	B	d	d2	N	Min. breaking strength [kN]	Mass [kg]
16.12.10	6 - 12	2	105	24	16	M10	142	35	0.75
16.12.10A	6 - 12	2	105	16	16	M10	142	35	0.75
16.15.10	9 - 15	3	145	24	16	M12	206	60	1,60
16.15.10A	9 - 15	3	145	16	16	M12	206	60	1,60



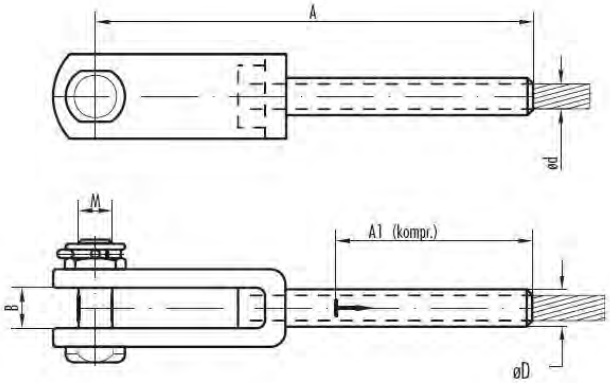
Code	Conductor øD (mm)	Bolt No.	Dimensions [mm] A	B	d	d2	N	Min. breaking strength [kN]	Mass [kg]
16.19.10	13 - 19	4	180	24	16	M12	290	80	3.30
16.19.10.50	13 - 19	4	180	24	20	M12	290	80	3.40
16.23.10	18 - 25	5	210	26	16	M14	365	100	3.90
16.23.10.40	18 - 25	5	210	26	20	M14	365	100	4.10
16.30.10.50	23 - 32	5	230	24	16	M16	405	120	6.20
16.30.10.40	23 - 32	5	230	24	20	M16	405	120	6.30

COMPRESSION DEAD END CLAMPS

For steel and AW earth wire



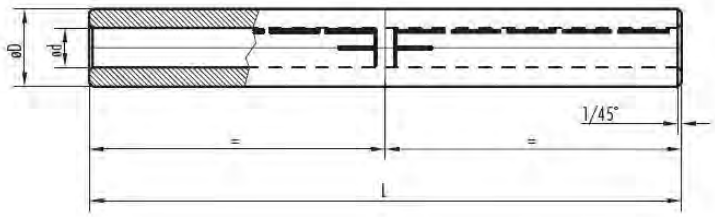
Code	Rope cross sect. [mm] 2	Dimensions [mm] A	A1	øD	ød	D1	Mass [kg]
72.615.80	35	145	80	15	8,0	17	0,39
72.619.95	50	150	90	19	9,5	17	0,50
72.621.110	70	160	100	21	11,0	21	0,65
72.625.130	95	165	100	25	13,0	21	0,75
72.625.137	104	165	100	25	13,7	21	0,78
72.625.150	126.1	165	100	25	15,0	21	0,84



Code	Rope cross sect. [mm] 2	Dimensions [mm] A	A1	B	øD	ød	M	Mass [kg]
72.115.80	35	190	80	20	15	8,0	16	0,670
72.119.95	50	200	90	24	19	9,5	16	0,840
72.121.110	70	210	100	24	21	11,0	20	0,906
72.125.130	95	220	100	28	25	13,0	20	1,186
72.125.137	104	220	100	28	25	13,7	20	1,170
72.125.150	126.1	220	100	28	25	15,0	20	1,138

COMPRESSION MIDSPAN JOINTS

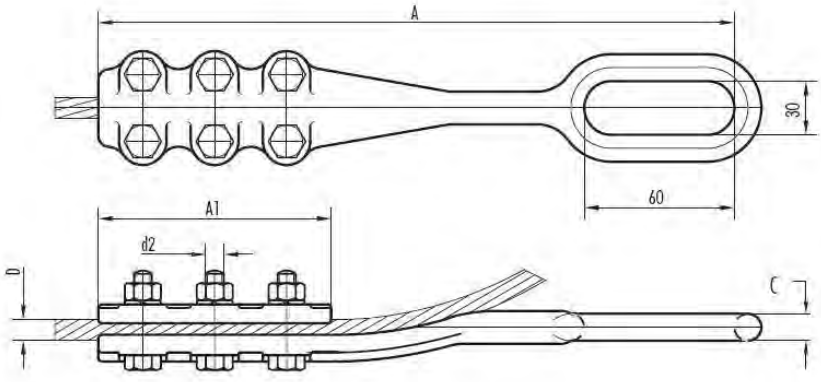
For steel and AW earth wire



Code	Rope cross sect. [mm] 2	Dimensions [mm] øD	ød	L	Mass [kg]
56.015.80	35	15	8.0	160	0.16
56.019.95	50	19	9.5	180	0.30
56.021.110	70	21	11.0	200	0.39
56.025.130	95	25	13.0	200	0.56
56.025.137	104	25	13.7	200	0.54
56.025.150	126.1	25	15.0	200	0.49

TENSION CLAMPS

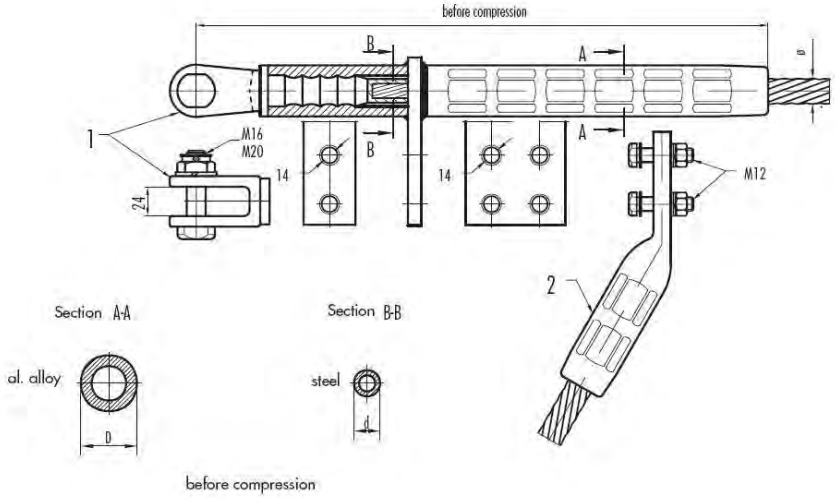
For steel and AW earth wire



Code	Conductor øD (mm)	Dimensions [mm] A	A1	C	d2	Min. breaking strength [kN]	Mass [kg]
71.20.50	6,0 - 8,0	275	105	12	12	40	1,53
71.30.50	8,0 - 9,5	314	135	14	14	60	2,38
71.80.50	11,5 - 13,5	450	200	16	16	120	6,00

COMPRESSION DEAD END CLAMPS

For ACSR conductors

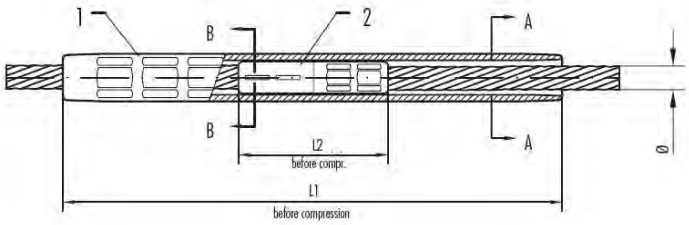


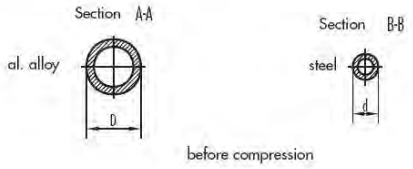
Minimum breaking strength is 95% of U.T.S. of conductor

Item	Code	Code name	Overall diameter ø [mm]	Stranding Aluminium	Stranding Steel	Dimensions A [mm]	Dimensions D/d [mm]	Code	Mass [kg]
1	50.50.05.01	35/6	8,10	6x2,70	2,70 /1x2,70	260	20/9	51.50.90	0.73
2	50.50.10.01	50/8	9,60	6x3,20	3,20 /1x3,20	260	20/9	51.50.105	0.95
3	50.53.53.01	52/30	11,70	12x2,34	7,02 /7x2,34	400	30/15	51.53.130	1.90
4	50.52.08.01	70/12	11,55	26x1,80	4,35 /7x1,45	365	26/11	51.52.130	1.60
5	50.52.19.01	95/15	13,60	26x2,15	5,01 /7x1,67	365	26/11	51.52.150	1.55
6	50.54.53.02	95/55	16,00	12x3,20	9,60 /7x3,20	405	34/19	51.54.175	2.40
7	50.53.01.01	120/20	15,50	26x2,44	5,70 /7x1,90	385	30/13	51.53.170	1.90
8	50.56.58.02	120/70	18,00	12x3,60	10,80 /7x3,60	475	42/21	51.56.195	3.95
9	50.54.01.01	150/25	17,00	26x2,72	6,40 /7x2,12	405	34/13	51.54.185	2.20
10	50.54.07.01	170/40	18,90	30x2,70	8,10 /7x2,70	405	34/17	51.54.200	2.25
11	50.54.09.01	185/30	19,00	26x3,00	6,99 /7x2,33	405	34/15	51.54.205	2.50
12	50.55.09.01	240/40	21,90	26x3,45	8,04 /7x2,68	460	38/17	51.55.230	2.80
13	50.55.09.02	240/40	21,90	26x3,45	8,04 /7x2,68	460	38/17	51.55.230	2.95
14	50.55.13.02	240/55	22,40	30x3,20	9,60 /7x3,20	460	38/19	51.55.235	3.00
15	50.56.06.02	300/50	24,50	26x3,80	9,00 /7x3,00	475	42/19	51.56.260	3.60
16	50.57.07.02	350/79	26,90	30x3,85	11,50 /19x2,30	515	46/23	51.57.280	4.30
17	50.57.03.02	360/60	26,60	26x4,20	9,80 /19x1,96	515	46/19	51.57.280	4.05
18	50.58.11.02	490/65	30,60	54x3,40	10,20 /7x3,40	575	50/21	51.58.320	5.00
19	50.58.19.02	490/110	31,70	30x4,55	13,70 /19x2,73	575	50/25	51.58.330	5.15

COMPRESSION MIDSPAN JOINTS

For ACSR



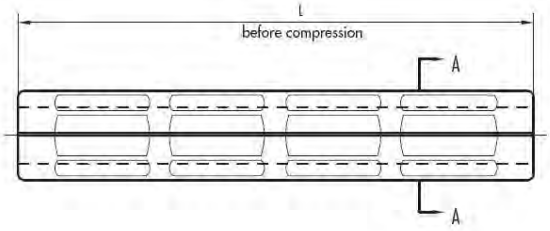


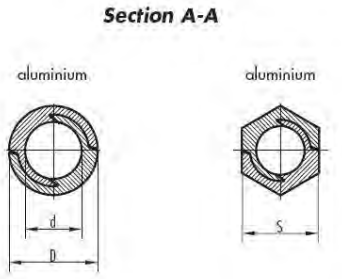
Minimum breaking strength is 95% of U.T.S. of conductor

Item	Code	Code name	Overall diameter ø [mm]	Stranding Aluminium	Stranding Steel	Dimensions A [mm]	Dimensions D/d [mm]	Code	Mass [kg]
1	**55.50.05**	35/6	8,10	270	70	20	9	56.07.30	0.21
2	**55.50.10**	50/8	9,60	270	85	20	9	56.09.37	0.22
3	**55.53.53**	52/30	11,70	520	160	30	15	56.15.75	0.85
4	**55.52.08**	70/12	11,55	490	120	26	11	56.11.48	0.70
5	**55.52.19**	95/15	13,60	490	120	26	11	56.11.55	0.60
6	**55.54.53**	95/55	16,00	570	140	34	19	56.19.100	1.25
7	**55.53.01**	120/20	15,50	520	140	30	13	56.13.62	0.90
8	**55.56.58**	120/70	18,00	680	200	42	21	56.21.112	2.20
9	**55.54.01**	150/25	17,00	570	140	34	13	56.13.67	1.08
10	**55.54.07**	170/40	18,90	570	180	34	17	56.17.85	1.15
11	**55.54.09**	185/30	19,00	570	160	34	15	56.15.75	1.05
12	**55.55.09**	240/40	21,90	630	180	38	17	56.17.85	1.60
13	**55.55.13**	240/55	22,40	630	180	38	19	56.19.100	1.48
14	**55.56.06**	300/50	24,50	680	180	42	19	56.19.95	1.87
15	**55.57.07**	350/79	26,90	730	200	46	23	56.23.120	5.54
16	**55.57.03**	360/60	26,60	730	180	46	19	56.19.102	2.56
17	**55.58.11**	490/65	30,60	860	200	50	21	56.21.107	3.06
18	**55.58.19**	490/110	31,70	850	200	50	25	56.25.142	3.04

COMPRESSION REPAIR SLEEVES

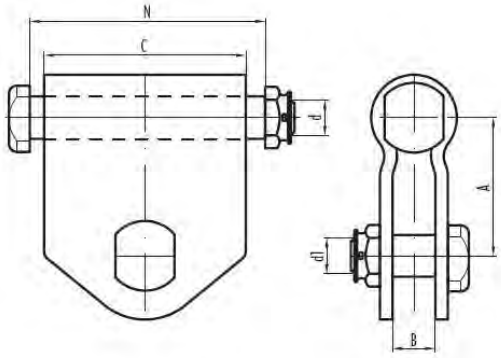
For AAC, AAAC and ACSR



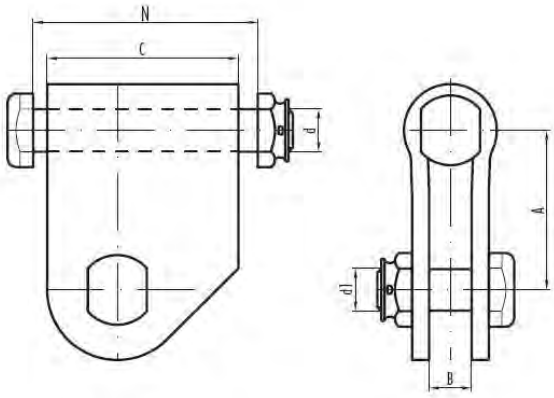


Item	Code	Code name	Overall diameter ø [mm]	Standing Aluminium	Standing Steel	Dimensions A [mm]	Dimensions D/d [mm]	Catalogue number	Mass [kg]
1	57.50.90	35/6	7,80-8,29	140	20	9.0	16		0.09
2	57.50.105	50/8	9,30-9,79	140	20	10.5	16		0.08
3	57.53.130	52/30	11,50-11,90	180	30	13.0	25.8		0.26
4	57.52.130	70/12	11,55-11,90	180	26	13.0	22.4		0.19
5	57.52.150	95/15	13,60-14,00	180	26	15.0	22.4		0.17
6	57.54.175	95/55	16,00-16,49	180	34	17.5	29		0.32
7	57.53.170	120/20	15,50-15,89	180	30	17.0	25.8		0.23
8	57.56.195	120/70	18,00-18,12	250	42	19.5	36		0.73
9	57.54.185	150/25	17,00-17,28	180	34	18.5	29		0.31
10	57.54.200	170/40	18,80-18,90	180	34	20.0	29		0.28
11	57.54.205	185/30	19,00-19,38	180	34	20.5	29		0.27
12	57.55.230	240/40	21,49-21,90	220	38	23.0	32.4		0.42
13	57.55.235	240/55	22,00-22,40	220	38	23.5	32.4		0.41
14	57.56.260	300/50	24,40-24,85	250	42	26.0	36		0.57
15	57.57.280	350/79	26,58-26,97	250	46	28.0	39.2		0.71
16	57.57.280	360/60	26,58-26,97	250	46	28.0	39.2		0.71
17	57.58.320	490/65	30,60-30,80	250	50	32.0	42.4		0.78
18	57.58.330	490/110	31,47-31,77	250	50	33.0	42.4		0.75

HINGES



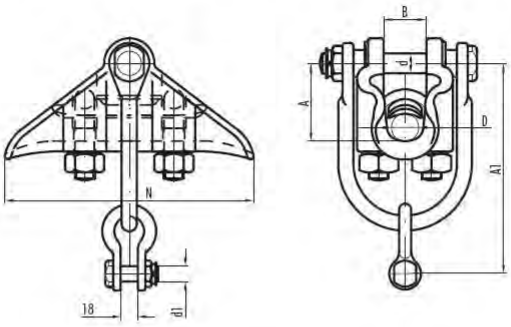
Code	Dimensions [mm]						Min. breaking strength	Mass
	A	B	C	d	d1	N	[kN]	[kg]
69.75.50	65	20	75	19	19	105	160	1,60
69.75.50.30	65	20	75	19	19	105	160	1,60
69.95.30	65	20	95	19	19	125	160	1,75
69.95.90	65	20	95	19	19	125	120	1,60
69.95.90.20	65	20	95	19	19	125	160	2,05



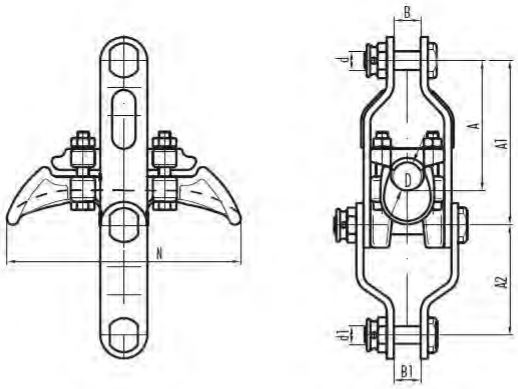
Code	Dimensions [mm]						Min. breaking strength	Mass
	A	B	C	d	d1	N	[kN]	[kg]
69.72.10	65	20	72	16	16	107	160	1,55
43.69.31	65	20	70	19	20	105	160	1,64
43.69.31.20	65	24	70	20	20	105	160	1,50
43.69.31.30	65	22	70	20	20	105	160	1,66
43.69.32	65	20	70	19	20	105	100	1,44
69.90.20	75	20	90	20	20	150	160	2,20
69.90.40	75	20	90	16	16	150	120	1,90
69.90.50	75	24	90	25	22	100	280	2,70

SUSPENSION CLAMPS
for counterweight attachment

For AAC, AAAC and ACSR



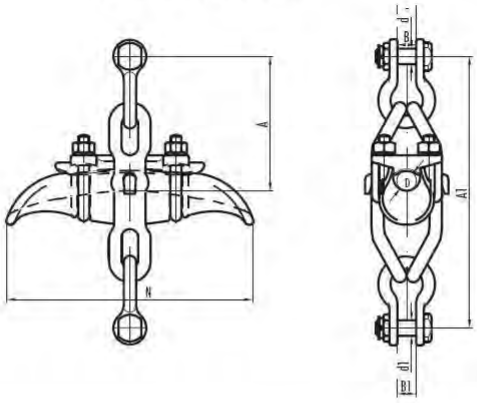
Code	Conductor [mm]	Dimensions [mm]						Min. breaking strength	Mass
	ø D	A	A1	B	d	d1	N	[kN]	[kg]
10.15.30	9 - 17	60	180	24	16	16	170	60	2,35
10.19.30	14 - 20	60	180	24	16	16	180	80	2,90
10.25.30	19 - 27	65	180	28	16	16	205	80	4,85
10.35.30	25 - 37	75	185	24	16	16	225	100	4,65
10.45.30	32 - 47	92	210	24	20	16	255	120	5,05



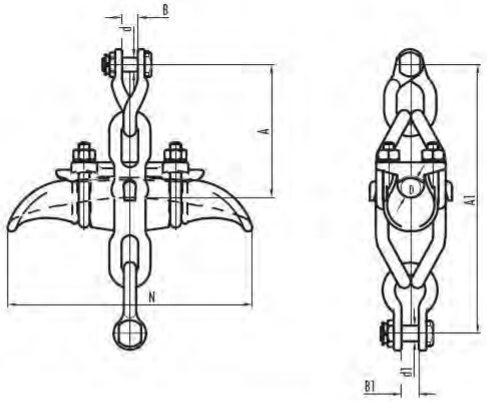
Code	Conductor [mm]	Dimensions [mm]								Min. breaking strength	Mass
	ø D	A	A1	A2	B	B1	d	d1	N	[kN]	[kg]
11.17.30	9 - 17,5	110	140	60	24	18	16	16	190	85	2,23
11.21.30	17 - 22	120	150	70	24	18	20	16	210	85	3,40
11.21.30.20	17 - 22	120	150	75	24	18	16	16	210	85	3,35
11.27.30	20 - 27	120	150	75	24	18	20	16	240	90	3,70
11.27.40	20 - 27	120	150	75	24	18	16	16	240	90	3,70
11.33.30	25 - 33	130	150	80	24	18	20	16	250	160	3,85
11.33.30.40	25 - 33	130	150	80	24	18	16	16	250	120	3,80
11.41.30	32 - 43,5	155	185	80	24	18	20	16	300	160	5,40
11.41.30.20	32 - 43,5	155	185	80	24	18	16	16	300	120	5,30
11.53.30	41 - 53	170	205	105	24	18	20	16	320	160	6,10
11.53.30.20	41 - 53	170	205	105	24	18	16	16	320	120	6,00

SUSPENSION CLAMPS
for counterweight attachment

For AAC, AAAC and ACSR



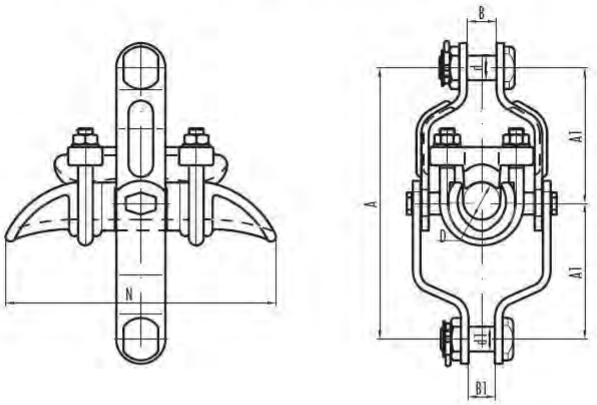
Code	Conductor [mm]	Dimension [mm]							Short circuit current	Minimum breaking strength	Mass
	ø D	A	A1	B	B1	d	d1	N	[kA]	[kN]	[kg]
12.15.30	11 - 17	110	265	24	18	16	16	210	20	80	2,25
12.19.90	14 - 20	110	265	24	18	16	16	240	30	80	2,80
12.23.30	18 - 24	110	265	24	18	16	16	290	30	90	3,10
12.30.30	23 - 32	165	325	24	18	20	16	320	30	160	5,50
12.30.30.1	23 - 32	155	315	24	18	16	16	320	30	120	5,35
12.30.90.30	25 - 34	165	325	24	18	20	16	320	30	160	5,50
12.40.90.30	34 - 37	185	375	24	18	20	16	360	30	160	9,50
12.40.30	36 - 42	185	375	24	18	20	16	360	40	160	9,50
12.45.30	41 - 47	185	375	24	18	20	16	360	40	160	9,50
12.53.30	47 - 54	185	375	24	18	20	16	360	40	160	9,65



Code	Conductor [mm]	Dimension [mm]							Short circuit current	Minimum breaking strength	Mass
	ø D	A	A1	B	B1	d	d1	N	[kA]	[kN]	[kg]
12.15.40	11 - 17	150	305	24	18	16	16	210	20	80	2,55
12.19.40	14 - 20	150	305	24	18	16	16	240	30	80	3,10
12.23.40	18 - 24	150	305	24	18	16	16	290	30	90	3,45
12.30.40	23 - 32	180	340	24	18	20	16	320	30	160	5,70
12.30.90.40	25 - 34	180	340	24	18	16	16	320	30	120	5,70
12.40.40	36 - 42	200	390	24	18	20	16	360	40	160	9,60
12.45.40	41 - 47	200	390	24	18	20	16	360	40	160	9,50
12.53.40	47 - 54	200	390	24	18	20	16	360	40	160	9,65

SUSPENSION CLAMPS
for counterweight attachment

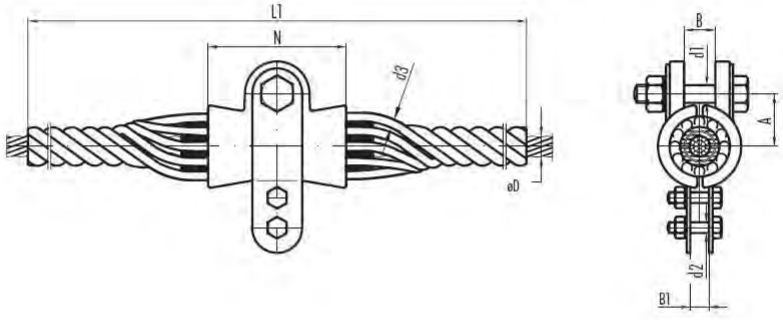
For AAC, AAAC and ACSR



Code	Conductor [mm]	Dimensions [mm]							Min. breaking strength	Mass
	ø D	A	A1	B	B1	d	d1	N	[kN]	[kg]
12.22.90.40	15 - 23	260	130	20	20	16	16	190	120	2.85
12.31.90.30	23 - 31	300	150	24	20	16	16	210	120	3.05
12.31.90.50	23 - 31	300	150	24	20	20	16	210	120	3.20
12.37.90.40	31 - 37	340	170	24	20	16	16	230	120	3.85
12.37.90.50	31 - 37	340	170	24	20	20	16	230	120	3.95
12.54.90.20	44 - 53	410	205	24	20	20	16	270	160	5.05

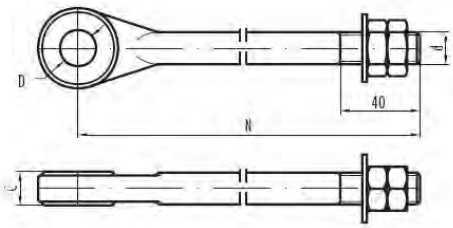
ARMOUR - GRIPS SUSPENSION CLAMPS (AGS)
for counterweight attachment

For AAC, AAAC and ACSR



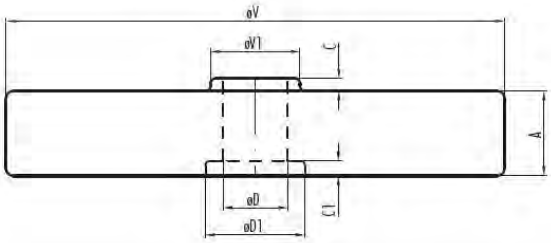
Code	Conductor ø D (mm)	Dimensions [mm] Rod - mm			Clamp - mm						Mass
		d3	L1	br./No.	A	B	B1	ød1	ød2	N	[kg]
13.17.90.80	17,90-18,80	5,20	1520	12	55	24	18	20	16	95	2,90
13.27.70.90	27,70-28,96	7,90	2130	12	70	24	18	20	16	140	8,10
13.28.97.90	28,97-30,43	7,90	2130	13	70	24	18	20	16	140	8,70
13.32.14.90	32,14-33,78	9,30	2240	12	80	24	18	20	16	150	10,10

BOLT TONGUES
for the vertical type of counterweight set



Code	Dimensions [mm]				counterweight	Mass
	C	D	d	N	[kg]	[kg]
25.01.35	17	17,5	M16	135	25	0,34
25.01.85	17	17,5	M16	185	50	0,43
25.02.35	17	17,5	M16	235	75	0,52
25.02.85	17	17,5	M16	285	100	0,61
25.03.35	17	17,5	M16	335	125	0,70
25.03.85	17	17,5	M16	385	150	0,79
25.04.35	17	17,5	M16	435	175	0,88
25.04.85	17	17,5	M16	485	200	0,97
25.05.35	17	17,5	M16	535	225	1,06
25.05.85	17	17,5	M16	585	250	1,15
25.06.35	17	17,5	M16	635	275	1,24
25.06.85	17	17,5	M16	685	300	1,33
25.07.35	17	17,5	M16	735	325	1,42
25.07.85	17	17,5	M16	785	350	1,51

COUNTERWEIGHTS

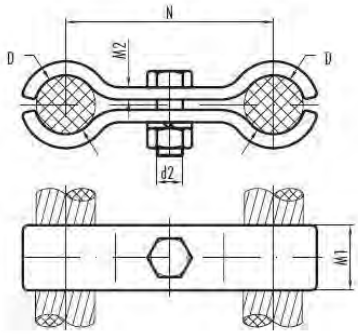


Code	Dimensions [mm]							Mass
	A	C	C1	øD	øD1	øV	øV1	[kg]
43.80.02	50	8	10	20	60	300	57	25

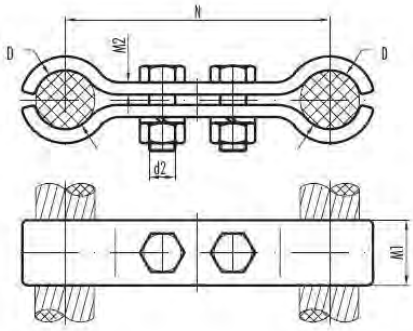
RIGIDE SPACERS

for jumper terminal and twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR



Code	Diameter D [mm]	Dimensions [mm] N	d2	M1	M2	Mass [kg]
43.38.68	25,1 - 28,0	45	10	30	8	0,20
43.38.52	32,0 - 36,0	45	8	30	8	0,20
43.38.64	36,0 - 39,0	60	8	30	8	0,22
43.38.39	32,0 - 36,0	100	10	30	8	0,30

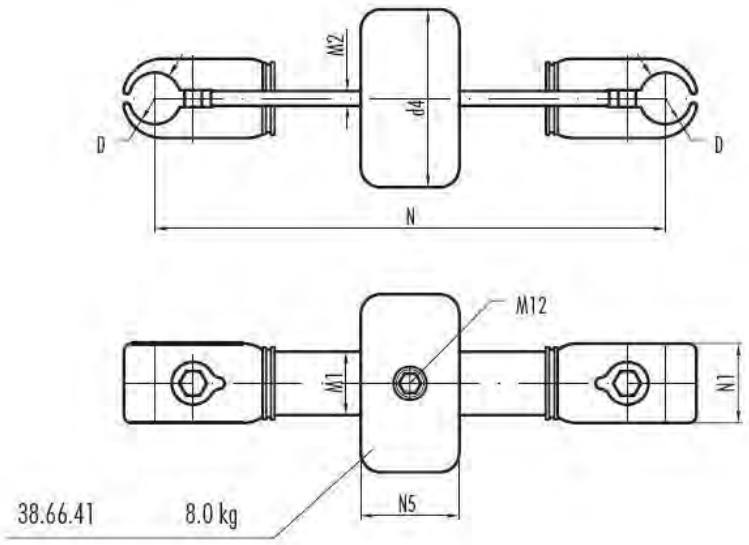


Code	Diameter D [mm]	Dimensions [mm] N	d2	M1	M2	Mass [kg]
43.38.65.30	28,1 - 32,0	100	10	30	8	0,33
43.38.65.2	38,0 - 42,0	100	10	50	8	0,52
43.38.48	22,6 - 25,0	200	10	30	8	0,48
43.38.85	25,1 - 28,0	200	10	30	8	0,48
43.38.47	32,1 - 36,0	200	10	30	8	0,53
43.38.35	36,1 - 41,1	200	10	30	8	0,53
43.38.38	41,1 - 43,0	200	10	30	8	0,53
43.38.41	32,1 - 36,0	400	10	30	8	0,82
43.38.34	36,1 - 41,1	400	10	30	8	0,84
43.38.37	41,1 - 44,0	400	10	30	8	0,84

SEMI-RIGIDE SPACERS WITH WEIGHT

for jumper terminal and twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR

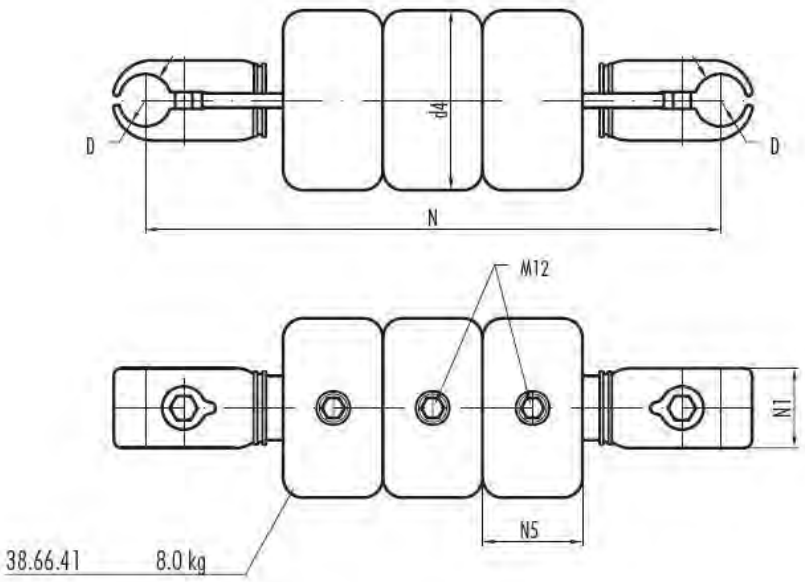


Code	Diameter D [mm]	Dimensions [mm] d4	N	N1	N5	M1	M2	Mass [kg]
38.61.10	17,5 - 20,5	135	200	50	80	40	6	9,08
38.61.20	17,5 - 20,5	135	250	50	80	40	6	9,18
38.61.30	17,5 - 20,5	135	330	50	80	40	6	9,33
38.62.10	20,6 - 23,8	135	200	50	80	40	6	9,05
38.62.20	20,6 - 23,8	135	250	50	80	40	6	9,15
38.62.30	20,6 - 23,8	135	330	50	80	40	6	9,30
38.63.10	23,9 - 25,8	135	200	50	80	40	6	9,03
38.63.20	23,9 - 25,8	135	250	50	80	40	6	9,12
38.63.30	23,9 - 25,8	135	330	50	80	40	6	9,28
38.64.10	25,9 - 28,1	135	200	50	80	40	6	9,00
38.64.20	25,9 - 28,1	135	250	50	80	40	6	9,10
38.64.30	25,9 - 28,1	135	330	50	80	40	6	9,25
38.65.10	28,2 - 30,4	135	200	50	80	40	6	8,98
38.65.20	28,2 - 30,4	135	250	50	80	40	6	9,07
38.65.30	28,2 - 30,4	135	330	50	80	40	6	9,23
38.66.10	30,5 - 32,9	135	200	50	80	40	6	8,96
38.66.20	30,5 - 32,9	135	250	50	80	40	6	9,05
38.66.30	30,5 - 32,9	135	330	50	80	40	6	9,20

SEMI-RIGIDE SPACERS WITH WEIGHTS

for jumper terminal and twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR

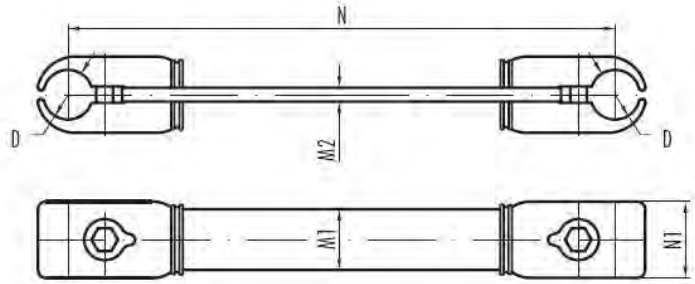


Code	Diameter D [mm]	Dimensions [mm] d4	N	N1	N5	Mass [kg]
38.61.40.F	17,5 - 20,5	135	400	50	80	25,47
38.61.50.F	17,5 - 20,5	135	450	50	80	25,57
38.62.40.F	20,6 - 23,8	135	400	50	80	25,44
38.62.50.F	20,6 - 23,8	135	450	50	80	25,54
38.63.40.F	23,9 - 25,8	135	400	50	80	25,41
38.63.50.F	23,9 - 25,8	135	450	50	80	25,51
38.64.40.F	25,9 - 28,1	135	400	50	80	25,40
38.64.50.F	25,9 - 28,1	135	450	50	80	25,49
38.65.40.F	28,2 - 30,4	135	400	50	80	25,36
38.65.50.F	28,2 - 30,4	135	450	50	80	25,46
38.66.40.F	30,5 - 32,9	135	400	50	80	25,34
38.66.50.F	30,5 - 32,9	135	450	50	80	25,45

SEMI-RIGIDE SPACERS

for jumper terminal and twin bundle conductor

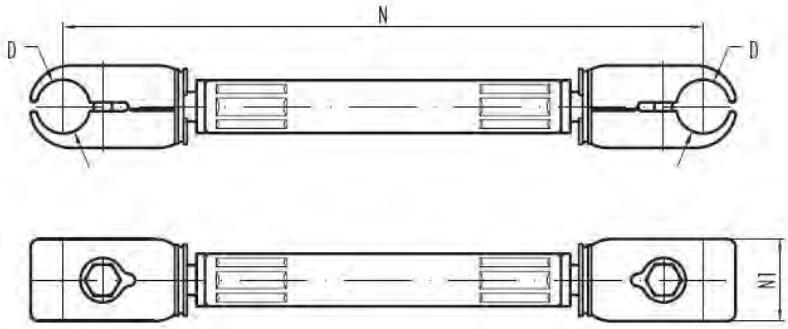
For AAC, AAAC and ACSR



Code	Diameter D [mm]	Dimensions [mm] M1	M2	N	N1	Mass [kg]
38.51.10.F	17,5 - 20,5	40	6	200	50	1,08
38.51.20.F	17,5 - 20,5	40	6	250	50	1,18
38.51.30.F	17,5 - 20,5	40	6	330	50	1,33
38.41.50.F	17,5 - 20,5	40	6	400	50	1,47
38.52.10.F	20,6 - 23,8	40	6	200	50	1,05
35.52.20.F	20,6 - 23,8	40	6	250	50	1,15
38.52.30.F	20,6 - 23,8	40	6	330	50	1,30
38.52.40.F	20,6 - 23,8	40	6	400	50	1,44
38.52.50.F	20,6 - 23,8	40	6	450	50	1,54
38.53.10.F	23,9 - 25,8	40	6	200	50	1,03
38.53.20.F	23,9 - 25,8	40	6	250	50	1,12
38.53.30.F	23,9 - 25,8	40	6	330	50	1,28
38.53.40.F	23,9 - 25,8	40	6	400	50	1,41
38.53.50.F	23,9 - 25,8	40	6	450	50	1,51
38.54.10.F	25,9 - 28,1	40	6	200	50	1,00
38.54.20.F	25,9 - 28,1	40	6	250	50	1,10
38.54.30.F	25,9 - 28,1	40	6	330	50	1,25
38.54.40.F	25,9 - 28,1	40	6	400	50	1,40
38.54.50.F	25,9 - 28,1	40	6	450	50	1,49
38.55.10.F	28,2 - 30,4	40	6	200	50	0,98
38.55.20.F	28,2 - 30,4	40	6	250	50	1,07
38.55.30.F	28,2 - 30,4	40	6	330	50	1,23
38.55.40.F	28,2 - 30,4	40	6	400	50	1,36
38.55.50.F	28,2 - 30,4	40	6	450	50	1,46
38.56.10.F	30,5 - 32,9	40	6	200	50	0,96
38.56.20.F	30,5 - 32,9	40	6	250	50	1,05
38.56.30.F	30,5 - 32,9	40	6	330	50	1,20
38.56.40.F	30,5 - 32,9	40	6	400	50	1,34
38.56.50.F	30,5 - 32,9	40	6	450	50	1,45

SPACER-DAMPERS
for twin bundle conductor

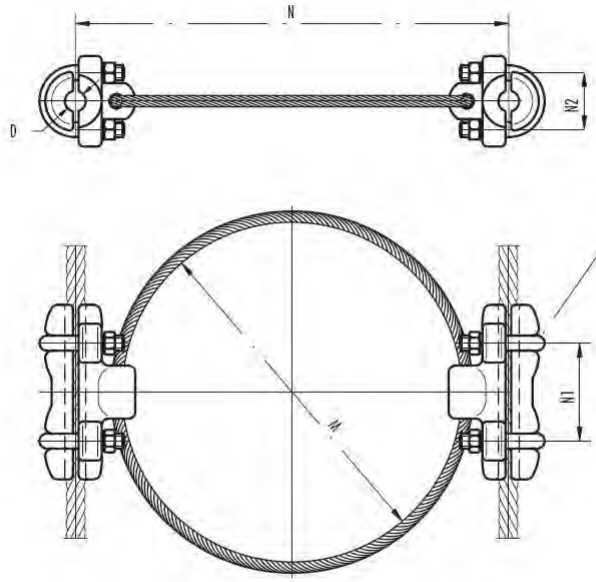
For AAC, AAAC and ACSR



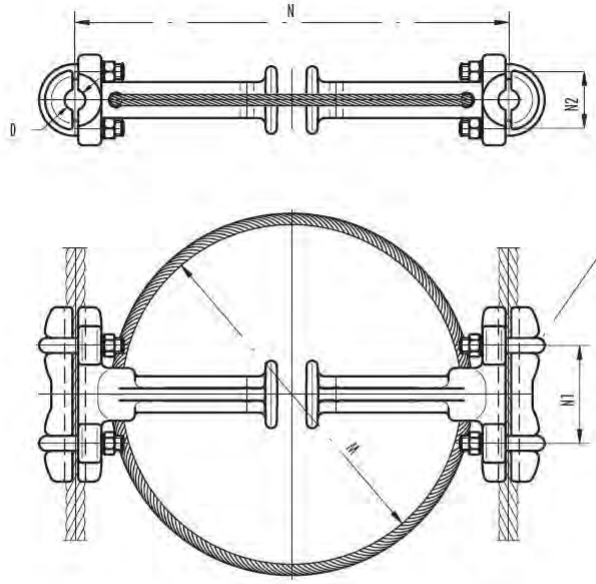
Code	Diameter D [mm]	Dimensions [mm] N	N1	Mass [kg]
43.38.89 A	19,91 - 21,30	400	50	1,30
43.38.90 A	21,31 - 23,70	400	50	1,30
43.38.91 A	23,71 - 25,10	400	50	1,30
43.38.92 A	25,11 - 26,50	400	50	1,40
43.38.93 A	26,51 - 27,90	400	50	1,40
43.38.94 A	27,91 - 29,30	400	50	1,40
43.38.95 A	29,31 - 30,70	400	50	1,40
43.38.96 A	30,71 - 32,10	400	50	1,45
43.38.97 A	32,11 - 33,50	400	50	1,55
43.38.98 A	33,51 - 34,90	400	50	1,55
43.38.99 A	34,91 - 36,30	400	50	1,60
43.38.100 A	36,31 - 37,70	400	50	1,60
43.38.101 A	37,71 - 39,10	400	50	1,60
43.38.89 B	19,91 - 21,30	450	50	1,35
43.38.90 B	21,31 - 23,70	450	50	1,35
43.38.91 B	23,71 - 25,10	450	50	1,35
43.38.92 B	25,11 - 26,50	450	50	1,45
43.38.93 B	26,51 - 27,90	450	50	1,45
43.38.94 B	27,91 - 29,30	450	50	1,45
43.38.95 B	29,31 - 30,70	450	50	1,45
43.38.96 B	30,71 - 32,10	450	50	1,50
43.38.97 B	32,11 - 33,50	450	50	1,60
43.38.98 B	33,51 - 34,90	450	50	1,60
43.38.99 B	34,91 - 36,30	450	50	1,65
43.38.100 B	36,31 - 37,70	450	50	1,65
43.38.101 B	37,71 - 39,10	450	50	1,65

FLEXIBLE SPACERS
for twin bundle conductor

For Al, Al-alloy and ACSR



Code	Diameter D	Dimensions N	M	N1	N2	Mass
	mm	mm				kg
38.22.50	17 - 30	330	265	70	47	1.55

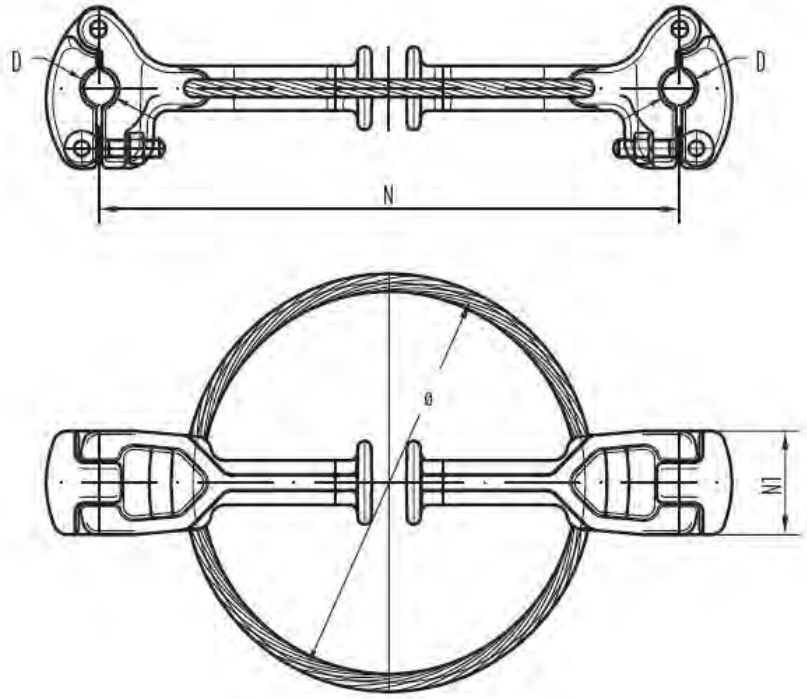


Code	Diameter D	Dimensions N	M	N1	N2	Mass
	mm	mm				kg
38.22.60	17 - 30	330	265	70	47	2.15

FLEXIBLE SPACERS

for twin bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR

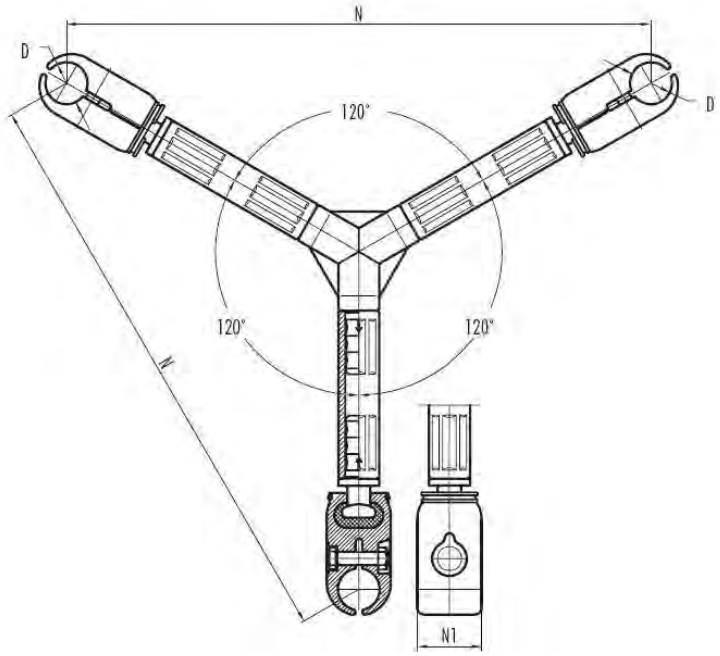


Code	Diameter D [mm]	Dimensions N	ø	[mm] N1	Mass [kg]
38.31.40	17,5 - 20,5	400	270	70	3,20
38.31.50	17,5 - 20,5	450	320	70	3,38
38.32.40	20,6 - 23,8	400	270	70	3,17
38.32.50	20,6 - 23,8	450	320	70	3,17
38.33.40	23,9 - 25,8	400	270	70	3,15
38.33.50	23,9 - 25,8	450	320	70	3,33
38.34.40	25,9 - 28,1	400	270	70	3,12
38.34.50	25,9 - 28,1	450	320	70	3,30
38.35.40	28,2 - 30,4	400	270	70	3,09
38.35.50	28,2 - 30,4	450	320	70	3,27
38.36.40	30,5 - 32,9	400	270	70	3,06
38.36.50	30,5 - 32,9	450	320	70	3,24
38.37.60	32,9 - 34,5	500	373	70	3,80
38.38.40	34,5 - 36,0	400	270	70	3,60

SEMI-RIGIDE SPACERS

for triple bundle conductor

For AAC, AAAC and ACSR

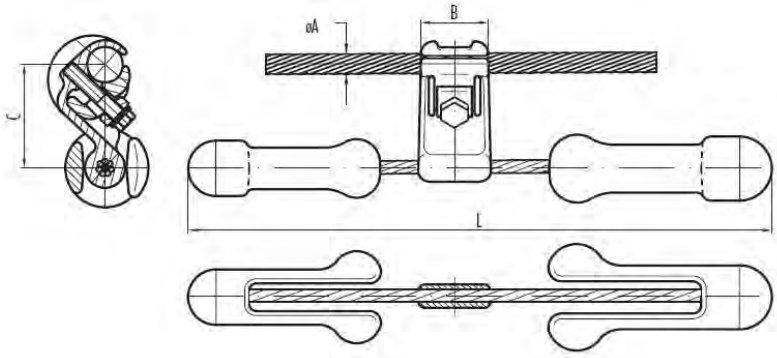


Code	Diameter D [mm]	Dimensions [mm] N	N1	Mass [kg]
43.38.84	21,31 - 23,70	450	50	2,55
43.38.85	23,71 - 25,10	450	50	2,55
43.38.86	25,11 - 26,50	450	50	2,55
43.38.87	26,51 - 27,90	450	50	2,55
43.38.88	27,91 - 29,30	450	50	2,60
43.38.89	29,31 - 30,70	450	50	2,60
43.38.90	30,71 - 32,10	450	50	2,60
43.38.91	32,11 - 33,50	450	50	2,65
43.38.92	33,51 - 34,90	450	50	2,65
43.38.93	34,91 - 36,30	450	50	2,65
43.38.94	36,31 - 37,70	450	50	2,70
43.38.95	37,71 - 39,10	450	50	2,70
43.38.84 AB	21,31 - 23,70	400	50	2,50
43.38.85 AB	23,71 - 25,10	400	50	2,50
43.38.86 AB	25,11 - 26,50	400	50	2,50
43.38.87 AB	26,51 - 27,90	400	50	2,50
43.38.88 AB	27,91 - 29,30	400	50	2,55
43.38.89 AB	29,31 - 30,70	400	50	2,55
43.38.90 AB	30,71 - 32,10	400	50	2,55
43.38.91 AB	32,11 - 33,50	400	50	2,60
43.38.92 AB	33,51 - 34,90	400	50	2,60
43.38.93 AB	34,91 - 36,30	400	50	2,60
43.38.94 AB	36,31 - 37,70	400	50	2,65
43.38.95 AB	37,71 - 39,10	400	50	2,65

VIBRATION DAMPERS

TYPE STOCKBRIDGE

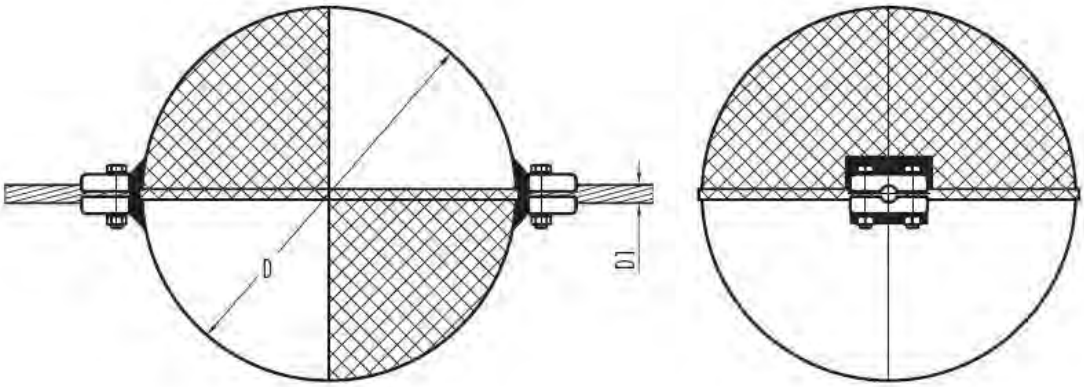
For AAC, AAAC, ACSR, AW and steel earth wires



Code	Conductor [mm]	Dimensions [mm]			Bolt M	Tightening moment	Slipping strength	Mass
	øA	L	B	C	mm	Nm	N	[kg]
TYPE I								
66.01.90	6,61 - 9,90	310	48	60	M8	15	1200	1,03
66.10.90	8,31 - 15,00	400	50	71	M10	20	1400	1,95
66.20.90	12,01 - 17,80	400	52	74	M12	35	2000	2,00
66.30.90	15,01 - 21,00	450	52	74	M12	35	2000	3,00
66.40.90	17,81 - 24,60	500	58	90	M14	53	3000	4,20
66.50.90	21,01 - 29,00	500	58	90	M14	53	3000	5,20
66.60.90	24,61 - 33,00	520	60	100	M16	83	4000	5,80
66.70.90	29,01 - 36,00	565	60	100	M16	83	4000	7,10
TYPE II								
66.05.90	6,61 - 9,90	310	48	60	M8	15	1200	1,03
66.15.90	8,5 - 15,0	419	50	71	M10	20	1400	1,95
66.35.90	13,0 - 18,0	445	52	74	M12	35	2000	2,40
66.30.90.7	22,0 - 25,50	445	52	90	M14	53	3000	3,20
66.45.90	17,0 - 25,0	478	58	90	M14	53	3000	3,10
66.55.90	19,0 - 30,0	485	58	90	M14	53	3000	3,70
66.65.90	23,0 - 35,0	563	60	100	M16	83	4000	4,75
66.75.90	27,0 - 43,0	591	60	100	M16	83	4000	5,75

AIRCRAFT WARNING SPHERES

For earth wires



Code	For conductor diameter D1 [mm]	Sphere D [mm]	Mass [kg]
43.07.11.30	max. 9	600	8,40
43.07.11.40	9,10 - 11,25	600	8,90
43.07.11.50	11,26 - 13,50	600	8,90
43.07.11.60	13,51 - 15,75	600	9,00
43.07.11.70	15,76 - 18,00	600	9,00
43.07.11.80	18,01 - 20,25	600	9,10
43.07.11.90	20,26 - 22,50	600	9,20
43.07.21.20	22,00 - 24,25	600	9,20
43.07.21.30	24,26 - 26,50	600	9,25
43.07.21.40	26,51 - 28,75	600	9,25
43.07.11.50	28,76 - 31,00	600	9,30
43.07.21.60	31,01 - 33,25	600	9,30
43.07.21.70	33,26 - 35,50	600	9,35
43.07.22.20	35,30 - 37,55	600	9,40
43.07.22.30	37,56 - 39,80	600	9,40
43.07.22.40	39,81 - 42,05	600	9,45
43.07.22.50	42,06 - 44,31	600	9,45
43.07.22.60	44,32 - 46,55	600	9,50
43.07.22.70	46,56 - 48,80	600	9,50
43.07.22.80	48,81 - 51,01	600	9,50

فصل ۳

نیازمندیها و آزمونهای یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو

در این فصل نحوه انجام آزمونهای یراق‌آلات مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال نیرو با سطوح ولتاژی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت، جهت حصول اطمینان از کار صحیح و مورد انتظار آنها تشریح می‌گردد.

در هنگام استفاده از این فصل، به کارگیری مراجع ذکرشده در آن الزامی خواهد بود. مرجع اصلی برای انجام آزمونها استاندارد IEC شماره ۶۱۲۸۴ و مراجع ذکرشده در آن می‌باشد. با این حال، در مورد آن دسته از یراق‌آلات خطوط انتقال که آزمونهای مربوط به آنها در این استاندارد اشاره نشده است، می‌توان به سایر استانداردهای بین‌المللی معتبر ازجمله استاندارد IEC شماره ۶۱۸۹۷ جهت نیازمندیها و آزمونهای میراکننده‌های مخصوص ارتعاشات آئولین و استاندارد IEC شماره ۶۱۸۵۴ جهت نیازمندیها و آزمونهای فاصله‌دهنده‌ها مراجعه نمود.

۳-۱- دسته‌بندی آزمونها

آزمونهای یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو به سه گروه زیر دسته‌بندی می‌گردند:

۳-۱-۱- آزمونهای نوعی[1]

آزمونهای نوعی به منظور تحقیق مشخصات اصلی یراق‌آلات، که اساساً به طراحی آنها بستگی دارند، انجام می‌شوند. این قبیل آزمونها معمولاً تنها یک بار بعمل می‌آیند و تنها زمانی تکرار می‌شوند که طراحی یا مواد مورد استفاده در ساخت یراق‌آلات تغییر کند. نتایج آزمونهای نوعی به عنوان گواهی مطابقت با نیازمندیهای طراحی ثبت می‌شوند.

یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو می‌بایستی مطابق جدول (۳-۱) در معرض آزمونهای نوعی قرار گیرند. در صورت توافق بین سازنده و خریدار علاوه بر آزمونهای مشخص شده در جدول (۳-۱) برخی آزمونهای دیگر همچون آزمونهای خوردگی، آزمونهای پیری، آزمونهای خستگی، آزمونهای اتصال کوتاه و آزمونهای قوس الکتریکی نیز ممکن است به عمل آیند.

۳-۱-۲- آزمونهای نمونه‌ای[2]

آزمونهای نمونه‌ای به منظور بررسی کیفیت مواد یراق‌آلات و صحت پروسه ساخت مربوطه انجام می‌شوند. یراق‌آلات خطوط انتقال نیرو می‌بایستی در معرض آزمونهای نمونه‌ای مشخص شده در جدول (۳-۱) قرار گیرند.

آزمونهای نمونه‌ای می‌بایستی بر روی نمونه‌هایی که به صورت اتفاقی از مجموعه ارائه شده برای پذیرش انتخاب شده‌اند به عمل آیند. رای خریدار در انتخاب نمونه‌ها مقدم می‌باشد.

جز در سایر موارد توافق‌شده بین سازنده و خریدار، رویه نمونه‌برداری می‌بایستی مطابق استاندارد ISO شماره ۱-۲۸۵۹ و ۲-۲۸۵۹ (نظارت با روش قطعی[3]) و شماره ۳۹۵۱ (نظارت با روش آماری[4]) به عمل آیند.

1. Type test
2. Sample tests
3. Inspection by attributes
4. Inspection by variables

برای هر آزمون نمونه‌ای، نوع نظارت (قطعی یا آماری) و جزئیات رویه‌ها (سطح نظارت، سطح کیفی پذیرش، نمونه‌برداری به صورت تکی، جفتی یا چندتایی و غیره) می‌بایستی براساس توافق بین سازنده و خریدار به عمل آیند (در پیوست‌های ۳-۱ و ۳-۲ مثال‌های از نظارت با روش قطعی و آماری ارائه شده است).

توجه:

هنگامی که مشخصه مورد نظر را بتوان در مقیاسی پیوسته اندازه‌گیری نمود بهتر است نظارت بر نمونه‌برداری توسط روش آماری انجام گیرد. درمورد آزمونهای نیروی شکست و سایر آزمونهای پرهزینه دیگر، برای یک سایز نمونه‌برداری یکسان، تشخیص بین کیفیت پذیرش و کیفیت مورد درخواست از طریق نمونه‌برداری به روش آماری با سهولت بیشتری انجام خواهد گرفت.

علاوه بر این، هدف فرآیند نمونه‌برداری نیز ممکن است در انتخاب یکی از دو طرح فوق مهم باشد. به عنوان مثال، خریدار ممکن است طرح قطعی را پذیرفته تا اطمینان حاصل نماید که بخش‌های موجود در مجموعه عرضه شده در محدوده تلورانس‌های مورد درخواست قرار دارند؛ سازنده می‌تواند اندازه‌گیری‌ها را بر روی ابعاد مشابه با استفاده از طرح آماری انجام دهد، چرا که او تغییرات یا مسیر تغییراتی را دنبال می‌کند که می‌توانند توانایی او را در انتخاب مجموعه‌ای از کالا که سطح پذیرش کیفی را برآورده می‌نماید تحت‌الشعاع قرار دهد.

۳-۱-۳- آزمونهای جاری

آزمونهای جاری به منظور اثبات مطابقت یراق‌آلات مورد نظر با مشخصات تعیین شده به کار می‌روند و می‌بایستی بر روی هر یک از یراق‌آلات به عمل آیند.

کلیه مجموعه‌های متشکل از یراق‌آلات ممکن است در معرض آزمونهای جاری مشخص‌شده در جدول (۳-۱) قرارگیرند. یراق‌آلاتی که قادر به برآورده کردن مشخصات تعیین شده نباشند می‌بایستی مورد پذیرش قرار نگیرند.

۳-۲- بازرسی بصری

به منظور اطمینان از مطابقت یراق‌آلات با نقشه‌های توافق‌شده از هر حیث، آزمونهای نوعی می‌بایستی شامل بازرسی بصری باشند. وجود اختلاف و مغایرت با نقشه‌ها می‌بایستی با توافق بین سازنده و خریدار حل و فصل شود و این توافق بین سازنده و خریدار می‌بایستی به طور مقتضی به عنوان امتیازی توافقی ثبت و مستند گردد. آزمونهای نمونه‌ای نیز مطابق بند ۳-۱-۲ شامل بازرسی بصری می‌باشند. بازرسی بصری می‌بایستی حاکی از تطابق فرآیند ساخت، شکل، روکش نمودن و پرداخت کاری سطح یراق‌آلات با نقشه‌های توافق‌شده باشد. توجه ویژه‌ای می‌بایستی به علائم مورد نیاز و پرداخت‌کاری سطوحی از یراق‌آلات که در تماس مستقیم با هادی هستند صورت گیرد.

توجه:

تحقیق علامتها ممکن است شامل تحقیق علائم درخواست شده بوسیله خریدار، به منظور بررسی نظارت یا آزمون (همچون آزمونهای سختی، علائم سفارشی، مهرهای ناظرین و غیره)، نیز باشد.

برای یراق‌آلاتی که در معرض آزمونهای نوعی کرونا قرار می‌گیرند، درصورت توافق بین سازنده و خریدار، آزمون نمونه‌ای می‌بایستی شامل مقایسه‌ای از شکل و سطح پرداخت شده با یکی از نمونه‌های آزمون نوعی کرونا باشد. جز در مواردی که بین سازنده و خریدار توافق شده است یا جز در مواردی که سیستم تضمین کیفیت فروشنده متضمن است، آزمونهای جاری شامل بازرسی بصری نمی‌باشند.

جدول ۳-۱: آزمونهای یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو مطابق استاندارد IEC شماره ٦١٢٨٤

نوع یراق‌آلات	یراق‌آلات مجموعه مقره و یراق‌آلات محافظ			کلمپ‌های آویزی			مفصل‌های کششی و کلمپ‌های کششی			یراق‌آلات نیمه‌کششی			غلاف تعمیری			یراق‌آلات حفاظتی مقره		
آزمون	آزمونهای نوعی	آزمونهای نمونه‌ای	آزمونهای جاری	آزمونهای نوعی	آزمونهای نمونه‌ای	آزمونهای جاری	آزمونهای نوعی	آزمونهای نمونه‌ای	آزمونهای جاری	آزمونهای نوعی	آزمونهای نمونه‌ای	آزمونهای جاری	آزمونهای نوعی	آزمونهای نمونه‌ای	آزمونهای جاری	آزمونهای نوعی	آزمونهای نمونه‌ای	آزمونهای جاری
بازرسی بصری		۲	۳		۲	۳		۲	۳		۲	۳		۲	۳		۲	۳
تحقیق ابعاد و مواد به کار رفته			۳			۳			۳			۳			۳			۳
روکش روی	۳		–	۳		–	۳		–	۳		–	۳		–	۳		–
آزمونهای غیرمخرب	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
آزمون نیروی تخریب و شکست			۴ و ۳			۴ و ۳		۳	–			–			–	۳	۳	۳
آزمون لغزش	–	–	–			–		–	–			–			–			–
آزمون سفت‌کردن پیچ گیره	–	–	–		۲	–		۲	–			–			–			–
آزمون کششی	–	–	–	–	–	–			–	–	–	–			–			–
آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست قطعه الحاقی تهیه شده جهت استفاده هنگام نصب		۴	–	–	–	–	۴ و ۳	۴	–	–	–	–			–			–
آزمون تلفات مغناطیسی	–	–	–	۳	–	–	–	–	–	–	–	–	۳	–	–			–
آزمونهای دوره حرارتی	–	–	–	–	–	–	۵	–	–	۵	–	–	–	–	–			–
آزمون کرونا و تداخل رادیویی	۶ و ۳	–	–	۶ و ۳	–	–	۳	–	–	۳	–	–	۳	–	–	۶ و ۳	–	–

۱- شامل حلقه‌های گرادیان
۲- نظارت تنها با روش قطعی
۳- با توافق بین سازنده و خریدار
۴- تنها با ملاحظه آزمون نیروی تخریب
۵- تنها برای مفصل‌های حامل جریان
۶- تنها همراه با مجموعه مقره تکمیل‌شده

۳-۳- بررسی ابعاد و مواد بکاررفته

به منظور اطمینان از اینکه ابعاد یراق‌آلات در محدوده تلورانسهای ابعادی ارائه شده در نقشه‌های توافق شده قرار دارند، مطابق بند ۲-۱، آزمونهای نوعی و نمونه‌ای می‌بایستی شامل آزمون بررسی ابعاد باشند. خریدار ممکن است اندازه‌گیری‌های انجام گرفته بر روی ابعاد مشخصی از یراق‌آلات و یا بررسی مدارک سازنده (درصورتی که در دسترس باشد) را به عنوان گواهی انتخاب نماید. دستگاه‌ها و مقیاس‌های اندازه‌گیری می‌بایستی با توجه به دقت و صحت مورد نیاز انتخاب شوند. درصورت درخواست خریدار، مدارک مستندی از کالیبراسیون این قبیل دستگاهها می‌بایستی ارائه گردد.

توجه:

درمورد ابعاد آن بخشهایی که به نحو چشمگیری قابلیت تعویض یراق‌آلات (به عنوان مثال کوپلینگ‌های توپی و سوکتی یا کوپلینگ‌های شیار و زبانه) یا عملکرد مکانیکی و یا الکتریکی یراق‌آلات را تحت تأثیر قرار می‌دهند، ملاحظات ویژه‌ای می‌بایستی صورت گیرد.

علاوه بر این، به منظور اطمینان از تطابق مواد استفاده شده جهت تهیه یراق‌آلات با آنچه که در مدارک توافق شده است، آزمونهای نوعی و نمونه‌ای می‌بایستی شامل آزمون تحقیق مواد به کار رفته باشد. این تحقیق عموماً می‌بایستی بوسیله بازرسی خریدار از مدارک فروشنده همچون مشخصات مواد خریداری‌شده، گواهی‌های مطابقت یا سایر مدارک کیفی دیگر صورت گیرد. درصورت توافق بین سازنده و خریدار، بررسی مواد بکاررفته می‌بایستی شامل آزمونهای مناسبی برای تحقیق مشخصات مواد باشد.

درصورتی که در برنامه کیفیت توافقی درخواست شده باشد، آزمونهای جاری می‌بایستی شامل سطح مشخصی از تحقیق مواد به کار رفته (شامل آزمونها) باشد.

۳-٤- روکش روی

به منظور اطمینان از تطابق روکش‌های روی یراق‌آلات با نیازمندیهای مشخص شده در استاندارد ISO شماره۱۴۶۱، آزمونهای نوعی و نمونه‌ای می‌بایستی مطابق بند ۳-۱ شامل آزمونهای روکش روی باشد.

جز در مواردی که بین سازنده و خریدار توافق‌شده است، ضخامت روکش روی می‌بایستی مطابق با مقادیر ارائه شده در جداول ۲ و۳ استاندارد ISO شماره ۱۴۶۱ باشد. با این حال، برای مقاصد مورد نظر این استاندارد، مقادیر ارائه شده در جداول ۲و۳ استاندارد مذکور می‌بایستی در مورد اقلام زیر به کار گرفته شود:

- جدول ۲: ضخامت روکش روی بر روی کلیه نمونه‌ها بجز واشرها، المانهایی که حدیده یا قلاویزکاری شده‌اند و بخشهای کوچکی که در هنگام روکش نمودن تحت نیروی گریز از مرکز قرار گرفته‌اند (مساحت سطوح قابل توجه≥ $1000\ mm^2$)
- جدول ۳: ضخامت روکش روی بر موارد استثنا شده فوق

۳-۵- آزمونهای غیرمخرب[1]

روشهای آزمون، دسته‌بندی (نوعی، نمونه‌ای و جاری) و معیارهای پذیرش آنها می‌بایستی توسط خریدار تعیین یا توافق گردد.
نمونه‌هایی از آزمونهای غیرمخرب به شرح ذیل می‌باشند:

- آزمون مغناطیسی
- آزمون جریان گردابی
- آزمون رادیوگراف
- آزمون مافوق صوت
- آزمون محک‌بار[2]
- آزمون نفوذرنگ
- آزمون سختی

۳-٦- آزمونهای مکانیکی

۳-٦-۱- تعداد یراق‌آلات مورد نیاز برای آزمونها

- آزمونهای نوعی

آزمونهای مکانیکی نوعی می‌بایستی بر روی سه عدد یراق به عمل آیند. کلیه یراق‌ها می‌بایستی آزمون را با موفقیت پشت سر بگذارند.

- آزمونهای نمونه‌ای

آزمونهای مکانیکی نمونه‌ای می‌بایستی مطابق با روشهای نمونه‌برداری ارائه شده در بند ۳-۱-۲ به عمل آیند.

۳-٦-۲- قطعه و الحاقی‌های آزمون برای آزمونهای تخریب و شکست مکانیکی، هادی‌های مورد استفاده در آزمونهای مکانیکی

یراق تحت آزمون می‌بایستی با کلیه لوازم جانبی‌اش تکمیل شده و می‌بایستی به گونه‌ای تحت آزمون قرار گیرد که تا حد امکان مشابه وضعیت قرارگیری در شرایط سرویس واقعی باشد، به منظور جلوگیری از بروز تغییرشکل غیرقابل قبول در یراق‌آلات تحت آزمون، اجازه داده می‌شودکه ملحقات مورد نیاز برای انتقال نیروهای مکانیکی به یراق تحت آزمون تقویت شوند.

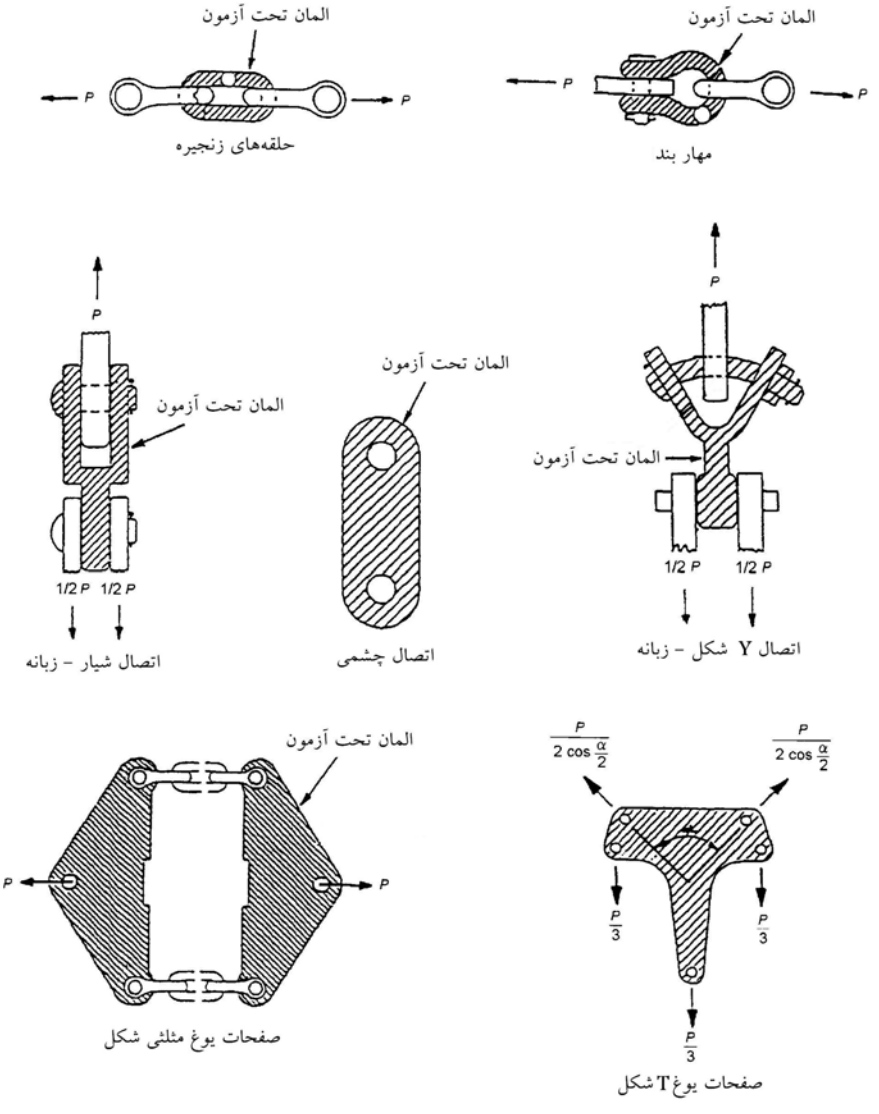
1. Non – destructive testing
2. Proof load test

تعدادی از آزمونهای مکانیکی شامل شرایطی هستند که تحت آن هادی‌ها تا موقعی که دچار خطا شوند، بارگذاری می‌شوند. هدف از این آزمونها ارزیابی عملکرد یراق‌آلات بر روی هادیهایی می‌باشد که قرار است یراق‌آلات همراه با آنها استفاده شوند. استاندارد IEC شماره ۶۱۰۸۹ دربرگیرنده نیازمندیها و آزمونهای مربوط به هادیها می‌باشد.

در این گزارش کلمه "هادی" در مورد هر دوی هادیهای فاز و سیمهای گارد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۶-۳- یراق‌آلات مجموعه مقره و یراق‌آلات سیم زمین

یراق تحت آزمون می‌بایستی در جهتی بارگذاری شود که تا حد امکان به جهت بارگذاری‌شده در شرایط سرویس واقعی نزدیک‌تر باشد. این مسئله در شکل ۳-۱ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱: یراق‌آلات مجموعه مقره و یراق‌آلات سیم زمین (این دیاگرام‌ها نمونه‌ای از روش‌های بارگذاری یراق‌آلات در هنگام انجام آزمونهای مکانیکی را نشان می‌دهند).

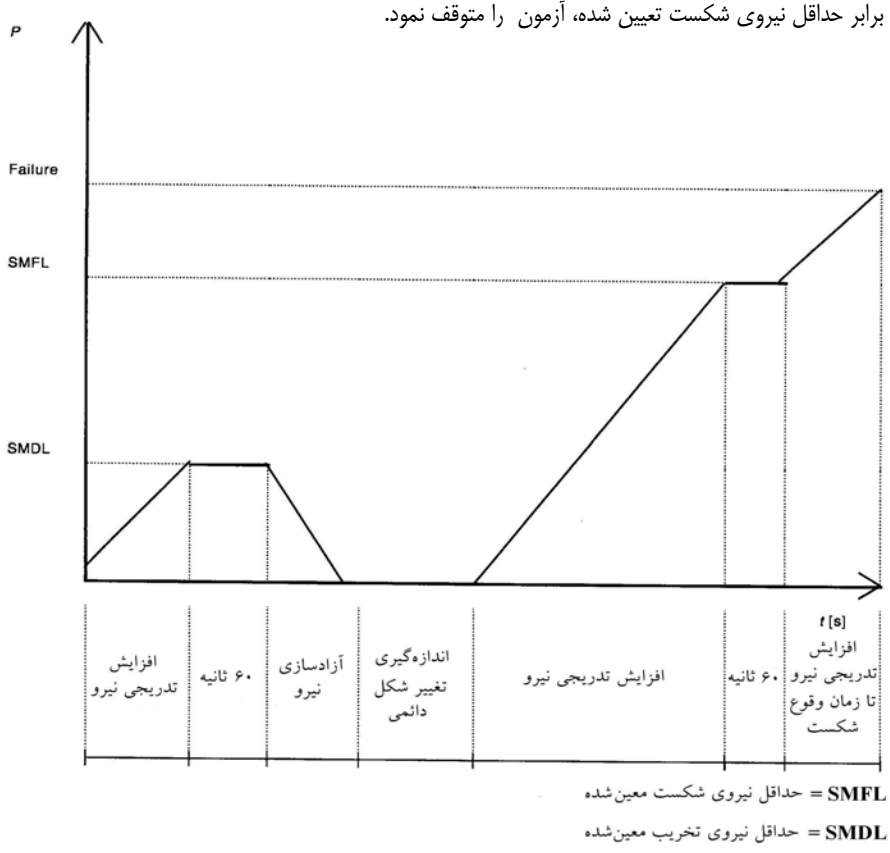
در مواردی که شبیه‌سازی توزیع نیروهایی که در شرایط سرویس واقعی اتفاق می‌افتد در یک مجموعه آزمونی مقدور نباشد، این امکان وجود دارد که این کار با اعمال بارهای متعدد پشت سر هم بر روی همان یراق یا یراقی که از مجموعه مشابهی تهیه شده است، صورت گیرد. با این حال، پیش از این می‌بایستی مشخص شده باشد که این جداسازی بارها برای مقاصد تحقیق عملکرد مورد انتظار از یراق مناسب است.

۳-۶-۳-۱- آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی

یراق مورد نظر می‌بایستی در ماشین آزمون کششی قرارداده شود و سپس نیروی اعمالی باید تا موقعی که میزان آن به حداقل نیروی تخریب تعیین شده می‌رسد، به آرامی افزایش داده شود. پس از رسیدن به این نقطه، نیروی اعمالی به نمونه می‌بایستی برای مدت زمان ۶۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند. آنگاه می‌بایستی این نیرو برداشته شود و تغییرشکل دائمی بوجود آمده بر روی یراق تحت آزمون اندازه‌گیری شود. در ادامه نیروی اعمالی به نمونه می‌بایستی مجدداً تا موقعی که میزان آن به حداقل نیروی شکست تعیین شده می‌رسد، به آرامی افزایش داده شده و پس از رسیدن به این نقطه، نیروی اعمالی به نمونه می‌بایستی برای مدت زمان ۶۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند. آنگاه نیرو می‌بایستی تا موقعی که یراق دچار شکست می‌شود افزایش داده شود. روند اجرای این آزمون به صورت شماتیک در شکل ۳-۲ نشان داده شده است.

توجه:

در مواردی که به جهت بزرگ بودن بیش از حد نیروهای شکست مکانیکی احتمال می‌رود که ایمنی تجهیزات و اپراتورها به خطر بیافتد، می‌توان پس از رسیدن به نیرویی معادل با ۱/۲ برابر حداقل نیروی شکست تعیین شده، آزمون را متوقف نمود.



شکل ۳-۲: نحوه اعمال نیرو در آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی مربوط به یراق‌آلات مجموعه مقره و یراق‌آلات سیم زمین

معیار پذیرش

- آزمونهای نوعی

در مورد نیروی تخریب، آزمون موفقیت‌آمیز خواهد بود اگر هیچگونه تغییرشکل دائمی، بزرگتر از آنچه که برای نیروهایی برابر یا کوچکتر از حداقل نیروی تخریب معین شده توافق شده است، در یراق مشاهده نشود. در مورد نیروی شکست، آزمون موفقیت‌آمیز خواهد بود اگر شکست یراق در نیرویی کمتر یا برابر با حداقل نیروی شکست معین شده واقع نشود.

- آزمونهای نمونه‌ای

همانطور که در بند ۳-۱-۲ بیان گردید، اطلاعات آزمون می‌بایستی همراه با روش نمونه‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفته باشد و معیار پذیرش می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد. در صورت نظارت به روش قطعی، هر یراقی که نیازمندیهای تعیین‌شده در معیار پذیرش آزمونهای نوعی را برآورده سازد، بایستی به عنوان یک واحد منطبق با معیارها به حساب آید.

۳-٦-۳-۲- آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی بر روی قطعه الحاقی تهیه شده جهت استفاده هنگام نصب [1]

این آزمون می‌بایستی مطابق طرح توافق‌شده بین سازنده و خریدار به عمل آید. روش افزایش نیرو در حین آزمون و روش ارزیابی نتایج آزمون می‌بایستی مشابه وضعیت نشان داده شده در شکل ۳-۲ باشد.

۳-٦-٤- کلمپهای آویزی

۳-٦-٤-۱- آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست عمودی

این آزمون می‌بایستی مطابق با یکی از روشهای الف یا ب، توصیف شده به شرح ذیل، به عمل آید.

روش الف:

آزمون می‌بایستی مطابق روش ترسیم شده در شکل ۳-۳ الف یا ۳-۳ ب یا یک طرح معادل به عمل آید. چنانچه در شرایط سرویس واقعی بهمراه هادیها، میله‌های محافظ نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای آزمون مورد نظر نیز می‌بایستی بهمراه هادی مورد استفاده قرار گیرند. تعداد یراق‌آلاتی که می‌بایستی تحت آزمون قرار گیرند، روش افزایش نیرو در حین آزمون و روش ارزیابی نتایج آزمون می‌بایستی مشابه آنچه که برای آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی یراق‌آلات مجموعه مقره ارائه گردیدند باشد. زاویه α، در حداقل نیروی تخریب تعیین شده، می‌بایستی برابر با حداکثر زاویه طراحی تعیین شده بوسیله سازنده باشد.

روش ب:

- قدم اول

گیره مورد نظر می‌بایستی مطابق شکل‌های ۳-۳ الف یا ۳-۳ ب در ماشین آزمون قرارداده شده و سپس به میزانی بارگذاری شود که زاویه α حاصل گردد. بعد از آن، نیرو می‌بایستی به آرامی تا حداقل نیروی تخریب معین شده افزایش یابد. پس از رسیدن به این

1. Attachment point used during erection

نقطه، میزان نیروی اعمالی به نمونه می‌بایستی برای مدت زمان ۶۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند. پس از آن، این نیرو می‌بایستی از روی نمونه برداشته شده و چنانچه تغییرشکل دائمی در نمونه بوجود آمده باشد، این تغییرات می‌بایستی اندازه‌گیری و ثبت شود.

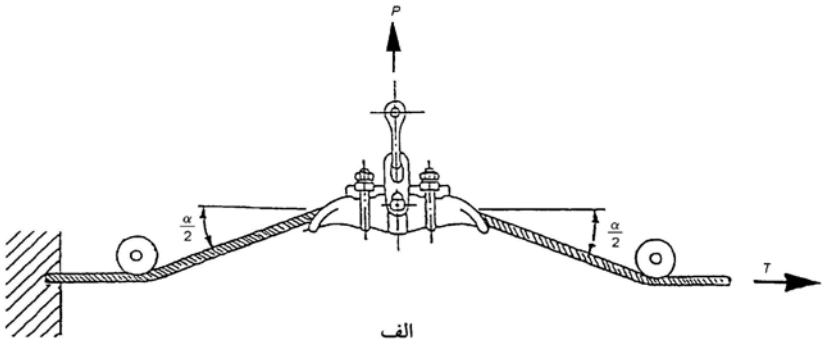
– قدم دوم

در این مرحله به جای هادی، کلمپ می‌بایستی بر روی یک میله صلب با سایز مناسب نصب شده و تحت شرایطی که بوسیله تسمه‌های آویزی[1] تکمیل شده است در ماشین آزمون قرارگیرد. تحت شرایطی که زاویه α تقریباً برابر صفر است، کلمپ می‌بایستی مشابه شکل (۳-۳ ب) بارگذاری شده و نیرو به آرامی تا حداقل نیروی شکست تعیین شده افزایش می‌یابد. پس از رسیدن به این نقطه، میزان نیروی اعمالی به نمونه می‌بایستی برای مدت زمان ۶۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند. پس از آن، این نیرو می‌بایستی تا موقعی که یراق دچار شکست می‌شود افزایش یابد.

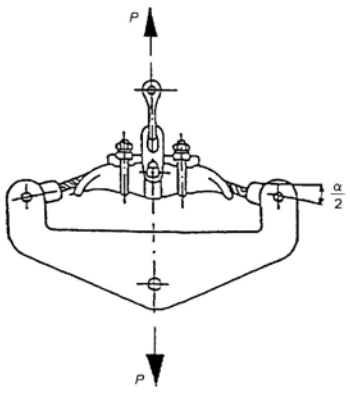
معیار پذیرش مطابق بند ۳-۶-۳-۱ می‌باشد.

توجه:

در مواردی که به جهت بزرگ بودن بیش از حد نیروهای شکست مکانیکی احتمال می‌رود که ایمنی تجهیزات و اپراتورها به خطر بیافتد، می‌توان پس از رسیدن به نیروی معادل به ۱/۲ حداقل نیروی شکست تعیین شده، آزمون را متوقف نمود.



الف



ب

شکل ۳-۳: نحوه اعمالی نیرو در آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی مربوط به کلمپ آویزی

1. Suspension straps

۳-٦-٤-۲- آزمون لغزش بر روی کلمپهای استاندارد با حداقل و حداکثر نیروی لغزش معین شده

هادی مورد استفاده در آزمون می‌بایستی از نوعی باشد که کلمپ قرار است همراه با آن مورد استفاده قرار گیرد.

آزمون می‌بایستی مطابق شکل ۳-۴ الف و به شرح ذیل به عمل آید:

الف- بخشی از هادی بین فک‌های کششی ماشین کشش قرارداده می‌شود و در معرض نیروی معادل با ۲۰درصد استقامت کششی نامی هادی (RTS[1]) قرار می‌گیرد.

ب- کلمپ مورد نظر بر روی هادی نصب می‌گردد و سپس پیچ‌ها یا مهره‌ها مطابق با میزان گشتاور تعیین‌شده بوسیله سازنده سفت می‌شوند.

ج- نیروی اعمالی به هادی به صفر کاهش پیدا می‌کند و سپس یک سر هادی از یکی از فک‌های کششی ماشین کشش آزاد می‌شود.

د- کلمپ مورد نظر به فک کششی آزاده شده ماشین کشش متصل می‌شود.

هـ- به کل مجموعه نیرویی معادل با ۲۰درصد حداقل نیروی لغزش معین شده اعمال می‌شود و همزمان به کمک دستگاه اندازه‌گیری مناسبی میزان جابجایی هادی نسبت به یراق اندازه‌گیری می‌شود. در غیاب دستگاه اندازه‌گیری، با نشانه‌گذاری بر روی هادی می‌توان جابجایی عنوان شده را مشخص نمود.

و- نیروی اعمالی به مجموعه، تا هنگامی که میزان آن به حداقل نیروی لغزش تعیین‌شده برسد، به آرامی افزایش داده می‌شود. سپس نیروی اعمالی می‌بایستی برای مدت زمان ۶۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند.

ز- در نهایت نیرو تا زمانی که سرخوردن هادی در داخل کلمپ به وقوع بپیوندد افزایش می‌یابد.

به طریق دیگر ممکن است به جای رویه فوق از روشی مطابق شکل (۳-۴ب) و به شرح ذیل استفاده نمود:

الف- بخشی از هادی بین فک‌های کششی ماشین کشش قرارداده می‌شود و سپس در معرض نیروی معادل با ۲۰ درصد استقامت کششی نامی هادی قرار می‌گیرد.

ب- کلمپ مورد نظر بر روی هادی نصب شده و سپس پیچ‌ها یا مهره‌ها مطابق با میزان گشتاور تعیین شده بوسیله سازنده سفت می‌شوند.

ج- کلمپ مورد نظر به فک کششی W از یک وسیله کشش مناسب وصل می‌شود و به منظور اندازه‌گیری میزان جابجایی بوجود آمده مابین هادی و کلمپ در حین آزمون از یک دستگاه اندازه‌گیری جابجایی نسبی یا یک علامت بر روی هادی در انتهای کلمپ استفاده می‌شود.

د- نیروی اعمال‌شده به کلمپ، تا زمانی که میزان آن به حداقل نیروی لغزش معین شده برسد، به آرامی افزایش می‌یابد. سپس نیروی اعمالی می‌بایستی برای مدت زمان ۶۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند. نیروی اعمال شده به کلمپ، مطابق شکل ۳-۴ب، می‌بایستی هم محور با هادی باشد تا از اعمال گشتاوری که ممکن است باعث چرخش کلمپ شود ممانعت به عمل آید.

هـ- در نهایت نیرو تا زمانی که سرخوردن هادی در داخل کلمپ به وقوع بپیوندد افزایش می‌یابد.

---

1. Rated tensile strength

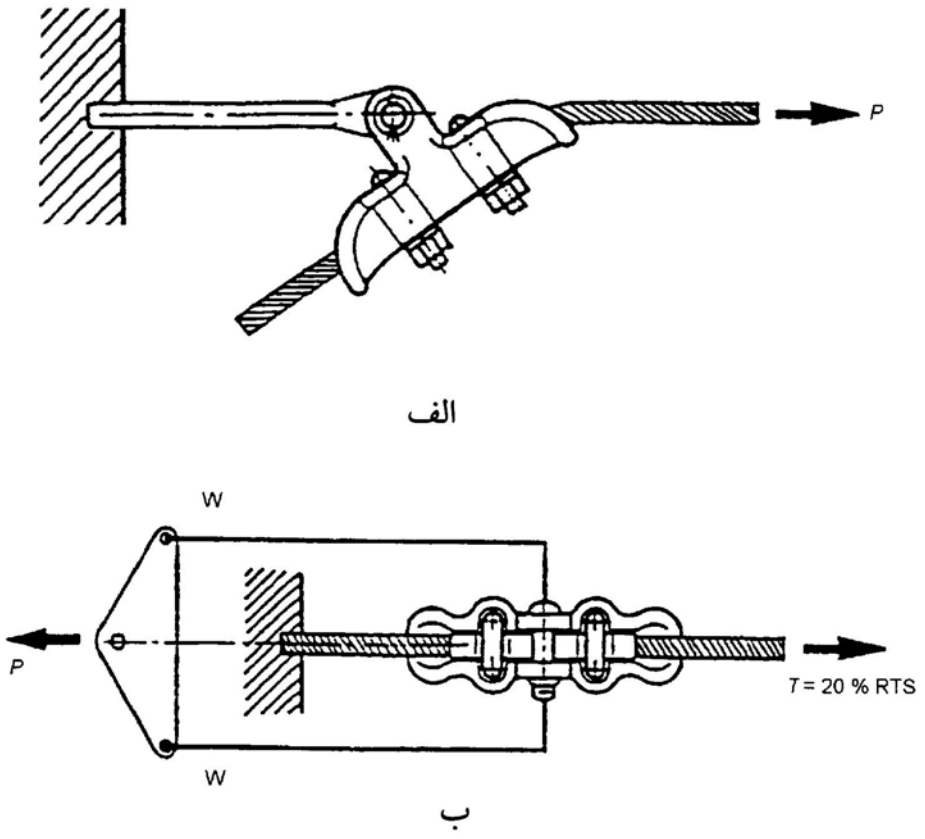
معیار پذیرش

- آزمونهای نوعی

آزمون موفقیت‌آمیز خواهد بود اگر هیچ‌گونه سرخوردنی به ازای نیروهای برابر یا کوچکتر از حداقل نیروی لغزش معین شده به وقوع نپیوندد. سرخوردن می‌بایستی مابین حداقل و حداکثر نیروی لغزش معین شده به وقوع بپیوندد (هرگونه جابجایی نسبی کوچکتر از ۲میلی‌متر پذیرفته است. افزایش طول ایجادشده بوسیله کابل، بواسطه خود آزمون، نمی‌بایستی به عنوان سرخوردن درنظر گرفته شود).

- آزمونهای نمونه‌ای

همانگونه که در بند ۳-۱-۲ بیان گردید، اطلاعات آزمون می‌بایستی همراه با روش نمونه‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفته باشد و معیار پذیرش می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد. درصورت نظارت توسط روش قطعی هر یراقی که نیازمندیهای تعیین‌شده در معیار پذیرش آزمونهای نوعی را برآورده سازد، می‌بایستی به عنوان یک واحد منطبق به حساب آید.



شکل ۳-٤: روشهای نوعی از نحوه انجام آزمون لغزش بر روی کلمپهای استاندارد

۳-٦-٤-۳- آزمون لغزش بر روی کلمپهای استاندارد تنها با حداقل نیروی لغزش تعیین‌شده

تعدادی از مراحل ذکرشده در دو روش ارائه شده جهت کلمپهای استاندارد قبلی، که در بند ۳-۶-۴-۲ ارائه گردیدند، در این آزمون مجدداً تکرار می‌شوند. در روش ارائه شده مطابق شکل (۳-۴الف)، مراحل اول تا ششم و در روش ارائه شده در شکل (۳-۴ب) مراحل اول تا چهارم، به شکل مشابه در این آزمون نیز تکرار می‌شوند. پس از مرحله ششم (به روش شکل ۳-۴الف) یا مرحله چهارم (به روش شکل ۳-۴ب)، آزمون می‌بایستی با دنبال کردن یکی از مراحل الف یا ب تشریح شده در ذیل، به انجام برسد (رویه انتخاب شده می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد):

الف) نیروی اعمالی، تا زمانی که سرخوردن هادی در داخل کلمپ واقع شود، به تدریج افزایش یابد (مقدار نیروی لغزش می‌بایستی ثبت شده و در گزارش آزمون آورده شود)، یا

ب) در روش شکل ۳-۴الف، اتصال مابین کلمپ و ماشین کشش بازشده و انتهای آزاد هادی دوباره به فک کششی ماشین کشش متصل شود یا در روش شکل ۳-۴ب، اتصال مابین کلمپ و فک w وسیله کششی استفاده شده باز شود. این عملیات می‌بایستی بدون برداشتن کلمپ تحت آزمون یا تغییر گشتاور سفت‌کننده پیچ و مهره‌های آن انجام شود. پس از آن نیرو می‌بایستی تا هنگام پاره شدن هادی افزایش یابد.

معیار پذیرش

- آزمونهای نوعی

آزمون موفقیت‌آمیز خواهد بود، اگر به ازای نیروهای برابر یا کوچکتر از حداقل نیروی لغزش معین شده، هادی در طول کلمپ حرکت نکند (هرگونه جابجایی نسبی کوچکتر از ۲میلی‌متر پذیرفته می‌باشد؛ افزایش طول ایجاد شده بوسیله کابل، بواسطه خود آزمون، نمی‌بایستی به عنوان سرخوردن در نظر گرفته شود). علاوه بر این در روش ب، هادی نمی‌بایستی در نیروی کمتر از ۹۵درصد استقامت کششی نامی خود (RTS) پاره شود.

- آزمونهای نمونه‌ای

همانگونه که در بند ۳-۱-۲ بیان گردید، اطلاعات آزمون می‌بایستی همراه با روش نمونه‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفته باشد و معیار پذیرش می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد. درصورت نظارت بوسیله روش قطعی، هر یراقی که الزامات پذیرش آزمونهای نوعی را برآورده سازد، می‌بایستی به عنوان یک واحد منطبق به حساب آید.

۳-٦-٤-٤- آزمون لغزش بر روی کلمپهای با لغزش کنترل‌شده[1]

هادی مورد استفاده در آزمون می‌بایستی از نوعی باشد که کلمپ قرار است با آن مورد استفاده قرار گیرد. در هر آزمون، یک نمونه جدید از کلمپ آویزی می‌بایستی مورد استفاده قرار گیرد. چنانچه در شرایط سرویس واقعی بهمراه هادی از میله‌های محافظ نیز استفاده می‌شود، برای آزمون مورد نظر نیز می‌بایستی بهمراه هادی این میله مورد استفاده قرار گیرد.

1. Controlled slippage clamps

آرایش آزمون می‌بایستی به گونه‌ای تدارک دیده شود که امکان سرخوردن هادی در طول کلمپ آویزی فراهم شود. نمونه‌ای از یک ماشین که می‌تواند برای آزمون مشخصه‌های سرخوردن کلمپهای آویزی مورد استفاده قرار گیرد در شکل ۳-۵ نشان داده شده است.

- تعیین ضریب اصطکاک:

در صورتی که توسط خریدار مشخص‌شده باشد، ضریب اصطکاک می‌بایستی با انجام آزمایش زیر تعیین شود:

این آزمون تحت شرایطی که در آن هادی بر روی بدنه کلمپ آویزی و بدون نگهدارنده قرار گرفته است، انجام می‌پذیرد. اندازه زاویه تنظیمی α و میزان نیروی عمودی FV می‌بایستی موردتوافق سازنده و خریدار باشد.

در حین این آزمون، هادی از هر دو طرف در معرض کشش قرار دارد.

نیروی سرخوردن می‌بایستی در محور دوران کلمپ آویزی، درحالی که یراق در بیش از یک متر از طول هادی سر می‌خورد، اندازه‌گیری شود.

ضریب اصطکاک از طریق تقسیم حداکثر نیروی سرخوردن اندازه‌گیری شده (FS) بر نیروی عمودی (FV) تعیین می‌شود.

- تعیین نیروی سرخوردن:

هنگام تدارک این آزمون، هادی می‌بایستی در۲۰ درصد استقامت کششی نامی خود در یک کلمپ آویزی با زاویه تنظیمی توافق‌شده بین سازنده و خریدار تحت آزمون قرار گیرد.

آنگاه پیچ‌های کلمپ می‌بایستی مطابق با دستورالعملهای نصب سفت‌شده و هادی آزاد شود.

سپس کلمپ کشیده شود.

نیروی سرخوردن می‌بایستی در محور دوران کلمپ آویزی درحالیکه یراق در میزان طولی از هادی، که توسط خریدار تعیین شده است، سر می‌خورد اندازه‌گیری شود.

توجه:

پس از حصول توافق بین خریدار و سازنده، این آزمون می‌تواند بدون آزاد نمودن نیروی کششی اعمال شده به هر طرف هادی به عمل آید.

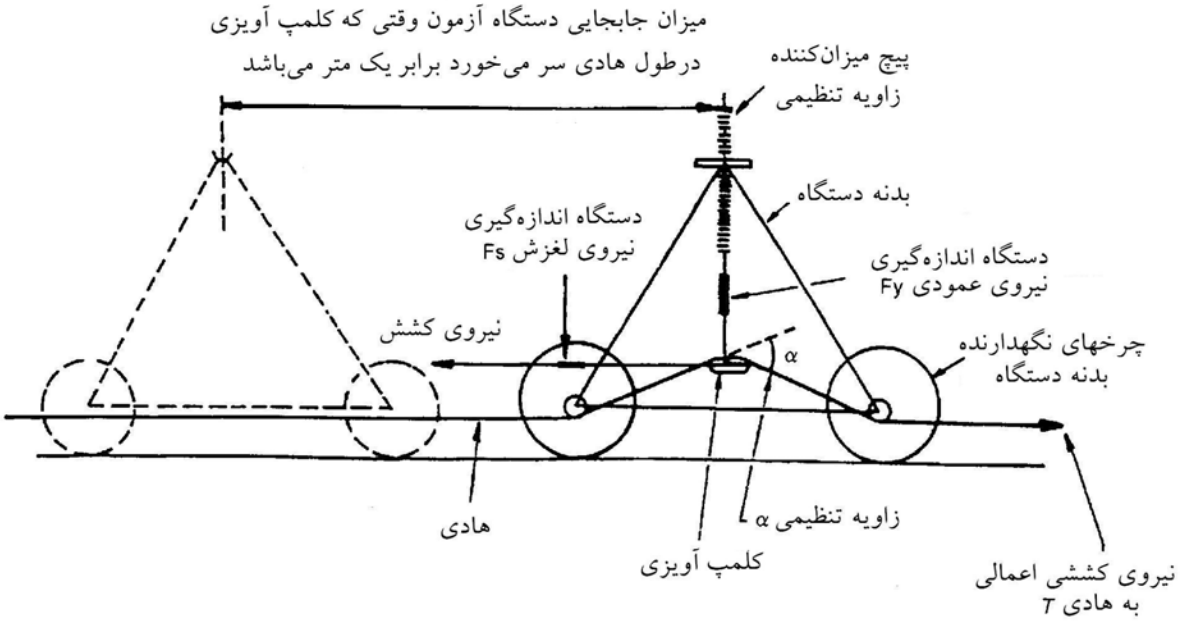
معیار پذیرش

- آزمونهای نوعی

میزان ضریب اصطکاک و نیروی سرخوردن می‌بایستی در محدوده مقادیر توافق‌شده بین سازنده و خریدار باشد و هیچگونه خسارتی، بجز هموارشدن سطح رشته‌های هادی، نمی‌بایستی بر روی هادی اتفاق افتاده باشد. درصورتی که بوسیله خریدار درخواست شده باشد، استقامت کششی هادی می‌بایستی درحین آزمون تعیین شود.

- آزمونهای نمونه‌ای

همانگونه که در بخش ۳-۱-۲ بیان گردید، اطلاعات آزمون می‌بایستی همراه با روش نمونه‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفته باشد و معیار پذیرش می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد. درصورت نظارت بوسیله روش قطعی هر یراقی که نیازمندیهای تعیین‌شده در معیار پذیرش آزمونهای نوعی را برآورده سازد، می‌بایستی به عنوان یک واحد منطبق به حساب آید.



شکل ۳-۵: یک روش نوعی از نحوه انجام آزمون لغزش بر روی کلمپهای با لغزش کنترل‌شده

۳-٦-٤-۵- آزمون سفت‌کردن پیچ کلمپ

کلمپ می‌بایستی بر روی یک هادی، با قطری معادل با قطر هادی که کلمپ قرار است همراه با آن مورد استفاده قرار گیرد، نصب شود. پیچ‌ها و مهره‌ها می‌بایستی مطابق گشتاور نصب تعیین شده بوسیله سازنده سفت شوند. آنگاه این گشتاور تا میزان ۱/۱ مقدار گشتاور نصب مذکور افزایش داده می‌شود. رزوه‌های پیچ‌ها می‌بایستی برای هر تعداد از باز و بسته کردن‌های بعدی قابل استفاده باشند و کلیه بخشهای کلمپ می‌بایستی سالم باقی بمانند. هیچگونه خسارت غیرقابل قبولی نمی‌بایستی برای هادی داخل کلمپ اتفاق بیفتد.

نهایتاً، گشتاور می‌بایستی تا مقداری برابر با دو برابر میزان گشتاور نصب تعیین‌شده یا حداکثر مقدار گشتاور پیشنهادشده بوسیله سازنده پیچ، هرکدام که کوچکتر هستند، افزایش داده شود.

این افزایش گشتاور نمی‌بایستی منجر به تخریب قسمتهای رزوه‌دار یا اجزای متصل به آنها گردد.

۳-٦-۵-کلمپهای کششی[1]، مفصل‌های کششی انتهایی[2] و مفصل‌های کششی میانی[3]

هادی مورد استفاده در آزمون می‌بایستی همان هادی باشد که یراق قرار است همراه با آن مورد استفاده قرار گیرد.

1. Tension clamps
2. Dead – end tension joints
3. Mid – span tension joints

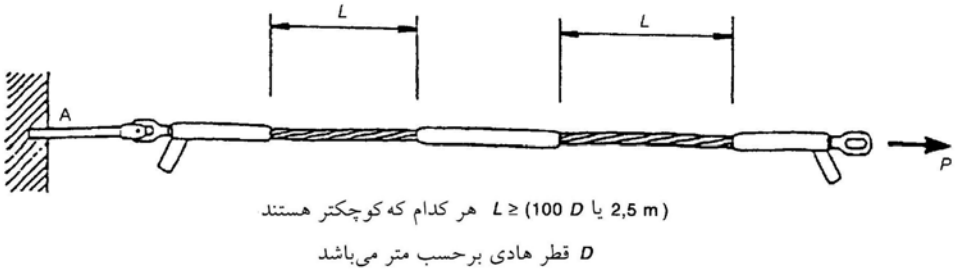
۳-٦-۵-۱- آزمون کشش

یراق می‌بایستی مطابق با توصیه‌های سازنده بر روی هادی یا سیم گارد قرارگرفته و سپس بر روی ماشین آزمون کشش نصب شود. تدابیر ویژه‌ای می‌بایستی به منظور جلوگیری از بازشدن رشته‌های[1] هادی صورت گیرد. طول هادی مابین یراق تحت آزمون و هرگونه کلمپ یا مفصل دیگر که جهت فراهم‌آوردن امکان اجرای آزمون استفاده شده است می‌بایستی معادل یا بزرگتر از ۱۰۰ برابر قطر کلی هادی یا ۲/۵ متر، هرکدام که کوچکتر هستند، باشد.

توجه:

در موقع انجام آزمون بر هادی‌هایی با طول نسبتاً کوتاه بایستی دقت شود که اندازه‌گیریها در هنگام نصب یراق‌آلات صورت گیرد تا از محکم و ثابت بودن رشته‌های هادی اطمینان حاصل شود.

مفصل میانی می‌تواند در مرکز هادی نصب گردد. با این کار مطابق شکل ۳-۶ امکان انجام آزمون به طور همزمان بر روی دو کلمپ یا مفصل کششی انتهایی و یک مفصل میانی کششی فراهم می‌شود.



شکل ۳-٦: یک روش نوعی از نحوه انجام آزمون کشش بر روی کلمپهای کششی، مفصل‌های کششی انتهایی و مفصل‌های کششی

مطابق شکل ۳-۷ نیروی P می‌بایستی به آرامی، تا موقعیکه به مقدار M می‌رسد، افزایش داده شود. مقدار نیروی M می‌بایستی کوچکتر یا مساوی ۲۰ درصد استقامت کششی نامی هادی باشد. سپس یک دستگاه سنجش جابجایی نسبی می‌بایستی به گونه‌ای بر روی نمونه نصب شود که جابجایی نسبی هادی نسبت به یراق را بتوان شناسایی نمود.

درصورت عدم دسترسی به دستگاه اندازه‌گیری جابجایی نسبی، یک نشانه می‌بایستی بر روی هادی به منظور تعیین مقدار جابجایی نسبی درج گردد. نیرو می‌بایستی به آرامی، تا موقعیکه میزان آن به ۶۰ درصد حداقل نیروی شکست معین شده (SMFL) کلمپ یا مفصل کششی می‌رسد، افزایش یابد. پس از رسیدن به این نقطه، نیرو باید برای مدت زمانی برابر با T، که مقدار آن بین سازنده و خریدار توافق شده است، ثابت باقی بماند (T ≥ یک ساعت).

آنگاه آزمون می‌بایستی مطابق با یکی از گزینه‌های زیر ادامه پیدا کند:

الف ـ بدون اینکه تنظیم مجددی در یراق صورت پذیرد، نیرو باید در مدت زمانی که نمی‌بایستی کمتر از۳۰ ثانیه باشد به طور پیوسته و یکنواخت افزایش داده شود تا موقعیکه میزان آن به حداقل نیروی شکست معین شده (SMFL) برسد. پس از آن، نیرو می‌بایستی حداقل به مدت۶۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند. آنگاه در صورت توافق بین سازنده و خریدار، نیرو باید به آرامی

1. Bird caging

تا موقعیکه کلمپ، مفصل یا رشته‌های هادی دچار شکست یا پارگی می‌شوند افزایش یابد. نیروی شکست تنها به منظور اطلاع می‌بایستی ثبت شود.

ب ـ بدون اینکه تنظیم مجددی در یراق صورت پذیرد، نیرو باید به طور یکنواخت و پیوسته افزایش یابد تا موقعیکه شکست واقع شود. نیروی شکست می‌بایستی ثبت شود.

معیار پذیرش

- آزمونهای نوعی

آزمون موفقیت‌آمیز خواهد بود اگر هیچگونه جابجایی نسبی بین هادی و کلمپ یا مفصل مشاهده نشود و هیچگونه شکستی در مفصل، کلمپ یا هادی واقع نشود.

در مورد گزینه الف، این شرایط می‌بایستی در ابتدا و یا قبل از اتمام اعمال نیروی SMFL برای مدت زمان ۶۰ ثانیه برقرار باشد و درمورد گزینه ب، این شرایط می‌بایستی در نیرویی برابر یا کوچکتر از SMFL برقرار باشد.

- آزمونهای نمونه‌ای

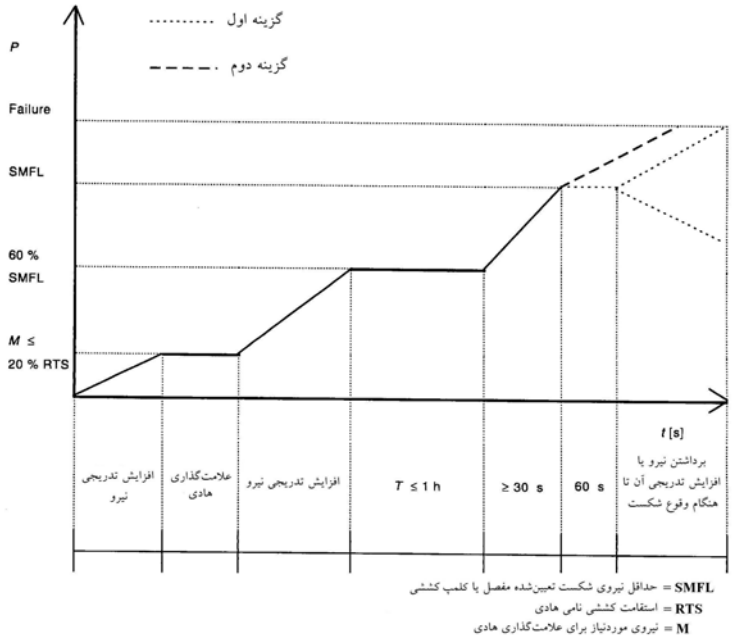
همانگونه که در بند ۳-۱-۲ بیان گردید، اطلاعات آزمون می‌بایستی همراه با روش نمونه‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفته باشد و معیار پذیرش می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد. درصورت نظارت بوسیله روش قطعی، هر یراقی که نیازمندیهای معین‌شده در معیار پذیرش آزمونهای نوعی را برآورده سازد، می‌بایستی به عنوان یک واحد منطبق به حساب آید.

توجه:

برای این آزمون نیروی SMFL به فک متصل به کلمپ یا مفصل قرار گرفته بر روی هادی اعمال می‌شود و برابر است با:

$$SMFL=X(0.95\times RTS)$$

که در آن X کوچکتر یا مساوی با یک می‌باشد و بوسیله خریدار تعیین می‌شود.



شکل ۳-۷: نرخ افزایش نیرو در آزمون کشش اعمالی به کلمپهای کششی، مفصل‌های کششی انتهایی و مفصل‌های کششی

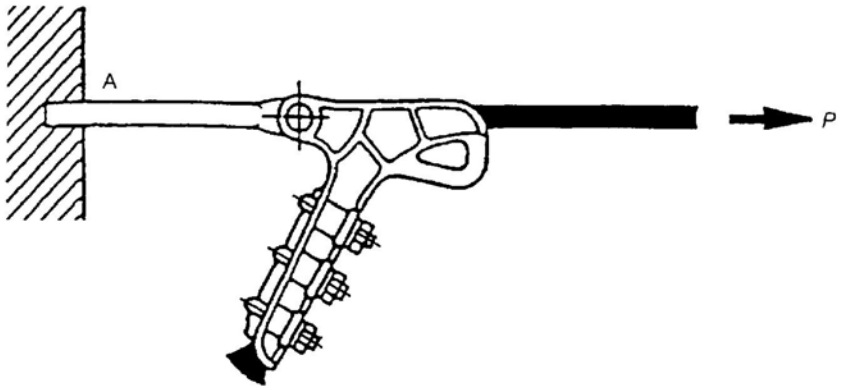
۳-٦-٥-۲- آزمون نیروی تخریب مکانیکی و نیروی شکست مکانیکی

یراق باید در یک ماشین آزمون کششی قرار داده شود. مطابق شکل ۳-۸، هادی می‌بایستی با یک مفتول گرد یا کابل فولادی از سایز مشابه جایگزین شود.

روش افزایش نیرو در حین آزمون و روش ارزیابی نتایج آزمون می‌بایستی مطابق توضیحات ارائه شده برای آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست یراق‌آلات مجموعه مقره در بند ۳-۶-۳ باشد.

توجه:

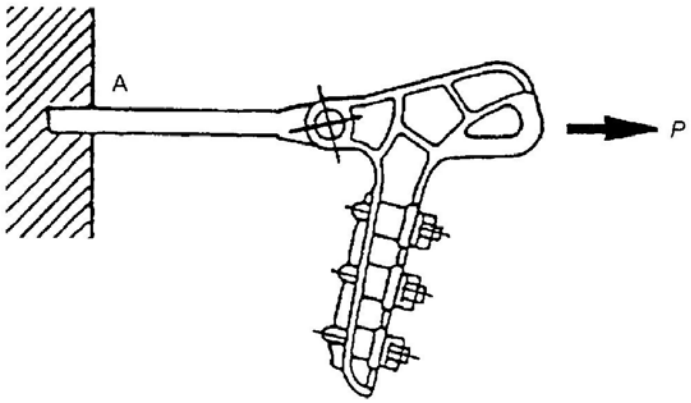
این آزمون حاکی از استقامت یراق به تنهایی می‌باشد.



شکل ۳-۸: یک روش نوعی از نحوه انجام آزمون نیروی تخریب مکانیکی و نیروی شکست مکانیکی بر روی کلمپهای کششی و مفصل‌های کششی

۳-٦-٥-۳- آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی بر روی قطعه الحاقی تعبیه شده جهت استفاده هنگام نصب

این آزمون می‌بایستی مطابق آرایش نشان داده شده در شکل ۳-۹ (یا آرایش مشابه) انجام شود. روش افزایش نیرو در حین آزمون و روش ارزیابی نتایج آزمون می‌بایستی مطابق توضیحات ارائه شده جهت آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست یراق‌آلات مجموعه مقره در بند ۳-۶-۳ باشد.



شکل ۳-۹: یک روش نوعی از نحوه انجام آزمون نیروی تخریب و نیروی شکست مکانیکی بر روی قطعه الحاقی تعبیه شده جهت استفاده در هنگام نصب

۳-٦-٥-٤- آزمون سفت‌کردن پیچ‌گیره

این آزمون می‌بایستی مطابق توضیحات ارائه شده در بند ۳-۶-۴ به عمل آید.

۳-٦-٦- یراق‌آلات نیمه کششی[1]

هادی مورد استفاده در آزمون می‌بایستی همان هادی باشد که یراق قرار است همراه با آن مورد استفاده قرار گیرد. اگر یک سایز مشخص از یراق برای سایز مختلفی از یک هادی عرضه می‌شود، آزمون می‌بایستی بر روی بزرگترین و کوچکترین سایزهای هادی به عمل آیند. در مورد رابط‌های T شکل[2] آزمون با استفاده از ترکیبات بزرگترین و کوچکترین سایز هادی انجام می‌شود. در مواردی که مجموعه‌ای از یراق‌های هادی به عنوان طراحی متداول شناخته می‌شود و مجموعه مذکور شامل سه یا تعداد بیشتری سایز مختلف می‌باشد، آزمون نوعی می‌بایستی بر روی بزرگترین و کوچکترین سایز و یک سایز میانه از یراق به عمل آیند. اگر یک یراق برای استفاده همراه با هادیهایی با بیش از یک نوع ماده عرضه می‌شوند (همچون مس، کادمیم مس، آلومینیوم، آلیاژ آلومینیوم، ACSR)، آنگاه آزمونهای نوعی می‌بایستی بر روی هر یک از هادی‌ها و مواد بعمل آیند.

۳-٦-٦-۱- یراق‌آلات نیمه‌کششی غیر از رابط‌های T شکل

- آزمون کششی

مفصل مورد نظر می‌بایستی مطابق با روش پیشنهادی سازنده بر روی هادی‌هایی از سایز و نوعی که قرار است در عمل همراه با آنها مورد استفاده قرار گیرد، نصب شود. سپس ترکیب فراهم شده می‌بایستی در داخل یک ماشین آزمون کششی قرار گرفته و به گونه‌ای مهار شود که نیروی آزمون در راستای هادی اعمال گردد.

روش افزایش نیرو در حین آزمون و معیار ارزیابی نتایج آزمون می‌بایستی مطابق توضیحات ارائه شده برای آزمون کشش در بند ۳-۶-۵-۱ باشد.

۳-٦-٦-۲- رابط‌های T شکل

- آزمونهای کشش با کشش مکانیکی مابین مفصل و هادی T شکل

آزمون تشریح شده در بند ۳-۶-۶-۱ می‌بایستی تحت شرایطی که نیروی کششی مابین مفصل و هادی T شکل در جهتی که در آن هادی T شکل از اتصال خارج می‌شود، اعمال شود.

- آزمون کشش با کشش مکانیکی بر روی هادی اصلی

نیروی کششی معادل با ۱۰درصد استقامت کششی نامی (RTS) هادی اصلی می‌بایستی در طول هادی اصلی از سایز و نوعی که اتصال قرار است همراه با آن به کار برده شود، اعمال گردد. مفصل، که همراه با هادی T شکل مونتاژ شده است، می‌بایستی مطابق

1. Partial tension fittings
2. T connectors

روش پیشنهادی سازنده بر روی هادی اصلی نصب گردد. طول هادی از دو طرف مفصل T شکل می‌بایستی معادل یا بزرگتر از ۱۰۰برابر قطر کلی هادی یا ۲/۵ متر، هرکدام که کوچکتر هستند، باشد.

نیرو باید به آرامی، تا زمانی که مقدار آن به ۵۰ درصد RTS هادی می‌رسد، افزایش یابد. سپس نیروی اعمالی می‌بایستی برای مدت زمان ۱۲۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند.

بدون انجام هرگونه تنظیم مجدد در یراق، نیرو باید در مدت زمانی که نمی‌بایستی کمتر از ۳۰ ثانیه باشد تا موقعیکه میزان آن به ۹۵ درصد RTS هادی می‌رسد یکسره افزایش یابد. سپس نیروی اعمالی می‌بایستی برای مدت زمان حداقل ۶۰ ثانیه در این مقدار ثابت باقی بماند.

معیار پذیرش

آزمون موفقیت‌آمیز خواهد بود اگر هیچ‌گونه پارگی در هادی اصلی مشاهده نشود.

۳-۶-۷- غلاف‌های تعمیری[1]

- آزمون کشش

هادی انتخابی، از سایز و نوعی که غلاف قرار است همراه با آن مورد استفاده قرار گیرد، می‌بایستی دارای چندین رشته بریده شده کنار هم بر روی لایه خارجی‌اش باشد. تعداد و محل رشته‌های بریده شده باید در حادترین وضعیت ممکنه‌ای باشد که غلاف جهت آن طراحی شده است.

آنگاه غلاف می‌بایستی مطابق دستورالعملهای سازنده بر روی هادی آسیب دیده و به منظور تعمیر آن مونتاژ گردد.

مجموعه تدارک دیده شده باید در یک ماشین آزمون کششی قرار داده شود و به گونه‌ای مهار گردد که شرایط سرویس واقعی شبیه‌سازی شود و از بازشدن رشته‌های هادی جلوگیری به عمل آید.

طول هادی در دو طرف غلاف تعمیری می‌بایستی معادل یا بزرگتر از ۱۰۰ برابر قطر کلی هادی یا ۲/۵متر، هر کدام که کوچکتر هستند، باشد.

نهایتاً آزمون کشش تشریح‌شده در بند ۳-۶-۵-۱ می‌بایستی انجام گیرد.

۳-۶-۸- یراق‌آلات حفاظتی مقره

خریدار می‌بایستی روش‌های آزمونی مربوطه و معیارهای پذیرش را تشریح یا توافق نماید.

1. Repair sleeves

۳-۷- آزمون تلفات مغناطیسی

این آزمون نوعی به منظور ارزیابی تلفات مغناطیسی کلمپهای آویزی و کلمپهای کششی از نوع U-bolt برای هادیهای خطوط هوایی (کلمپهای مورد استفاده جهت سیم‌های زمین مورد نظر نیستند) به عمل می‌آید. این آزمون می‌بایستی براساس توافق بین سازنده و خریدار (مطابق بند ۳-۱-۲ و جدول ۳-۱) انجام گیرد.

- رویه آزمون

جریانی با فرکانس شبکه مطابق شکل ۳-۱۰ می‌بایستی از طول مناسبی از هادی عبور داده شده و در این حالت تلفات توان با و بدون یراق‌آلات نصب شده بر روی هادی اندازه‌گیری شود. در صورتی که در شرایط سرویس واقعی از میله‌های محافظ همراه با هادی استفاده می‌شود، در آزمون نیز این میله‌ها می‌بایستی بکار گرفته شوند. هندسه مدار آزمون باید دقیقاً برای هر دو اندازه‌گیری یکسان باشد. در هر حالت، می‌بایستی به هادی اجازه داده شود تا به دمای حالت ماندگارخود برسد. هادی مورد استفاده باید دارای حداکثر قطری باشد که یراق برای آن طراحی شده است. برای اندازه‌گیری تلفات توان یراق، حداقل می‌بایستی تعداد پنج واحد بر روی هادی با فواصل بزرگتر از ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر نصب شوند. یراق‌آلات تحت آزمون می‌بایستی به کمک یک منبع ولتاژ ac با فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز و دامنه‌ای که قادر به تأمین جریان مشخص شده در جدول ۳-۲ باشد، انجام گیرد. در مواردی که از کابل‌های متریک استفاده به عمل نمی‌آید، جریان آزمون باید برابر با مقدار کوچک نزدیک به معادل متریک سایز هادی انتخاب گردد.

جدول ۳-۲: مقادیر جریان‌های مورد استفاده برای آزمون تلفات مغناطیسی

سطح مقطع هدایت‌کننده (mm^2)	جریان (آمپر)	
	آلومینیوم و آلیاژ آلومینیوم	مس
۲۵	۱۱۵	۱۲۵
۵۰	۱۷۵	۲۳۰
۷۵	۲۳۰	۳۱۰
۱۰۰	۲۷۵	۳۶۵
۱۵۰	۳۵۵	۴۷۰
۲۰۰	۴۳۵	۵۷۵
۲۵۰	۵۰۰	۶۷۰
۳۰۰	۵۶۵	۷۶۰
۴۰۰	۶۸۰	۹۱۰
۵۰۰	۷۸۵	۱۰۳۰
۶۰۰	۸۷۵	۱۱۴۰
۷۰۰	۹۵۵	۱۲۴۰
۸۰۰	۱۰۲۵	۱۳۳۰
۹۰۰	۱۱۰۰	۱۴۱۰
۱۰۰۰	۱۱۷۰	۱۴۹۰

توجه: برای سطوح مقطعی که درحد فاصل مقادیر ارائه شده قرار می‌گیرند، اولین سطح مقطع بزرگتر بعدی انتخاب می‌شود.

معیار پذیرش

آزمون موفقیت‌آمیز خواهد بود اگر تلفات مغناطیسی کلمپ کمتر یا معادل با حاصلضرب q در تلفات توان در واحد طول هادی باشند. به عبارت دیگر رابطه زیر می‌بایستی برقرار باشد:

$$\frac{P_D - P_C}{N} \le q.\frac{P_C}{L} \qquad (۱-۳)$$

که در آن:

P_C : تلفات توان طول مرجع هادی بدون یراق‌ها، برحسب وات

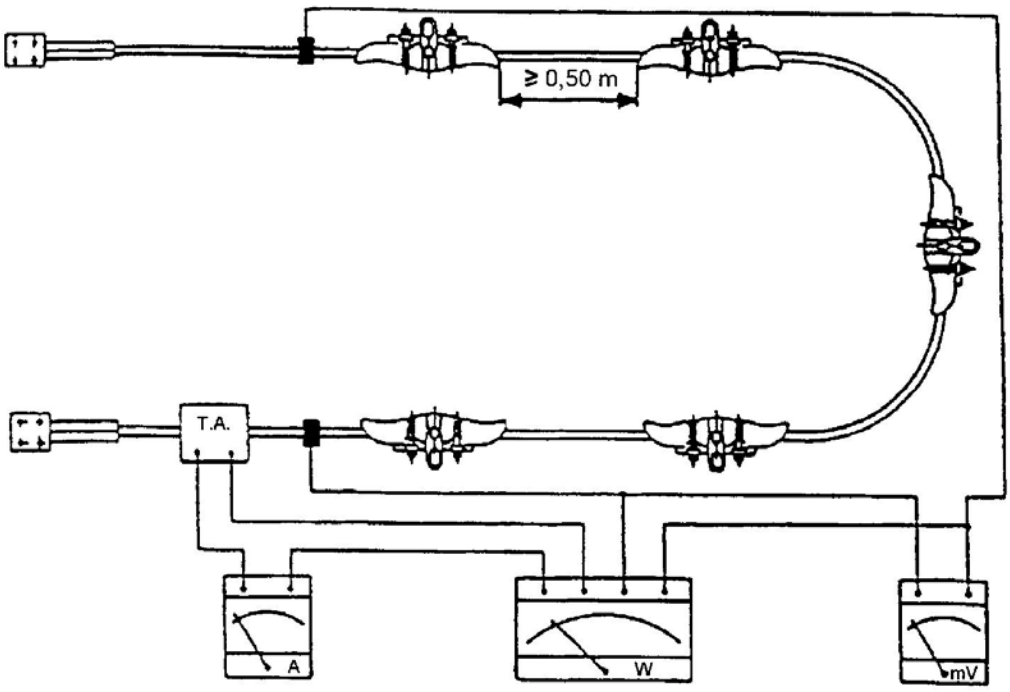
P_D: تلفات توان طول مرجع هادی همراه با یراق‌ها، برحسب وات

L : طول مرجع هادی، برحسب متر

N : تعداد یراق‌های نصب شده بر روی هادی

q: ضریب ارزیابی می‌باشد.

جز در مواردی که بوسیله سازنده یا خریدار مشخص شده باشد، مقدار ضریب q می‌بایستی برابر یک درنظر گرفته شود.



شکل ۳-۱۰: نحوه انجام آزمون تلفات مغناطیسی

۳-۸- آزمونهای دوره حرارتی

۳-۸-۱- هدف آزمونها

آزمونهای دوره حرارتی جزء آزمونهای نوعی محسوب شده و به منظور بررسی عملکرد الکتریکی طولانی مدت مفصل‌های حامل جریان انجام می‌شوند.

درصورتی که یک طراحی از مفصل قادر باشد نیازمندیهای ذکرشده در این بند را برآورده نماید، آنگاه انتظار می‌رود که در شرایط سرویس واقعی مقاومت الکتریکی مفصل پایدار باقی بماند، دمای مفصل از دمای هادی که به آن متصل شده است بیشتر نشود و اگر طراحی و کاربرد ویژه‌ای از مفصل مستلزم اعمال آزمونهای اضافه جریان کوتاه‌مدت باشد، این قبیل جریانها موجب بروز آثار نامطلوب بر روی عملکرد مفصل‌ها نشوند.

۳-۸-۲- مفصل‌ها

مفصل‌های حامل جریان از نوع پرسی و دیگر فرمهای رابطهای مکانیکی[1] را می‌توان از دیدگاه استقامت کششی به دو گروه اصلی مفصل‌های کششی و مفصل‌های غیرکششی تقسیم‌بندی نمود (به پیوست ۳-۳ مراجعه نمایید).

۳-۸-۲-۱- درجه حرارت‌های کاری

آزمونهای دوره حرارتی ارائه شده در این بخش قابل اعمال به مفصل‌هایی هستند که به همراه هادی‌هایی با حداکثر دمای کاری مجاز به شرح ذیل بکار می‌روند:

- تحت شرایط عبور جریان دائم، جریان نامی دمای کاری کوچکتر یا مساوی ۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.
- تحت شرایط اتصال کوتاه، دمای کاری کوچکتر یا مساوی ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

درموارد ویژه، اگر مفصلی برای دماهایی بالاتر از مقادیر فوق طراحی شده باشد، دماهای آزمونهای ارائه شده در بندهای ۳-۸-۵-۲ و ۳-۸-۵-۳ می‌بایستی متعاقباً براساس توافق بین سازنده و خریدار اصلاح شوند.

۳-۸-۲-۲- رده‌بندی مفصل‌ها برای اهداف آزمون

اگرچه که امکان تعیین دقیق کلیه مصارف ممکنه مفصل مقدور نیست اما دو رده از مفصل‌ها برای اهداف آزمون به شرح ذیل تعریف می‌شوند:

- ردهA: مفصل‌هایی که تنها تحت آزمونهای دوره حرارتی الکتریکی قرار می‌گیرند. مفصل‌های کششی نمونه‌ای از مفصل‌های رده A به شماره می‌آیند.
- رده B: مفصل‌هایی که تحت آزمون دوره حرارتی الکتریکی و یک پالس جریان بالای کوتاه‌مدت قرار می‌گیرند. مفصل‌های غیرکششی نمونه‌ای از اتصالات رده B به شمار می‌آیند.

1. Mechanical connectors

آزمون پالس جریان بالای کوتاه‌مدت درمورد مفصل‌های رده A حذف شده است، چراکه ساختار مفصل‌های کششی به منظور ارائه مشخصات مکانیکی مطلوب به اندازه‌ای محکم است که نیازی به انجام این آزمون نمی‌باشد. اما درمورد مفصل‌هایی که متشکل از رشته‌های فرم داده شده به صورت مارپیچی هستند، به علت غیریکنواخت بودن مسیر عبور جریان در کلیه رشته‌ها، این آزمون مورد نیاز خواهد بود.

با این حال، درصورت توافق بین سازنده و خریدار می‌توان آزمون پالس جریان بالای کوتاه‌مدت را هم بر روی مفصل‌های رده A به عمل آورد.

۳-۸-۳- نمونه‌های آزمون

چهار عدد از مفصل‌ها می‌بایستی تحت آزمون قرار گیرد. رابطهای مورد استفاده در آزمون بایدکاملاً مشابه با رابطهای ارائه شده جهت فروش باشند.

۳-۸-۳-۱- رابطهای چند سایزی[1]

در حالت کلی، رابطها می‌بایستی برای کلیه آرایش‌هایی از هادی، که رابطها جهت آنها طراحی شده‌اند، تحت آزمون قرار گیرند.

با این حال، درصورت توافق با خریدار و به منظور محدود نمودن تعداد آزمونها، اگر یک رابط برای بیش از یک سایز هادی طراحی شده باشد، آزمون می‌بایستی برروی بزرگترین و کوچکترین سایزهای هادی و در گستره طراحی ادعاشده از طرف سازنده به عمل آید.

۳-۸-۳-۲- آماده‌سازی قبل از انجام آزمون

قبل از انجام آزمون، سطوح تماس رابطها و هادی‌ها می‌بایستی مطابق با دستورالعملهای سازنده آماده شود. رابطها می‌بایستی مطابق دستورالعملهای سازنده بر روی هادی‌هایی از سایز و نوعی که با آنها به کار می‌روند نصب شده و هیچگونه عمل اضافی دیگری نمی‌بایستی انجام شود. مفصل‌ها به هیچوجه نباید مجدداً سفت شوند.

۳-۸-۳-۳- ثبت اطلاعات نمونه‌ها

اطلاعات فنی رابطها و هادی‌ها می‌بایستی قبل از آغاز هر یک از آزمونها ثبت گردد. این اطلاعات عبارتند از:

- **رابطها**
- کارخانه سازنده، شماره کاتالوگ یا مرجع
- رده مفصل (A یا B)
- شیوه مونتاژنمودن: روش آماده‌سازی سطوح مفصل، گریس مفصل (در صورت استفاده)، جزئیات روش نصب و ابزارهایی که می‌بایستی مورد استفاده قرار گیرند.

1. Malti– range connectors

- **هادی‌ها**
  - مشخصات
  - جنس
  - سایز و تعداد رشته‌های هادی

۳-۸-٤- آرایش‌های آزمون

۳-۸-٤-۱- شرایط آزمون

آزمون می‌بایستی تحت شرایطی که امکان گردش آزادانه هوا در آن میسر است و در دمای محیط مابین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد انجام گیرد. آرایش آزمون می‌بایستی به‌گونه‌ای تدارک دیده شود که فاصله مابین مفصل‌ها یا دیگر رابط‌های استفاده شده در دستگاه آزمون به اندازه‌ای باشد که از تداخل حرارتی آنها اجتناب به عمل آید. از طرف دیگر آرایش آزمون باید به‌گونه‌ای تدارک دیده شود که امکان گردش آزادانه هوا در اطراف تجهیزات آزمون، به منظور خنک‌شدن آنها به طریق همرفت طبیعی[1] فراهم شود. چنانچه از روش‌های خنک‌کنندگی مؤثرتری استفاده می‌شود، این روش‌ها می‌بایستی کل مجموعه را به طور یکنواخت تحت تاثیر قرار دهند.

آزمونها می‌بایستی بر روی هادی‌های نو انجام گرفته و یک نیروی مکانیکی به صورت کششی (که نمی‌بایستی بیش از ۲۰ درصد استقامت کششی نامی هادی اصلی باشد) می‌تواند به مجموعه متشکل از مفصل‌های کششی اعمال شود (به پیوست ۳-۳ مراجعه نمایید).

۳-۸-٤-۲- هادی مرجع

برای اندازه‌گیری‌های مقاومت و حرارت، آرایش آزمون می‌بایستی شامل طولی از هادی فاقد مفصل نیز باشد. این هادی می‌بایستی به عنوان مبنایی برای اندازه‌گیری‌های مقاومت و درجه حرارت مورد استفاده قرار گیرد. اگر یک مفصل به‌گونه‌ای است که دو سایز مختلف از هادی را بتوان با آن مورد استفاده قرار داد، هادی با سایز کوچکتر می‌بایستی به عنوان هادی مرجع مورد استفاده قرار گیرد. طول هادی مرجع می‌بایستی بیشتر از ۱۰۰ برابر قطرش، تا حداکثر مقدار ۴ متر، باشد.

۳-۸-٤-۳- نقاط پتانسیل[2]

برای اندازه‌گیری مقاومت، نقاط پتانسیل می‌بایستی بر روی هادی در فاصله‌ای ۲۵ میلیمتری از دو انتهای کلیه مفصل‌های تحت آزمون قرار گیرند. برای هادی مرجع، می‌بایستی از نقاط پتانسیل مفصل‌ها که در پیوست‌های ۳-۴ و ۳-۵ نشان داده شده‌اند استفاده نمود.

1. Natural convection
2. Potential points

توجه:

برای مشاهده گونه‌ای از روشهای عملی تهیه نقاط پتانسیل به پیوست ۳-۶ مراجعه نمایید. سایر انواع نقاط پتانسیلی که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز می‌تواند به کار رود.

۳-۸-٤-٤- نصب حلقه آزمون[1]

آرایش‌های نمونه حلقه آزمون در پیوست‌های ۳-۴ و ۳-۵، به همراه حداقل طولهایی از هادی که مابین مفصل‌ها و دیگر رابطها قرار می‌گیرند، نشان داده شده است.

در صورت توافق بین سازنده و خریدار، درمورد مفصل‌های T شکل هر دو مسیر جریان می‌تواند به صورت جداگانه تحت آزمون قرارگیرد.

۳-۸-٤-٥- اندازه‌گیری‌ها

- اندازه‌گیری مقاومت

مقاومت هر مفصل تحت آزمون و هادی مرجع می‌بایستی مابین نقاط پتانسیلی که مطابق بند ۳-۸-۴-۳ نصب شده‌اند، اندازه‌گیری شوند.

در هنگام اندازه‌گیری مقاومت، دمای هادی مرجع و دمای مفصل تحت آزمون می‌بایستی قرائت شده و مقدار مقاومت بدست‌آمده را می‌بایستی به کمک رابطه ذیل برای دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تصحیح نمود:

$$R_{20} = \frac{R_\theta}{1+\alpha_{20}(\theta-20)} \qquad (۲-۳)$$

که در آن:

R_θ: مقاومت اندازه‌گیری شده

θ: دمای مفصل یا هادی مرجع در هنگام اندازه‌گیری مقاومت آن، برحسب درجه سانتی‌گراد

α_{20}: ضریب حرارتی مقاومت می‌باشد. مقدار این کمیت را برای مس، آلومینیوم و هادی ACSR می‌توان برابر $۴\times۱۰^{-۳}\ \frac{۱}{^\circ C}$ و برای آلیاژ آلومینیوم برابر $۳/۶\times۱۰^{-۳}\ \frac{۱}{^\circ C}$ درنظر گرفت.

اندازه‌گیری مقاومت می‌بایستی به کمک جریان مستقیمی که مقدار آن نمی‌بایستی بیش از ۱۰ درصد جریان متناوب آزمون باشد، انجام شود. اتصالات جریانی که به صورت موقت برای اندازه‌گیری مقاومت مورد استفاده قرار می‌گیرند باید در فاصله‌ای مشخص (که نمی‌بایستی کمتر از ۵۰ برابر قطر هادی باشد) از مفصل قرار گرفته باشند. این اتصالات می‌بایستی به‌گونه‌ای تدارک دیده شوند که به نحو مؤثری با کلیه رشته‌هایی از هادی که قرار است در محاسبه مقاومت معادل آن به حساب آیند در تماس باشند.

دستگاه‌های اندازه‌گیری استفاده‌شده برای اندازه‌گیری مقاومت می‌بایستی دارای دقتی در محدوده یک درصد یا ۰/۵ میکرواهم (هرکدام که بزرگتر است، وقتیکه دستگاه اندازه‌گیری ازطریق یک میله مقاومتی استاندارد تأییدشده کالیبره می‌شود) باشد.

1. Test loop

توجه:

درصورت استفاده از روش ارزیابی محاسباتی ارائه شده در پیوست ۳-۸، خطاهای اندازه‌گیری ممکن است موجب افزایش احتمال ردشدن یراق‌آلات گردد. بدین منظور توجه به نکات زیر ضروری می‌باشد:

- ولتاژ القایی ترموالکتریک می‌تواند دقت اندازه‌گیری مقاومت‌های کوچک را تحت‌الشعاع قرار دهد (در حدود ۱۰ $\mu\Omega$). برای تعدیل این مسئله می‌بایستی با عکس نمودن جریان اندازه‌گیری در بین قرائتها دو بار مقاومت را اندازه‌گیری نمود و آنگاه متوسط این دو قرائت به عنوان مقاومت واقعی نمونه درنظر گرفته می‌شود.
- مدت زمانی که به نمونه‌ها اجازه داده می‌شود تا قبل از اندازه‌گیری مقاومت، خنک شوند می‌تواند مقدار مقاومت اندازه‌گیری‌شده را تحت تأثیر قرار دهد و لذا باید مدت زمان مناسبی را جهت این امر پس از قطع‌نمودن جریان آزمون درنظر گرفت. برای مفصل‌های بزرگتر از ۲۰۰ mm^2، این زمان ممکن است تا ۱۲ ساعت نیز به طول بیانجامد. به منظور کاهش کل زمان آزمون، خنک‌کردن اجباری نمونه‌ها مجاز می‌باشد.

- اندازه‌گیری‌های دما

دمای مفصل‌ها یا هادی‌های مرجع به همراه دمای محیط می‌بایستی به کمک ترموکوپلها یا دیگر وسایل اندازه‌گیری مناسب، با دقت ۲ درجه سانتی‌گراد یا بهتر، اندازه‌گیری شوند.

درمورد مفصل، دمایی که ثبت می‌شود می‌بایستی دمای گرم‌ترین قسمت سطح آن باشد. ترموکوپل می‌تواند به شیوه مناسبی در داخل سوراخ کوچکی که در مفصل ایجاد شده است وارد شود و یا به نحو مطمئنی به سطح بیرونی آن اتصال یابد.

درمورد هادی مرجع، ترموکوپل می‌بایستی در وسط هادی قرار گرفته و به نحو مطمئنی یا در داخل سوراخ کوچکی که در یک هادی صلب ایجاد شده است فرو برده شود و یا اینکه در لابه‌لای رشته‌های لایه خارجی یک هادی رشته‌ای قرار گیرد (به پیوست‌های ۳-۴ و ۳-۵ مراجعه نمایید).

- اندازه‌گیری اضافه جریان کوتاه‌مدت (مفصلهای رده B)

پیشنهاد می‌شود که اندازه و مدت زمان تداوم شکل موج اضافه‌جریان کوتاه‌مدت به کمک اسیلوسکوپهایی که قابلیت ذخیره شکل موج را دارند و یا روشهای مشابه دیگر ثبت شود.

۳-۸-۵- روال انجام آزمون دوره حرارتی

۳-۸-۵-۱- کلیات

آزمون دوره حرارتی می‌بایستی متشکل از N دوره بارگذاری الکتریکی باشد. تعداد دوره‌ها می‌بایستی مطابق جدول ۳-۳ انتخاب شود. پالسهای جریان بالای کوتاه‌مدت می‌بایستی به مفصل‌های رده B مطابق بند ۳-۸-۳-۱ و همچنین به مفصل‌های رده A، وقتیکه N=100 است، اعمال شود.

هر دوره آزمون، شامل یک پریود گرمایش و متعاقب آن یک پریود سرمایش است. در پریود گرمایش مجموعه تحت آزمون بوسیله جریان آزمون بارگذاری شده و در پریود سرمایش جریان آزمون قطع می‌شود.

آزمون دوره حرارتی می‌بایستی به کمک جریان متناوب انجام گیرد.

۳-۸-۵-۲- مفصل‌های رده A

- رویه آزمون

مفصل‌های رده A می‌بایستی بوسیله دوره حرارتی که در ذیل تشریح می‌گردد، تحت آزمون قرار گیرند:

جدول ۳-۳: شرایطی برای آزمون دوره حرارتی

N	T_f (°C)	N_{SC}
۱۰۰۰	۷۰	۳*
۵۰۰	۱۰۰	۳*
۱۰۰	۱۳۰***	۸**

N = تعداد دوره‌ها

T_f = میزان افزایش دمای هادی مرجع نسبت به دمای محیط

N_{SC} = تعداد پالسهای اتصال کوتاه برای مفصل‌های رده B

*= پالسها پس از N دوره اعمال می‌شوند.

** = پالسها پس از N/2 دوره اعمال می‌شوند.

*** = برای انواع هادی‌ها، افزایش دما به‌علاوه دمای محیط می‌بایستی کمتر از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد باشد.

الف- آزمون می‌بایستی بر روی مفصل‌هایی که مطابق بند ۳-۸-۳-۳ تدارک دیده شده‌اند به عمل آید. قبل از آغاز دوره گرمایش و پس از آنکه چهار نمونه مفصل برای انجام آزمون آماده گردیدند، مقاومت هر مفصل و مقاومت هادی مرجع می‌بایستی مطابق توضیحات بند ۳-۸-۴-۵ اندازه‌گیری شوند. بادرنظرگرفتن طول مفصل، مقاومت یک طول معادل از هادی مرجع آنگاه می‌بایستی محاسبه شود.

ب- سپس جریان آزمون می‌بایستی از مجموعه تدارک دیده شده عبور داده شود. مقدار و مدت زمان تداوم جریان آزمون می‌بایستی به‌گونه‌ای باشد که میزان دمای هادی مرجع نسبت به دمای محیط به اندازه T_f (با ۵+ درجه سانتی‌گراد تلورانس) افزایش یافته و برای مدت زمان ۳۰ دقیقه در این دما باقی بماند. استفاده از یک جریان اولیه با مقدار کوچکتر از ۱۵۰ درصد جریان آزمون، به منظور تسریع در مدت زمان لازم برای گرم‌شدن هادی تا حدی که اختلاف آن نسبت به دمای محیط برابر با T_f (با ۵+ درجه سانتی‌گراد تلورانس) شود، مجاز می‌باشد.

ج- در پایان دوره گرمایش، جریان می‌بایستی قطع‌شده و به هادی اجازه داده شود تا دمایی در محدوده ۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای محیط خنک شود. استفاده از دمنده‌ها جهت کاهش دوره زمانی مجاز است.

د- این عملیات می‌بایستی برای تعداد دوره‌های گرمایش و سرمایشی معادل با $\frac{N}{۱۰}$ (با میزان تلورانس برابر با $\pm\frac{N}{۵۰}$ دوره‌ها) تکرار شود.

هـ- در یک فرصت مناسب درحین پنج دوره آخر از $\frac{N}{۱۰}$ دوره‌ها (با میزان تلورانس برابر با $\pm\frac{N}{۵۰}$ دوره‌ها)، دمای هادی و دمای هر مفصل می‌بایستی، در حین آخرین ۱۵ دقیقه از پریود ۳۰ دقیقه‌ای، اندازه‌گیری شود.

و- سپس می‌بایستی به مجموعه آزمون اجازه داده شود تا دمای محیط خنک شود و مقاومت هر مفصل اندازه‌گیری و ثبت شود.

ز- آنگاه دوره حرارتی می‌بایستی با اندازه‌گیری دما و مقاومت در انتهای هر $\frac{N}{۱۰}$ دوره‌ها دنبال شود تا اینکه $\frac{N}{۲}$ دوره‌ها تکمیل شود.

ح- سپس $\frac{N}{۲}$ دیگر از دوره‌ها می‌بایستی همراه با اندازه‌گیری مقاومت درهر $\frac{N}{۲۰}$ دوره‌ها (با میزان تلورانس برابر با $\pm\frac{N}{۱۰۰}$ دوره‌ها) و اندازه‌گیری دما در هر $\frac{N}{۱۰}$ دوره‌ها (با میزان تلورانس برابر با $\pm\frac{N}{۵۰}$ دوره‌ها) به عمل آید.

مفصل‌ها نمی‌بایستی درحین آزمون سفت شوند یا مجدداً تنظیم گردند.

رویه آزمونی فوق به صورت شماتیک در پیوست ۳-۷ نشان داده شده است.

در مواقعی که آزمونهای جریان بالای کوتاه‌مدت مورد نیاز باشند، این آزمونها می‌بایستی مطابق توضیحات ارائه‌شده برای مفصل‌های رده B در بند ۳-۸-۵-۳ به عمل آیند.

- معیار پذیرش مفصل‌های کلاس A

هر مفصل می‌بایستی معیارهای زیر را برآورده نماید:

۱) مقاومت اولیه مفصل نمی‌بایستی با متوسط مقاومت اولیه هر یک از چهار مفصل استفاده شده در آزمون بیش از ۳۰ درصد اختلاف داشته باشد.

۲) دمای سطح مفصل، که در هر سری $\frac{N}{۱۰}$ از دوره‌ها و هنگام برقرار بودن جریان آزمون اندازه‌گیری شده است، نمی‌بایستی بیش از دمای هادی مرجع باشد.

۳) مقاومت الکتریکی مفصل، که در هر سری $\frac{N}{۱۰}$ از دوره‌ها و در دمای محیط اندازه‌گیری شده است، نمی‌بایستی از ۷۵ درصد مقاومت اندازه‌گیری شده در طول معادلی از هادی مرجع بیشتر باشد.

۴) مقاومت متوسط مفصل در طول $\frac{N}{۲}$ دوره‌های بعدی نمی‌بایستی بزرگتر از ۵۰ درصد مقاومت اولیه مفصل باشد.

۵) از طریق یک منحنی، که مقاومت را در ازای تعداد دوره‌ها نشان می‌دهد، می‌بایستی با احتمالی قابل قبول ثابت شود که میزان افزایش مقاومت در طول $\frac{N}{۲}$ دوره‌های بعدی بیش از ۱۵ درصد مقاومت متوسط در طول دوره‌ای یکسان نمی‌باشد. روش استفاده شده برای تعیین این احتمال می‌تواند مطابق با پیوست ۳-۸ باشد.

۳-۸-۵-۳- مفصل‌های رده B

- رویه آزمون

الف- پالسهای جریان بالای کوتاه‌مدت می‌بایستی به آرایش آزمون اعمال شود.

ب- اگر تعداد دوره‌های حرارتی (N) برابر ۱۰۰۰ یا ۵۰۰ است، سه پالس جریان بالای کوتاه‌مدت می‌بایستی پس از(N) دوره حرارتی اعمال شود (به جدول ۳-۳ مراجعه نمایید).

آزمون می‌بایستی مطابق روش توضیح داده شده برای مفصل‌های کلاس A در بند قبلی، اما با موارد استثنایی به شرح ذیل، انجام شود:

اگر تعداد دوره‌های حرارتی (N) برابر ۱۰۰ است، هشت پالس جریان بالای کوتاه‌مدت می‌بایستی پس از ۵۰ دوره حرارتی اعمال شود (به جدول ۳-۳ مراجعه نمایید).

مقدار دامنه جریان می‌بایستی به‌گونه‌ای انتخاب شود که برای افزایش دمای هادی مرجع به مقدار ۱۰ ± ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای محیط کفایت نماید.

مدت زمان تداوم پالس باید برای هادی‌های با سطح مقطع واقعی کوچکتر یا مساوی با mm^2 ۱۰۰ برابر یک ثانیه و برای هادی‌های با سطح مقطع واقعی بزرگتر از mm^2 ۱۰۰ تا حد ۵ ثانیه باشد.

اجازه دادن به هادی برای رسیدن به دمای مورد نظر پس از آنکه پالس جریانی قطع شده است، مجاز است. می‌بایستی به آرایش آزمون اجازه داده شود که در حد فاصل مابین پالسها تا دمای محیط خنک شود.

به محض تکمیل آزمون پالس جریان بالای کوتاه‌مدت، می‌بایستی به مجموعه آزمون اجازه داده شود که تا دمای محیط خنک شود.

ج- مقاومت هر مفصل تحت آزمون می‌بایستی قبل و پس از آزمون پالس جریان بالای کوتاه‌مدت اندازه‌گیری ثبت شود.

- معیار پذیرش مفصل‌های رده B

هر مفصل می‌بایستی معیارهای زیر را برآورده نماید:

۱- مقاومت اولیه مفصل نمی‌بایستی با متوسط مقاومت اولیه هر یک از چهار مفصل استفاده شده در آزمون بیش از ۳۰ درصد اختلاف داشته باشد.

۲- دمای سطح مفصل، که در هر $\frac{N}{۱۰}$ دوره و تحت شرایط برقراربودن جریان آزمون اندازه‌گیری شده است، نمی‌بایستی بیش از دمای هادی مرجع باشد.

۳- مقاومت متوسط مفصل در طول $\frac{N}{۲}$ دوره‌های بعدی نمی‌بایستی بزرگتر از ۵۰ درصد مقاومت اولیه مفصل باشد.

۴- ازطریق یک منحنی،که مقاومت را در ازای تعداد دوره‌ها نشان می‌دهد، می‌بایستی با احتمالی قابل‌قبول ثابت شود که افزایش مقاومت در طول $\frac{N}{۲}$ دوره‌های بعدی بیش از ۱۵ درصد مقاومت متوسط در طول دوره یکسان نمی‌باشد. روش استفاده شده برای تعیین این احتمال می‌بایستی مطابق با پیوست ۳-۸ باشد.

۵- مقاومتی از مفصل که پس از آزمون پالس جریان بالای کوتاه‌مدت اندازه‌گیری می‌شود نمی‌بایستی بیش از ۵۰ درصد مقدار مقاومت اندازه‌گیری‌شده قبل از آزمون پالس جریان بالای کوتاه‌مدت باشد.

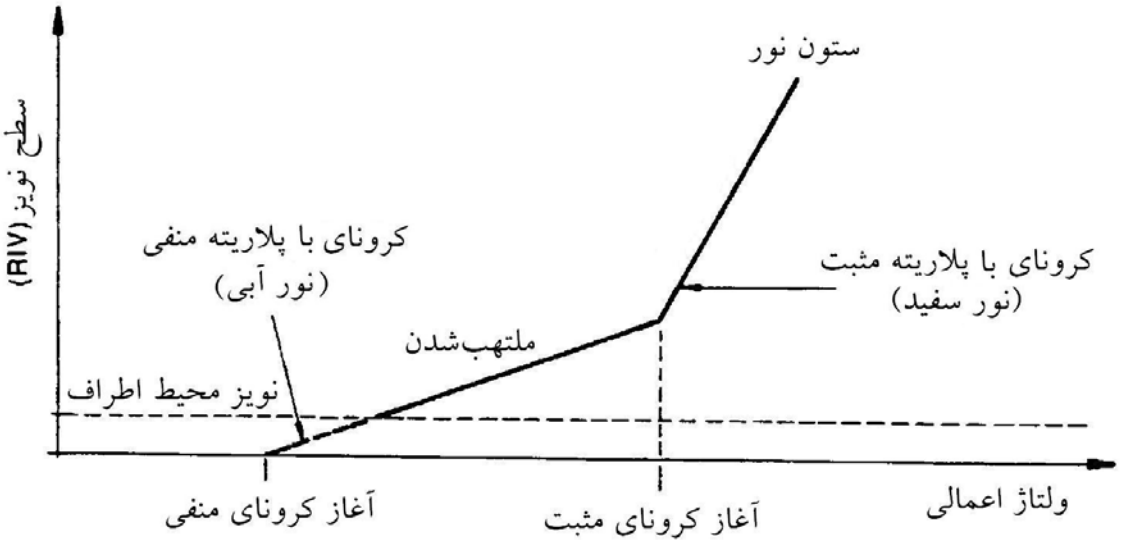
۳-۹- آزمونهای کرونا و ولتاژ تداخل رادیویی (RIV) [1]

۳-۹-۱- هدف

دراین بخش روش‌های آزمون تعیین ولتاژ تداخل رادیویی و رفتار کرونای یراق‌آلات ارائه می‌شود. ارائه محدوده مجاز برای میزان تداخل رادیویی یا تعیین ولتاژهای رؤیت کرونا[2] یا گرادیانهای ولتاژی رؤیت کرونا در این بند ارائه نمی‌شود. آزمونهای کرونا و ولتاژ تداخل رادیویی جزء آزمونهای نوعی محسوب می‌شوند.

۳-۹-۲- تشریح روشهای آزمون

آزمون به منظور تعیین سطوح ولتاژ تداخل رادیویی و یا مقادیر ولتاژ رؤیت کرونا به عمل می‌آید (کرونا ممکن است مطابق درخواست خریدار مثبت یا منفی باشد). اگر خریدار خواستار تعیین سطح ولتاژ تداخل رادیویی باشد، این سطح ولتاژ می‌بایستی مطابق با استاندارد CISPR شماره‌های ۱-۱۶ و ۲-۱۸ تعیین شود. می‌بایستی توجه نمود که سطح ولتاژ تداخل رادیویی کاملاً متناسب با کرونای مثبت می‌باشد (به شکل ۳-۱۱ و پیوست ۳-۹ مراجعه نمایید).



شکل ۳-۱۱: نحوه ارتباط میان کرونا و ولتاژ تداخل رادیویی به صورت نمونه

دو روش آزمونی در این بخش تشریح می‌شود:

- روش ولتاژی

در این روش یک ولتاژ آزمون ثابت V، که تحت آن کرونا نمی‌بایستی وجود داشته باشد، تعیین می‌شود و شرایط سرویس واقعی به کمک صفحات زمین‌شده مناسبی شبیه‌سازی می‌شود.

1. Radio interference voltage
2. Corona extinction voltages

- روش گرادیان ولتاژی

در این روش یک گرادیان ولتاژی ثابت در سطح هادی آزمون، که تحت آن کرونا نمی‌بایستی وجود داشته باشد، تعیین می‌شود و شرایط سرویس واقعی به کمک صفحات زمین‌شده مناسبی شبیه‌سازی می‌شود. ولتاژ مورد نیاز برای تولید این گرادیان به همجواری صفحات زمین‌شده وابسته است و نمی‌بایستی بیش از ۳۰ ± درصد با مقدار حداکثر ولتاژ بهره‌برداری فاز- زمین اختلاف داشته باشد.

علاوه‌بر مشاهده کرونا، رفتار یراق‌آلات از دیدگاه ولتاژ تداخل رادیویی نیز می‌تواند به‌کمک هر یک از روش‌های فوق مورد بررسی قرار گیرد.

۳-۹-۳- کلیات

آزمون‌های نوعی برای هر نوعی از یراق‌آلات می‌بایستی بر روی سه نمونه به عمل آید. آزمون‌های نوعی بر روی مجموعه زنجیره مقره تکمیل شده می‌بایستی بر روی یک نمونه مونتاژشده به عمل آید. مجموعه یراق‌آلاتی که برای آزمون آماده می‌شود می‌بایستی تا حدامکان مشابه شرایط سرویس واقعی باشد.

آزمون می‌بایستی تحت رطوبت نسبی بین ۲۰ تا ۸۰ درصد به عمل آید.

آرایش هندسی و حداکثر ولتاژ بهره‌برداری خط هوایی، که یراق‌آلات تحت آزمون قرار است در آن مورد استفاده قرار گیرند، می‌بایستی مشخص باشند. در این آزمون از یک فاز جهت تولید ولتاژ یا گرادیان‌های ولتاژی تعیین‌شده، متناسب با مقادیری که در هادی‌های خط انتقال سه فاز وجود دارند، استفاده می‌شود.

یراق می‌بایستی به طولی از هادی یا باندل، از سایز و نوعی که یراق قرار است همراه با آن مورد استفاده قرار گیرد، متصل شود. میله و یا لوله‌های فلزی با سطح صاف، با قطر خارجی مشابه هادی، می‌توانند برای شبیه‌سازی هادی مورد استفاده قرار گیرند.

هادی آزمون می‌بایستی موازی بایک صفحه هادی زمین‌شده مرجع قرار گرفته و در دو انتها به گوی‌ها یا حلقه‌های توزیع‌کننده میدان منتهی شود. قطر گوی‌ها یا حلقه‌ها می‌بایستی مطابق بند ۳-۹-۸-۲ باشد. صفحه زمین می‌تواند بوسیله یک سقف، دیوار، کفی مناسب یا ساختاری که به طور ویژه برای مقاصد این آزمون ساخته شده است، نمایش داده شود.

هادی و ساختار صفحه‌ای پیشنهادشده باید به‌گونه‌ای قرار گیرند که هادی نسبت به صفحه تقریباً در مرکز قرار گیرد. اشیاء زمین‌شده‌ای که جزء آرایش آزمون محسوب نمی‌شوند، می‌بایستی با هر نقطه هادی آزمون به اندازه ۱/۴ برابر فاصله بین هادی آزمون و زمین مرجع فاصله داشته باشند.

تجهیزات آزمون می‌توانند بوسیله میله‌ها، ریسمانها یا زنجیرهای غیرهادی و فاقد نویز مستقر یا نگهداشته شوند. منبع تغذیه آزمون می‌بایستی به یکی از دو انتهای هادی آزمون متصل شود. منبع تغذیه و رابط آن می‌بایستی به‌گونه‌ای قرار داده شوند که بر گرادیان ولتاژی در یراق تحت آزمون تأثیر نگذارند..

- آرایش آویزی

هادی یا باندل آزمون می‌بایستی در وضعیت افقی قرار گیرد. در میانه هادی یا باندل آزمون، می‌بایستی بوسیله نمونه آزمونی کلمپ آویزی به همراه مجموعه زنجیره مقره آویزی تکیه‌گاهی فراهم شود.

در روش ولتاژی، برج‌ها، بازوها و صفحات زمین‌شده می‌بایستی مطابق توضیحات بند ۳-۹-۸ شبیه‌سازی شوند. در روش گرادیان ولتاژی، پوشش‌های زمین مناسبی می‌بایستی مطابق توضیحات بند ۳-۹-۹ مورد استفاده قرار گیرد.

- آرایش کششی

آرایش آزمون می‌بایستی مشابه شرایط سرویس واقعی تدارک دیده شود و شامل مفصل یا کلمپ کششی انتهایی، همراه با ترمینالهای جمپر و هادی باشد. آرایش آزمون می‌بایستی طبق توافق حاصل‌شده بین خریدار و سازنده به کمک مقره‌های عمودی یا افقی نگه داشته شود.

در روش ولتاژی، برج‌ها، بازوها، صفحات زمین‌شده و جامپرها می‌بایستی مطابق توضیحات ارائه شده در بند ۳-۹-۸ شبیه‌سازی شوند. در روش گرادیان ولتاژی، پوشش‌های زمین مناسبی مطابق با توضیحات ارائه شده در بند ۳-۹-۹ باید مورد استفاده قرار گیرند.

- سایر یراق‌آلات

یراق‌آلاتی همچون فاصله‌دهنده‌ها، ارتعاش‌گیرها، مفصل‌های میانی و غیره می‌بایستی مشابه شرایط سرویس واقعی آماده شوند. هادی یا باندل باید با استفاده از وسایل تشریح شده فوق نگه داشته شود یا به صورت افقی تحت کشش قرار گیرد.

طول آزاد هادی و حداقل فاصله بین صفحه زمین مرجع و هادی می‌بایستی مطابق توضیحات بندهای ۳-۹-۸ و ۳-۹-۹ انتخاب شود. هادی باید از یک انتها به منبع تغذیه متصل شود.

توجه:

نوع و شرایط مقره می‌تواند رفتار کرونا و ولتاژ تداخل رادیویی سخت‌افزار تدارک دیده شده را تحت تأثیر قرار دهد. بویژه استفاده از مقره‌های بشقابی یا انجام آزمون در شرایطی که رطوبت نسبی کمتر از ۴۰ درصد است می‌تواند منجر به افزایش شدید ولتاژ تداخل رادیویی گردد. از طرف دیگر، رفتار کرونای سخت‌افزار تدارک دیده شده ممکن است زنجیره مقره متصل شده به آن را تحت تأثیر قرار دهد. لذا بسیار مهم است که آرایش‌های مختلف با نوع و سازنده مشابهی از مقره تحت آزمون قرار گیرند. این مقره‌ها درصورت امکان می‌بایستی مشابه مقره‌هایی باشند که در سرویس واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین درصورت امکان، مقره‌های مورد استفاده در آزمون می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد.

۳-۹-٤- مدار و لوازم آزمون

شرایط آزمون می‌بایستی مورد بررسی قرار گیرد و ضرایب اصلاحی مطابق با استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۰۶۰ اعمال شوند.

رویه‌های آزمون ولتاژ تداخل رادیویی می‌بایستی مطابق استاندارد CISPR شماره ۱-۱۶ به عمل آیند. آزمون کرونا می‌بایستی در یک اتاق کاملاً تاریک انجام گیرد و ناظران باید حداقل به اندازه ۱۵ دقیقه قبل از شروع آزمون در اتاق تاریک حضور داشته باشند. استفاده از عینک میدانی[1] یا یک تشدیدکننده تصویر[2] پیشنهاد می‌شود.

1. Field glasses
2. Image intensifier

توجه:

تجهیزی که برای مشاهده این پدیده پیشنهاد می‌شود عبارت است از عینک میدانی (حداقل)۵۰ × ۷+ یا تشدیدکننده تصویری که قدرت تقویت‌کنندگی آن بزرگتر از ۴۰۰۰۰ می‌باشد.

درصورت نیاز یک ثبت فتوگرافیکی از کرونا می‌بایستی به کمک فیلم و وسیله‌ای مناسب برای زمانهای ظهور طولانی به عمل آید.

توجه:

برای این منظور پیشنهاد می‌شود از فیلمی با حساسیت بزرگتر از ASA ۱۰۰۰ و زمان ظهور بزرگتر از ۶۰ ثانیه استفاده به عمل آید.

اطلاعات اضافی دیگر را می‌توان به کمک گیرنده‌های جهت‌دار مافوق صوت[1] یا دیگر وسایل مناسب بدست آورد.

۳-۹-۵- روال انجام آزمون کرونا و ولتاژ تداخل رادیویی

یراق تحت آزمون می‌بایستی در مجموعه تدارک دیده شده برای آزمون قرار داده شود. سپس ولتاژ می‌بایستی اعمال‌شده و تا ۱۲۰ درصد حداقل مقدار مشخص‌شده برای رؤیت کرونا افزایش داده شود. آنگاه باید ولتاژ حداقل برای مدت زمان ۵ دقیقه در این مقدار باقی مانده و سپس به ۳۰ درصد ولتاژ رؤیت کرونا کاهش یافته و دوباره تا ۱۲۰ درصد این ولتاژ افزایش یابد. درنهایت می‌بایستی به آرامی تا ۳۰ درصد ولتاژ رؤیت کرونا کاهش یابد. درحین آخرین کاهش ولتاژ، ولتاژهای تداخل رادیویی و یا رؤیت کرونا باید ثبت شوند. انجام آزمونهای جداگانه برای رؤیت کرونا و اندازه‌گیری‌های ولتاژ تداخل رادیویی پذیرفته می‌باشد.

توجه:

در مواردی که اثری از کرونای نورانی در مقادیر پایین‌تری از مقدار مورد نیاز برای رؤیت کرونا به وقوع بپیوندد، پاک‌کردن سطح یراق با استفاده از یک تکه پارچه تمیز خشک مجاز می‌باشد.

۳-۹-٦- معیار پذیرش

الف- مقدار بدست آمده برای رؤیت کرونای یراق در حین آزمون می‌بایستی بزرگتر از حداقل مقدار تعیین‌شده برای رؤیت کرونا باشد. انتخاب مقادیر اصلاح‌نشده یا اصلاح‌شده منوط به توافق بین سازنده و خریدار می‌باشد.

توجه:

مقادیر اصلاح‌شده می‌بایستی مطابق با استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۰۶۰ تعیین شوند.

ب- مقدار ولتاژ تداخل رادیویی ثبت شده برای یراق و یا گرادیان ولتاژی تعیین‌شده هادی آزمون نمی‌بایستی بیشتر از حداکثر ولتاژ تداخل رادیویی تعیین‌شده باشد.

ج- به کمک یک منحنی که ولتاژ تداخل رادیویی را در ازای ولتاژ آزمون نشان می‌دهد، می‌بایستی مشخص شود که هیچگونه تغییرات ناگهانی بین ولتاژ آزمون تعیین‌شده (یا گرادیان ولتاژی تعیین‌شده هادی آزمون) و ۱۱۰ درصد ولتاژ آزمون تعیین‌شده (یا ۱۱۰ درصد گرادیان ولتاژی تعیین‌شده هادی آزمون) وجود داشته باشد.

۳-۹-۷- گزارش آزمون

گزارش آزمون می‌بایستی شامل جزئیات زیر باشد:

1. Ultrasonic directional receivers

- نام سازنده و علامت مشخصه آن
- حداکثر ولتاژ برای تجهیز U_m
- جزئیات آرایش آزمون، شامل ابعاد
- شرایط محیطی غالب در حین آزمون، دما، فشار و رطوبت هوا و ضرایب اصلاحی محاسبه‌شده
- نوع روش استفاده شده برای تعیین مقادیر رؤیت کرونا
- مقادیر اصلاح‌شده و اصلاح‌نشده رؤیت کرونا به همراه جزئیات نقطه تخلیه
- مقدار ولتاژ تداخل رادیویی

براساس توافق بین سازنده و خریدار، فتوگرافهایی که در سطح ولتاژ رؤیت کرونا تهیه شده‌اند نیز ممکن است در گزارش آزمون آورده شوند.

۳-۹-۸- روش ولتاژی

۳-۹-۸-۱- هادی‌های مجاور در یک سیستم سه فاز

بسته به نوع برج، سه آرایش مختلف در یک سیستم سه فاز امکان‌پذیر می‌باشد:

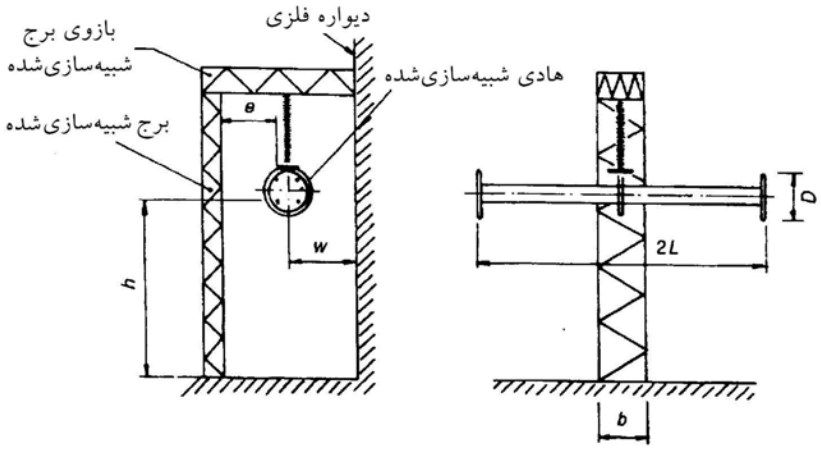
- آرایش اول: هادی برقدار تحت تاثیر هادی‌های مجاور خود قرار نمی‌گیرد.
- آرایش دوم: دو هادی برقدار در ارتفاع یکسانی قرار می‌گیرند.
- آرایش سوم: سه هادی برقدار در ارتفاع یکسانی قرار می‌گیرند.

آزمونهای مربوط به آرایش‌های کششی و آویزی می‌بایستی بر روی بدترین آرایشی که در شرایط سرویس واقعی یافت می‌شود به عمل آیند. بدترین آرایش برای وضعیت‌های آویزی و کششی متداول در خطوط انتقال آرایش دوم است. هادی مجاور مربوطه به کمک مجموعه‌ای شامل یک دیوار فلزی زمین‌شده (انعکاس‌دهنده بار) که به صورت موازی با هادی برقدار قرار گرفته است، شبیه‌سازی می‌شود. به کمک چنین مجموعه‌ای این امکان فراهم می‌شود که هر یک از آرایش‌های مختلف به صورت تکفاز مورد آزمایش قرار گیرند.

۳-۹-۸-۲- تدارک آزمون و ابعاد

- ساختار آویزی

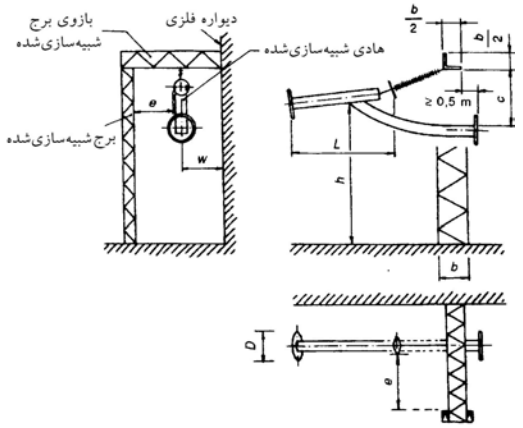
آرایش آزمون برای ساختار آویزی در شکل ۳-۱۲ نشان داده شده است. اندازه ابعاد مشخص‌شده در شکل ۳-۱۲ در جدول ۳-۴ ارائه شده‌اند.



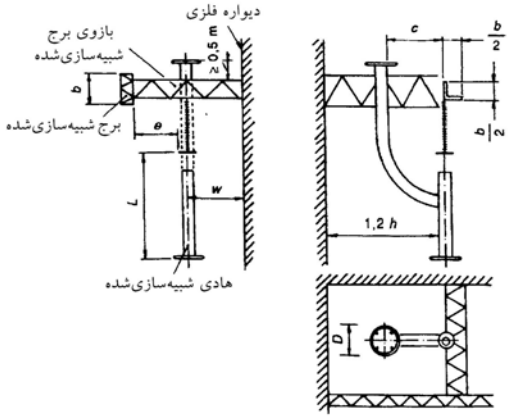
شکل ۳-۱۲: آرایش آزمون برای ساختار آویزی (آرایش دوم)

- ساختار کششی

آرایش‌های آزمونی برای ساختار کششی در شکل‌های ۳-۱۳ و ۳-۱۴ نشان داده شده‌اند. اندازه ابعاد مشخص‌شده در شکل‌های ۳-۱۳ و ۳-۱۴ در جدول ۳-۴ ارائه شده‌اند.



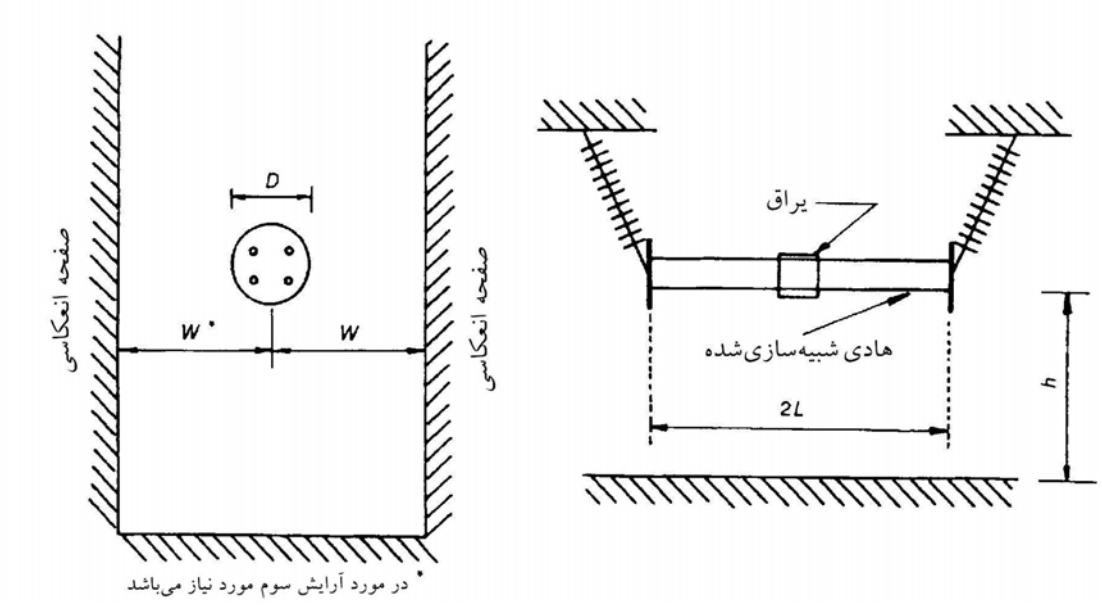
شکل ۳-۱۳: آرایش آزمونی برای ساختار کششی (آرایش دوم)



شکل ۳-۱٤: آرایش آزمونی برای ساختار کششی به صورت آویزان از سقف (آرایش دوم)

- یراق‌آلات مورد استفاده در اسپن

آرایش آزمونی برای یراق‌آلات مورد استفاده در اسپن، در شکل ۳-۱۵ نشان داده شده است. اندازه ابعاد مشخص‌شده در شکل ۳-۱۵ در جدول ۳-۴ ارائه شده است.



شکل ۳-۱۵: آرایش آزمونی برای یراق‌آلات مورد استفاده در اسپن (آرایش‌های دوم و سوم)

- الکترود غربالی[1]

قطر الکترود غربالی(D) در انتهای هادی شبیه‌سازی شده، برحسب متر، می‌بایستی به صورت زیر انتخاب گردد:

- برای یک هادی تکی، $D \geq \frac{U_m}{۱۰۰۰}$، که U_m برابر حداکثر ولتاژ بهره‌برداری خط برحسب کیلوولت می‌باشد و همچنین می‌بایستی $D \leq ۰/۱L$ باشد، که L طول هادی‌های شبیه‌سازی شده برحسب متر می‌باشد.
- برای یک هادی باندل D می‌بایستی بزرگتر از ۱/۲ برابر قطر باندل باشد.

1. Screening electrode

جدول ۳-٤: ولتاژهای آزمون و ابعاد مورد استفاده برای آزمونهای کرونا و ولتاژ تداخل رادیویی

حداکثر ولتاژ سیستم* (U_m) برحسب کیلوولت	ابعاد برحسب متر **					
	e	h یا ۱۰± درصد تلورانس	b با ۱۵ ± درصد تلورانس	L		C
				هادی تکی	هادی باندل	
۱۲۳	۲	۴	۱	≥ ۳	—	۱/۵
۲۴۵	۳/۵	۴/۵	۱/۵	≥ ۴/۵	≥ ۱۰D	۲/۵
۴۲۰	۵	۵	۲	≥ ۵	≥ ۱۰D	۳/۵

*برای سایر ولتاژها می‌توان ابعاد شکل‌ها را از طریق درون‌یابی مابین مقادیر ارائه‌شده استخراج نمود.

**برای مجموعه مقره‌های V شکل ابعاد فواصل هوایی می‌بایستی مطابق شرایط سرویس واقعی باشد.

***ابعاد نشان داده شده در جدول فوق برای استراکچرهای متداول نوعی مناسب می‌باشد. درمواردی که ابعاد نشان داده شده نامناسب می‌باشند، ابعاد مناسب‌تری با توافق بین سازنده و خریدار ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

لیست سمبلهای مورد استفاده در شکل‌های ۳-۱۲ تا ۳-۱۵:

e : فاصله افقی مابین برج شبیه‌سازی شده و یراق محافظ مقره می‌باشد.

h : نشان‌دهنده ارتفاع یا فاصله است.

b : پهنای برج شبیه‌سازی شده می‌باشد.

L: طول هادی شبیه‌سازی است.

C: فاصله افقی مابین بازوی برج و هادی منبع تغذیه می‌باشد.

D: قطر الکترود غربالی در انتهای هادی شبیه‌سازی شده است.

W: فاصله هادی شبیه‌سازی شده از دیواره مورد استفاده در صفحه انعکاسی می‌باشد.

۳-۹-۸-۳- آرایش بحرانی

آرایش‌های آزمون مشخص‌شده در بند ۳-۹-۸-۲ تقریباً برای اغلب آرایش‌های مورد استفاده در شرایط سرویس واقعی مناسب هستند. به عنوان مثال یک برج کششی با آرایش مثلث دومداره را می‌توان با آرایش دوم نشان داد. آرایش‌های به شکل عمودی و برج‌های Y شکل مطابق آرایش اول (که در آن تنها اجزای زمین‌شده مجاور شبیه‌سازی می‌شوند) تحت آزمون قرار می‌گیرند. برای یراق‌آلاتی که در طول اسپن مورد استفاده قرار می‌گیرند (همچون فاصله‌دهنده‌ها) آرایش آزمون مطابق شکل ۳-۱۵ خواهد بود.

۳-۹-۸-٤- فاصله از دیوار یا صفحه انعکاسی (W)

فاصله از دیواره‌ای که به عنوان صفحه انعکاسی در آزمونها مورد استفاده قرار می‌گیرد، از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$W = 0.7 \times d \qquad (۳-۳)$$

که در آن d برابر فاصله مرکزهای دو هادی مجاور هم می‌باشد.

توجه:

اگر برای هادی‌های انفرادی فاصله d بزرگتر از ۶ متر و برای هادی‌های باندلی بزرگتر از ۷/۵ متر باشد، جهت انجام آزمونها نیازی به صفحه انعکاسی نخواهد بود.

درمورد آرایش‌های آویزی که به صورت آرایش سوم تحت آزمون قرار می‌گیرند، اگر فاصله واقعی هادی تا برج کمتر از فاصله هادی تحت آزمون تا دیواره انعکاسی (W) باشد (که W به کمک d محاسبه شده است)، این آرایش آویزی می‌بایستی به روش آرایش دوم تحت آزمون قرار گیرد.

۳-۹-۸-۵- حداقل فاصله از اجزای برقدار مجاور

درصورت امکان، مسیر تزریق جریان باید در راستای هادی شبیه‌سازی شده باشد. درمواقعی که انجام آزمون به این طریق امکان‌پذیر نیست، حداقل فاصله مابین هادی منبع تغذیه و نمونه آزمون نمی‌بایستی کمتر از ۱/۳ برابر ارتفاع h باشد.

حداقل فاصله مابین نمونه آزمون و سایر الکترودهای برقداری که جز بخش‌های کاری مجموعه آزمون که در بند ۳-۹-۸-۲ معرفی شده‌اند، محسوب نمی‌شوند برابر f × ۵ است که f برابر حداکثر مشخصه ابعادی الکترودها می‌باشد.

۳-۹-۸-٦- دیواره فلزی

یک شبکه فلزی زمین‌شده نیز می‌تواند به عنوان یک دیواره فلزی تلقی گردد. تحت چنین شرایطی مساحت این شبکه فلزی می‌بایستی حداقل برابر ارتفاع h، بعلاوه طول مجموعه مقره، ضربدر طول L از هادی شبیه‌سازی شده باشد. سایز حلقه‌ها یا پنجره‌های این شبکه فلزی نمی‌بایستی بزرگتر از ۰/۵ متر باشد.

۳-۹-۹- روش گرادیان ولتاژی

۳-۹-۹-۱- ولتاژ هادی در یک سیستم سه فاز

حداقل گرادیان ولتاژ رؤیت کرونا می‌بایستی با درنظرگرفتن حداکثر ولتاژ کاری خط انتقالی که یراق‌آلات قرار است در آن مورد استفاده قرار گیرند و هندسه خط برآورد گردد. پس از آن می‌توان آزمونهای کرونا را با یک منبع تغذیه تکفاز به عمل آورد. برای تولید گرادیان‌های ولتاژی مورد نیاز در محل آزمون، هادی تولیدکننده گرادیان ولتاژ می‌بایستی به اندازه کافی از مجموعه یراق بدور باشد و وسایل شیلدکننده به عنوان مرجع استفاده شوند.

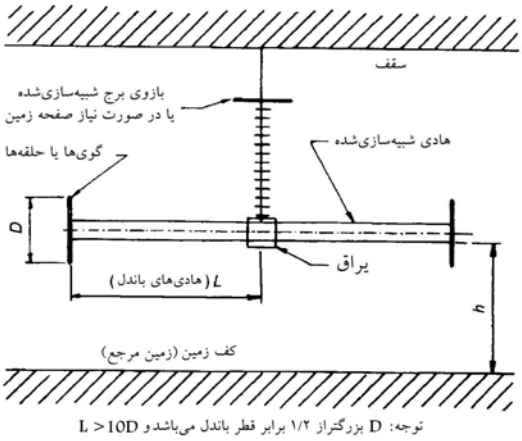
۳-۹-۹-۲- تدارک آزمون و ابعاد

فواصل هوایی تا زمین و اشیاء برقدار می‌بایستی به‌گونه‌ای تدارک دیده شود که گرادیان نسبتاً یکنواختی در مجاورت یراق تحت آزمون فراهم گردد. آرایش‌های نمونه در شکل‌های ۳-۱۶ و ۳-۱۷ نشان داده شده‌اند. از آنجا که روش گرادیان ولتاژی از ولتاژهای آزمونی استفاده می‌نماید که ازطریق اندازه‌گیری‌های واقعی گرادیان هادی تعیین شده‌اند، تعیین فواصل صفحه زمین لازم نیست. با این حال، آرایش صفحه زمین می‌بایستی مشابه شرایط سرویس واقعی باشد. این مسئله بویژه برای انجام آزمونها بر روی آرایش‌های آویزی که درآنها حداقل گرادیان ولتاژی رؤیت کرونا بدون لحاظ آثار هم‌جواری پنجره برج مورد ارزیابی قرار می‌گیرند کاملاً مورد نیاز می‌باشند.

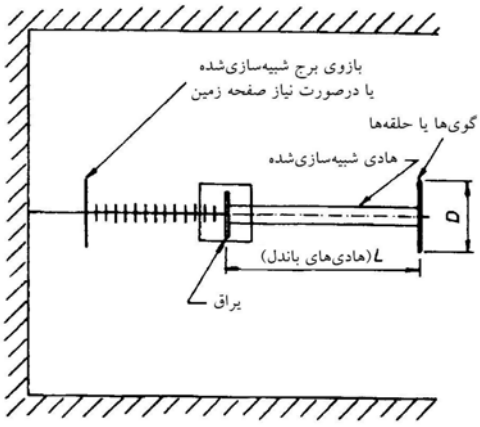
اشیاء زمین‌شده و برقدار می‌بایستی به‌گونه‌ای قرار داده شوند که ولتاژ آزمون مورد نیاز برای رسیدن به حداقل رؤیت کرونای تعیین‌شده در محدوده ۳۰ ± درصد حداکثر ولتاژ کاری فاز به زمین قرار گیرد.

۳-۹-۹-۳- روش آزمون

برای تعیین ولتاژ آزمون مورد نیاز جهت رؤیت کرونا، حداکثر گرادیان هادی می‌بایستی به صورت تابعی از ولتاژ اعمالی بدست آید. چنانچه گرادیان ولتاژ مستقیماً متناسب با ولتاژ اعمالی باشد، تنها یک نقطه کالیبراسیون مورد نیاز خواهد بود. این نقطه را می‌توان با استفاده از کالیبره‌کننده‌ای مطابق پیوست ۳-۹ یا اندازه‌گیری با لوازم مناسب دیگر بدست آورد.



شکل ۳-۱۶: آرایش آزمونی نمونه- ساختار آویزی



شکل ۳-۱۷: آرایش آزمونی نمونه- ساختار کششی

پیوست (۳-۱): مثالی از نمونه‌برداری با نظارت به روش قطعی

یک مثال از رویه‌ای برای نظارت به روش قطعی، توافق‌شده بین خریدار و سازنده، به صورت زیر می‌باشد:

الف- سطح نظارت : S4

ب- طرح نمونه‌برداری: یک طرح نمونه‌برداری برای نظارت معمول

ج- سطح کیفی قابل قبول (AQL):

۱) ۰/۱ برای کلیه اقلام و مشخصه‌های متعلق به آن که برای سرویس‌دهی ایمن و قابل اطمینان خط انتقال حیاتی هستند.

۲) ۱ برای کلیه اقلام دیگر و مشخصه‌های وابسته به آنها.

به عنوان مثال رویه فوق مستلزم این است که:

- برای مجموعه یا دسته‌ای با سایزی برابر ۱۰۰ و حرف کد D ، سایز نمونه ۸ خواهد بود. برای AQL برابر با ۰/۱ یا ۱ در صورتی پذیرش صورت می‌گیرد که هیچگونه عدم تطابقی وجود نداشته باشد. یک یا تعداد بیشتری عدم تطابق موجب عدم پذیرش می‌شود.
- برای مجموعه یا دسته‌ای با سایزی برابر با ۱۲۵۰۰ و حرف کد H ، سایز نمونه ۵۰ خواهد بود. برای AQL برابر با ۰/۱، در صورتی پذیرش صورت می‌گیرد که هیچگونه عدم تطابقی وجود نداشته باشد و یک یا تعداد بیشتری عدم تطابق موجب عدم پذیرش می‌شود. برای AQL برابر ۱، درصورتی پذیرش صورت می‌گیرد که هیچگونه عدم تطابقی وجود نداشته باشد و دو یا تعداد بیشتری عدم تطابق موجب عدم پذیرش می‌شود.

پیوست (۳-۲): مثالی از نمونه‌برداری با نظارت به روش آماری

یک مثال از رویه‌ای برای نظارت به روش آماری، توافق‌شده بین خریدار و سازنده، به صورت زیر می‌باشد:

الف) سطح نظارت: S4

ب) نوع روش: روش S

ج) سطح کیفی پذیرش (AQL):

۱) ۰/۱ برای کلیه اقلام و مشخصه‌های متعلق به آن که برای سرویس‌دهی ایمن و قابل اطمینان خط انتقال حیاتی هستند.

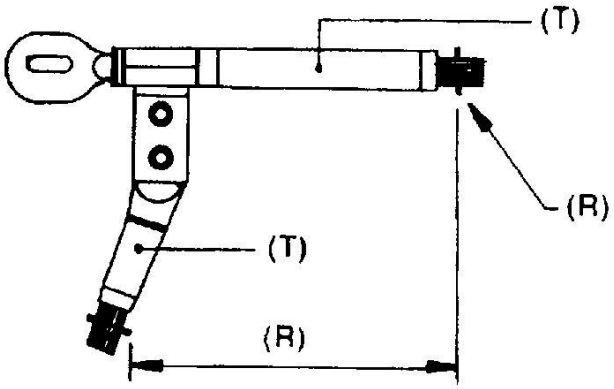
۲) ۱ برای کلیه اقلام دیگر و مشخصه‌های وابسته به آنها.

به عنوان مثال رویه فوق مستلزم این است که:

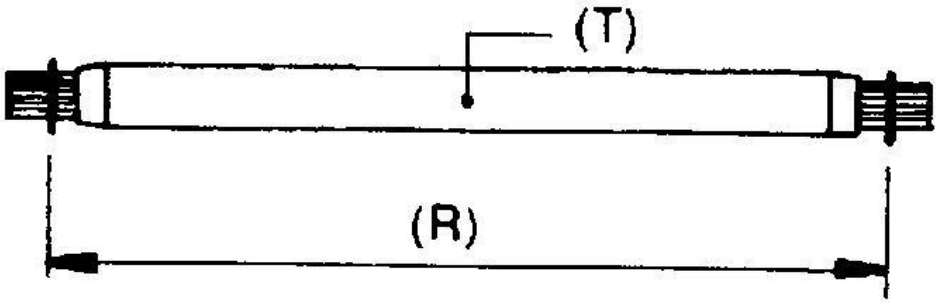
- برای مجموعه یا دسته‌ای با سایزی برابر با ۱۰۰ و حرف کد C ، سایز نمونه ۴ خواهد بود. برای AQL برابر با ۰/۱، ثابت پذیرش برابر K = ۲/۴۲ و برای AQL برابر با ۱، ثابت پذیرش برابر K = ۱/۴۵ است.
- برای مجموعه یا دسته‌ای با سایزی برابر با ۱۲۵۰۰ و حرف کد I، سایز نمونه ۲۵ خواهد بود. برای AQL برابر با ۰/۱، ثابت پذیرش برابر K = ۲/۵۰ و برای AQL برابر با ۱، ثابت پذیرش برابر K = ۱/۸۵ است.

پیوست (۳-۳): انواع نمونه مفصل‌ها

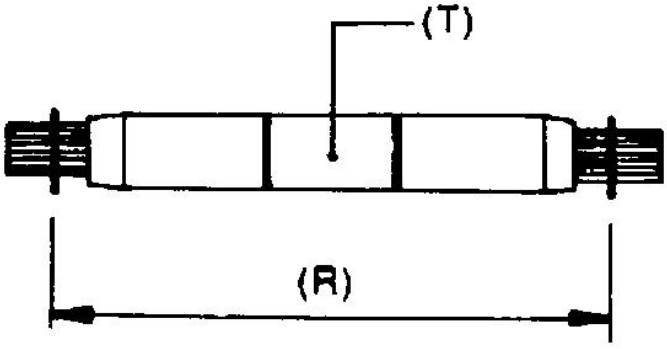
دو نمونه از مفصل‌های کششی رده A در شکل‌های ۳-۱۸ و ۳-۱۹ نشان داده شده‌اند. علاوه بر این در شکل‌های ۳-۲۰ تا ۳-۲۴ چند نمونه از اتصالات غیرکششی رده B نیز آمده است. نقاط اندازه‌گیری دما و مقاومت مفصل‌ها به ترتیب با حروف لاتین T و R مشخص شده‌اند. نقاط اندازه‌گیری دما می‌بایستی در گرم‌ترین نقطه هر مفصل قرار گیرند.



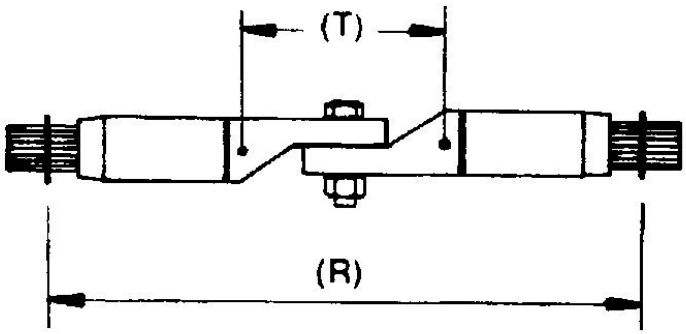
شکل ۳-۱۸: مفصل کششی انتهایی



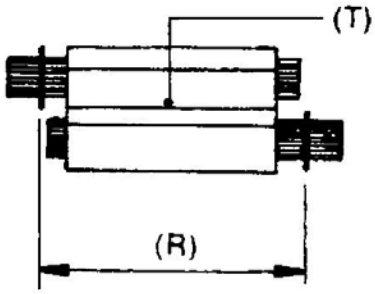
شکل ۳-۱۹: مفصل کششی میانی اسپن



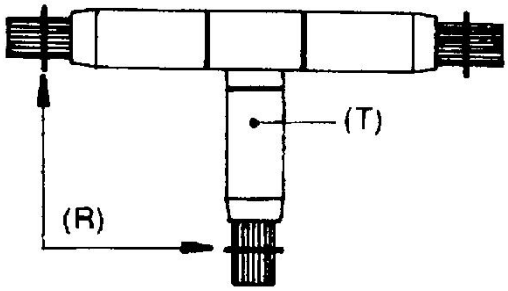
شکل ۳-۲۰: مفصل مورد استفاده در جمپر



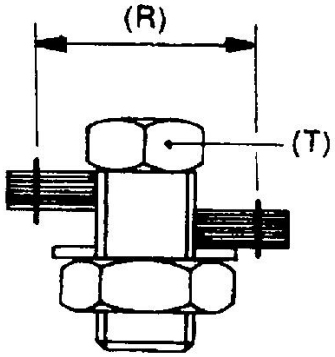
شکل ۳-۲۱: گوشک ترمینال[1]



شکل ۳-۲۲: مفصل دو شیاری



شکل ۳-۲۳: مفصل نوع T یا L



شکل ۳-۲٤: مفصل از نوع پیچی

1. Terminal lug

پیوست (۳-٤): مدار نمونه جهت انجام آزمون دوره حرارتی مفصل‌های رده A

یک مدار نمونه جهت انجام آزمونهای دوره حرارتی مفصل‌های رده A در شکل ۳-۲۵ نشان داده شده است. توضیحات زیر به این مدار اختصاص دارد:

الف- انواع مختلف مفصل‌ها می‌تواند به صورت سری در مدار آزمون مورد استفاده قرارگیرند.

ب- در مدار نمونه نشان داده شده در شکل ۳-۲۵:

J_1-J_4 : مفصل‌های کششی انتهایی می‌باشند.

J_5-J_8 : مفصل‌های کششی میانی اسپن هستند.

DP_p : برابر ۲۵ میلی‌متر است (نقاط پتانسیل _ به پیوست ۳-۶ مراجعه نمایید).

T_c : نقطه اندازه‌گیری دمای هادی مرجع برحسب درجه سانتی‌گراد است.

CL: طول هادی مرجع، ۱۰۰ برابر قطر هادی بین مفصل‌ها (برحسب میلی‌متر) و با حداکثر مقدار ۴ متر است.

JL : طول مفصل برحسب میلی‌متر است.

JR : مقاومت مفصل برحسب میکرواهم است.

CR: مقاومت هادی برحسب میکرواهم می‌باشد.

CR´: مقاومت هادی برحسب میلی‌متر است که از رابطه زیر تعیین می‌شود:

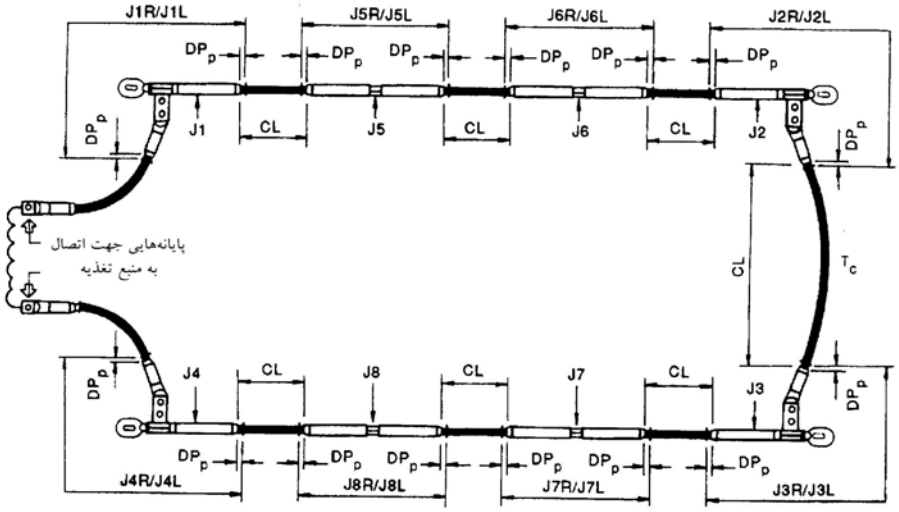
$$CR' = \frac{CR}{CL - 50} \qquad (۴-۳)$$

JR´= مقاومت مفصل برحسب میلی‌متر می‌باشد و از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$JR' = \frac{JR - CR' \times 50}{JL - 50} \qquad (۵-۳)$$

C_{eq} = مقاومت طول معادل هادی مرجع است و برابر حاصلضرب JL × CR´ می‌باشد (به بند ۳-۸-۵-۲ مراجعه نمایید).

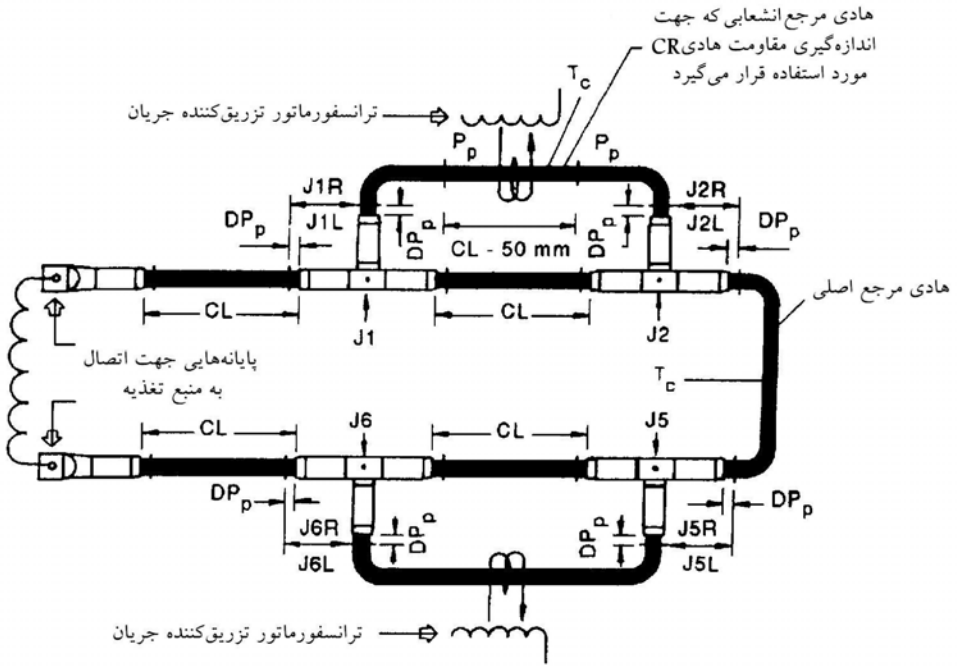
ج- معیارهای پذیرش آزمون در بند ۳-۸-۵-۲ ارائه شده‌اند.



شکل ۳-۲۵: مدار نمونه جهت آزمون دوره حرارتی مفصل‌های رده A

پیوست (۳-۵): مدار نمونه جهت آزمون دوره حرارتی مفصل‌های رده B

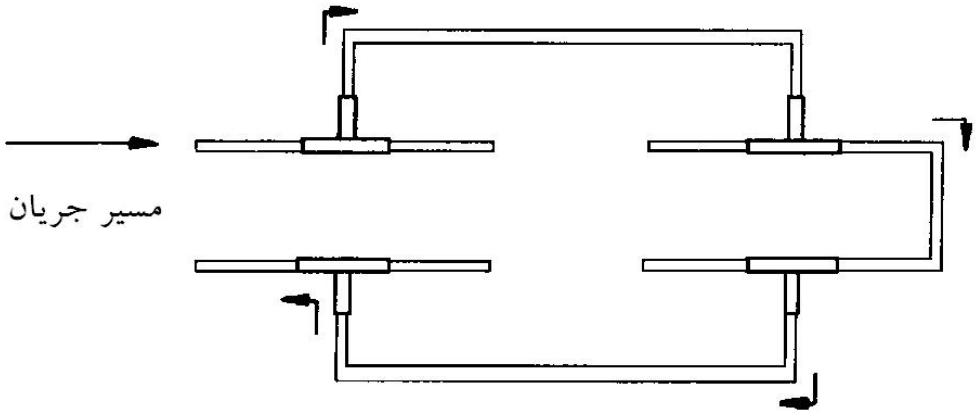
یک مدار نمونه جهت انجام آزمونهای دوره حرارتی مفصل‌های رده B در شکل ۳-۲۶ نشان داده شده است. توضیحات ارائه شده جهت مدار ارائه شده در پیوست ۳-۴ برای این مدار نیز صادق است با این تفاوت که J_1 تا J_4 مفصل‌های از نوع T شکل و P_p نقاط پتانسیل می‌باشند.



شکل ۳-۲۶: مدار نمونه جهت آزمون دوره حرارتی مفصل‌های رده B – سایز هادی‌های اصلی و انشعابی با هم متفاوت است.

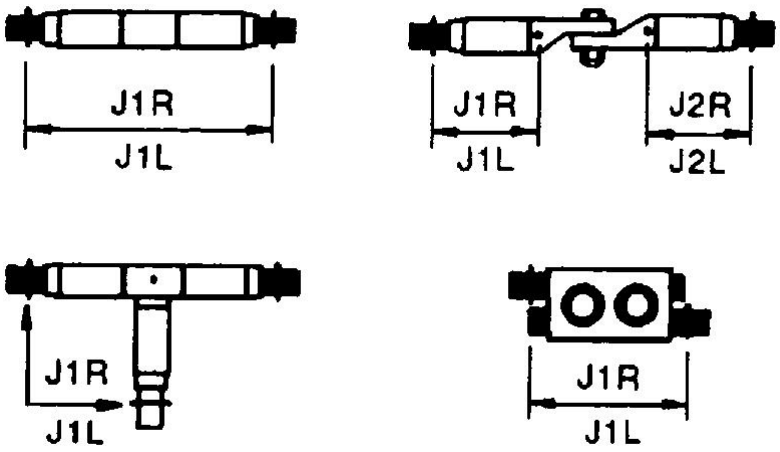
دلیل استفاده از ترانسفورماتورهای تزریق‌کننده جریان، اطمینان یافتن از این مسئله است که هادی مرجع اصلی و هادی مرجع شاخه‌های انشعابی را بتوان در دمای مناسبی، مطابق نیازمندیهای ارائه شده در بند ۳-۸-۵-۲ قرار داد.

درصورتیکه سایز هادی‌های اصلی و انشعابی یکسان باشد، ترانسفورماتورهای جریان مورد نیاز نخواهند بود و مدار آزمون به صورت نشان داده شده در شکل (۳-۲۷) اصلاح می‌شود.



شکل ۳-۲۷: مدار نمونه جهت آزمون دوره حرارتی مفصل‌های رده B – سایز هادی‌های اصلی و انشعابی یکسان است.

نقاط پتانسیل برای انواع مفصل‌های غیرکششی در شکل ۳-۲۸ نشان داده شده است.

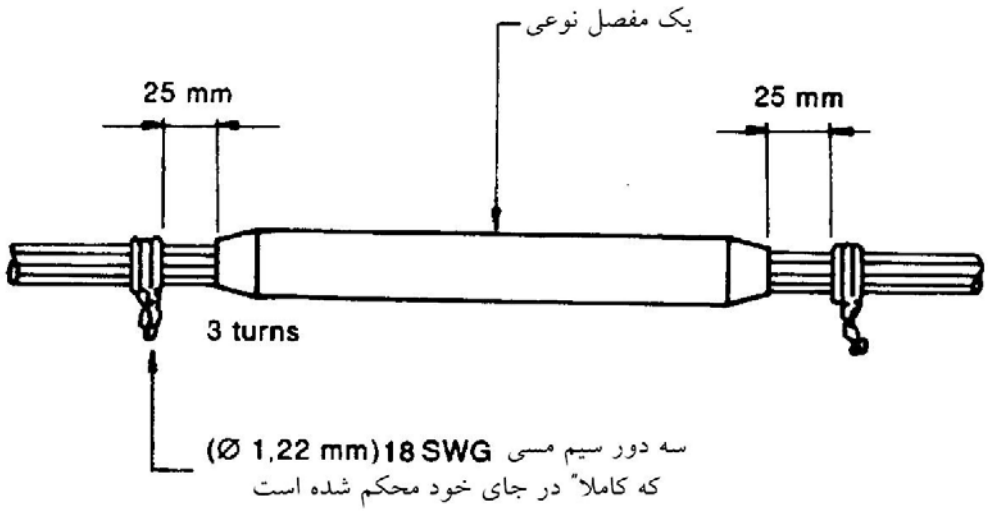


شکل ۳-۲۸: نقاط پتانسیل برای انواع مفصل‌های غیر کششی

پیوست (۳-٦): نقاط پتانسیل

درمورد هادی‌های رشته‌ای، یک نمونه از نقاط پتانسیل کاربردی با سه بار پیچاندن یک رشته مسی و سپس لحیم‌کاری آن فراهم می‌شود.

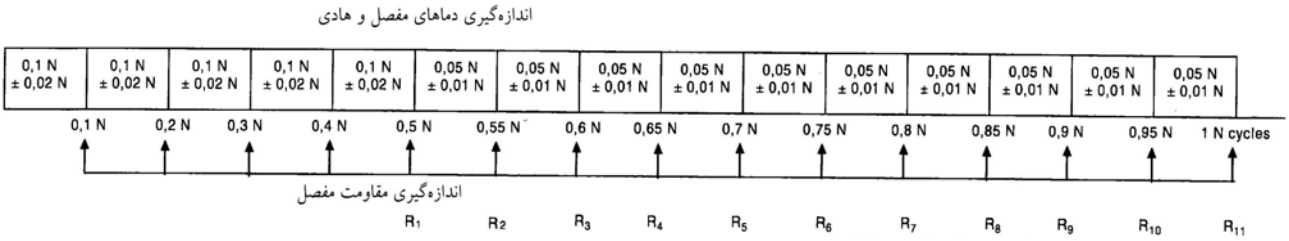
قبل از انجام اندازه‌گیری‌ها می‌بایستی مطمئن شد که نقطه پتانسیل در جایگاه خود کاملاً محکم و استوار می‌باشد. یک نمونه از نقاط پتانسیل در شکل ۳-۲۹ نشان داده شده است.



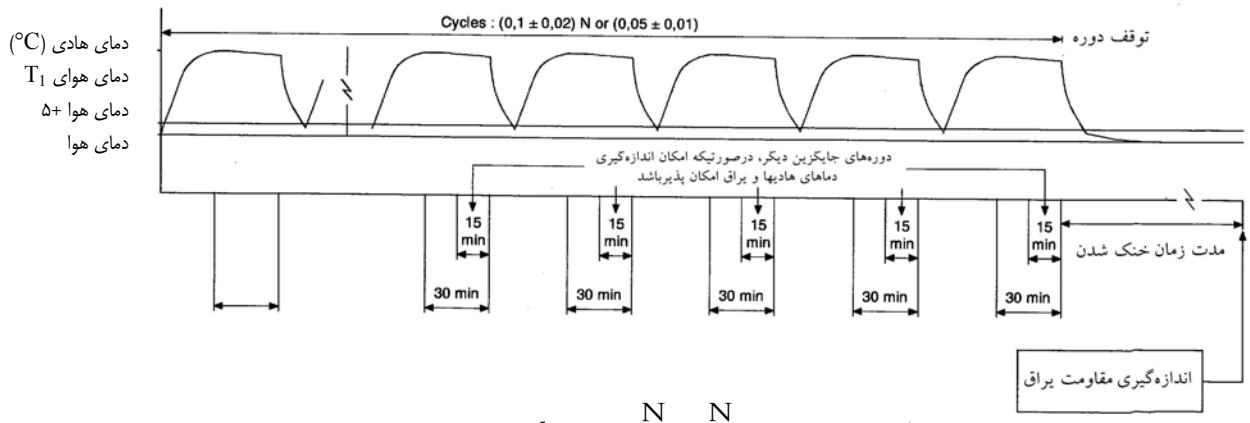
شکل ۳-۲۹: یک نمونه از نقاط پتانسیل

پیوست (۳-۷): نمایش شماتیک توالی آزمون دوره حرارتی

جزئیات توالی کامل و توالی $\frac{N}{۱۰}$ یا $\frac{N}{۲۰}$ دوره‌های آزمون دوره حرارتی به ترتیب در شکل‌های ۳-۳۰ و ۳-۳۱ نشان داده شده‌اند.



شکل ۳-۳۰: جزئیات توالی کامل آزمون دوره حرارتی



شکل ۳-۳۱: توالی $\frac{N}{۱۰}$ یا $\frac{N}{۲۰}$ دوره‌های آزمون دوره حرارتی

پیوست (۳-۸): معیارهای پذیرش محاسباتی

- کلیات

عبارت پذیرش، که در این پیوست به آن اشاره می‌شود، تنها مربوط به نیازمندیهای ارائه شده در بندهای ۳-۸-۵-۲ و ۳-۸-۵-۳ می‌باشد.

روش پذیرش محاسباتی استنتاج‌شده در این پیوست در نظر دارد که مفاهیم غیرذهنی را از ارزیابی نتایج آزمون بارگذاری دوره‌ای درطول دوره‌های $\frac{N}{2}$ تا Nام، بویژه وقتی که ارزیابی ازطریق بررسی نمودارها واضح نباشد را فراهم نماید. با این حال هدف این نیست که به جهت توجه به این ارزیابی محاسباتی، استفاده از قضاوت در تفسیر نتایج به طور کلی نادیده گرفته شود. اگرچه که هر یک از ۱۱ نتیجه آزمون در ارزیابی آماری یک نمونه مجزا در نظرگرفته می‌شوند، اما قرائتی که از خط بهترین تقریب به طور قابل ملاحظه‌ای منحرف شده باشد می‌تواند به اندازه‌ای بر روی نتایج تأثیرگذار باشد که منجر به عدم پذیرش گردد. به عنوان مثال هنگامی که برای مفصل‌های رده B، سه نمونه خارج‌شده از چهار نمونه به طور قطعی آزمون را با موفقیت پشت سر گذاشته باشند و نمونه چهارم بواسطه تنها یک قرائت منتظر پذیرش باشد، قرائت نادرستی که ممکن است ناشی از خطای اندازه‌گیری باشد، نباید موجب عدم پذیرش گردد (عدم پذیرش نمونه بر مبنای یک قرائت نادرست مقاومت در مقابل ۴۴ قرائت صحیح). در این حالت ادامه آزمون یا حتی پذیرش آن با وجود یک قرائت نامناسب می‌تواند با توافق طرفین بر مطابقت آزمون با گواهی دیگر صورت گیرد.

معیار پذیرش به شرح ذیل و در سه مرحله پشت سرهم تعیین می‌شود:

۱) تغییر(افزایش یا افت) مقاومت مابین دوره‌های بارگذاری $\frac{N}{2}$ و N ام محاسبه می‌شود و به عنوان خط بهترین تقریب (که بوسیله روش حداقل مربعات تعیین می‌شود) برای اطلاعات درنظرگرفته می‌شود. این تغییر مقاومت برحسب کسری از متوسط قرائت‌های مقاومت در طول دوره‌های $\frac{N}{2}$ تا N ام است و بوسیله حرف M مشخص می‌شود.

توجه:

M برابر یک تغییر است (افزایش یا افت) و لذا همیشه مثبت خواهد بود.

۲) یک کمیت که مقدار آن به پراکندگی[1] مقادیر مقاومت در اطراف خط بهترین تقریب بستگی دارد، محاسبه می‌شود. این کمیت برحسب کسری از مقاومت متوسط مابین دوره‌های بارگذاری $\frac{N}{2}$ و N ام بیان شده و با حرف S مشخص می‌شود.

۳) کمیت D که به صورت D=M+S محاسبه می‌شود. D در واقع تغییر مقاومت مابین دوره‌های بارگذاری $\frac{N}{2}$ و N ام است که با ۹۵ درصد اطمینان و بر مبنای این فرض که توزیع مقادیر مقاومت حول وحوش خط بهترین تقریب به صورت توزیع نرمال می‌باشد، به صورت کسری از مقاومت متوسط در طول این بازه محاسبه می‌شود.

معیار پذیرش این است که D نمی‌بایستی بیش از ۰/۱۵ باشد.

1. Scatter

در ادامه دستورالعملی که به صورت قدم به قدم برای استفاده در محل انجام آزمون تهیه شده است ارائه می‌شود. این رویه برای هر نمونه آزمون تکرار می‌شود.

- **علامت‌گذاری اندازه‌گیری‌های مقاومت**

اندازه‌گیری‌های مقاومت به صورت زیر علامت‌گذاری می‌شوند:

دوره‌ها برحسب N	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶	۰/۶۵	۰/۷	۰/۷۵	۰/۸	۰/۸۵	۰/۹	۰/۹۵	۱
اندازه‌گیری مقاومت	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}	R_{11}

- **محاسبه مقاومت متوسط**

$$\text{مقاومت متوسط} = R = \frac{R_1 + R_2 + ... + R_{11}}{11} \qquad (۳-۶)$$

- **محاسبه شیب خط بهترین تقریب از اندازه‌گیری‌های مقاومت**

$$\text{شیب} = B = \frac{-5R_1 - 4R_2 - 3R_3 - 2R_4 - R_5 + R_7 + 2R_8 + 3R_9 + 4R_{10} + 5R_{11}}{110} \qquad (۳-۷)$$

که B ممکن است مثبت یا منفی باشد.

- **محاسبه تغییر مقاومت به صورت کسری از مقاومت متوسط برمبنای خط بهترین تقریب**

$$\text{تغییر مقاومت} = M = \frac{10B}{R} \qquad (۳-۸)$$

- **مقایسه M با معیار پذیرش**

اگر $M > ۰/۱۵$ باشد، نمونه مردود است و اگر $M \leq ۰/۱۵$ باشد، مرحله بعدی می‌بایستی دنبال شود.

- **تصحیح تغییر مقاومت محاسبه‌شده به منظور لحاظ پراکندگی قرائت‌های مقاومت در حول و حوش خط بهترین تقریب**

$$S = \frac{2.07}{R}\sqrt{\frac{A_1^2 + A_2^2 + ... + A_{11}^2}{9}}$$

$$A_1 = R_1 - R + 5B$$

$$A_2 = R_2 - R + 4B$$

$$A_3 = R_3 - R + 3B$$

$$A_4 = R_4 - R + 2B$$

$$A_5 = R_5 - R + B$$

$$A_6 = R_6 - R \qquad (۳-۹)$$

$$A_7 = R_7 - R - B$$

$$A_8 = R_8 - R - 2B$$

$$A_9 = R_9 - R - 3B$$

$$A_{10} = R_{10} - R - 4B$$

$$A_{11} = R_{11} - R - 5B$$

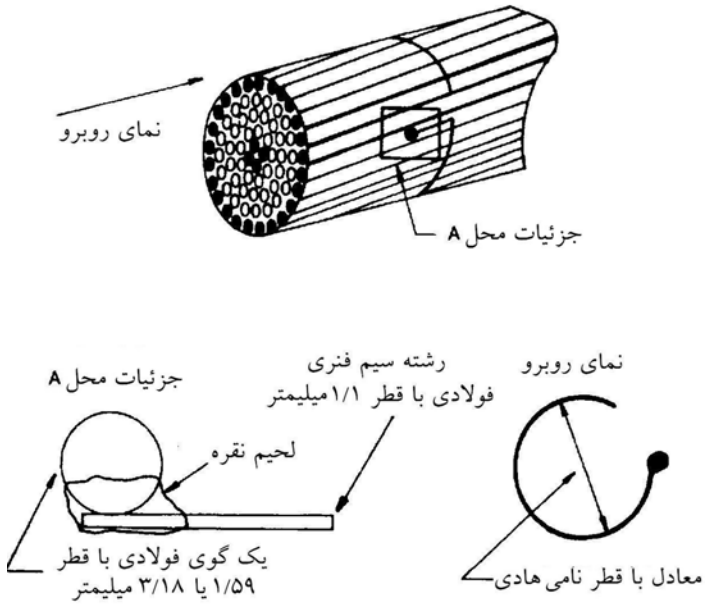
- **مقایسه M+S با معیار پذیرش**

برای پذیرش یراق‌آلات می‌بایستی رابطه $(D = M + S) \leq$ ۰/۱۵ برقرار باشد.

پیوست (۳-۹): وسیله‌ای برای کالیبراسیون ولتاژ آزمون

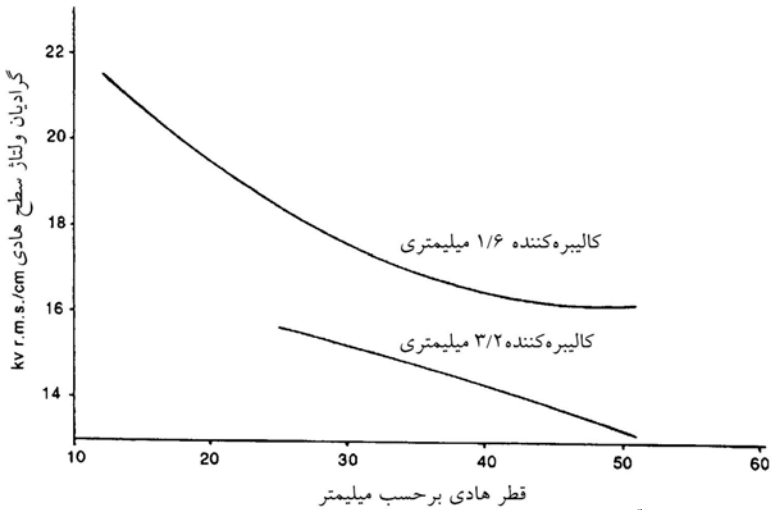
- **توصیف کالیبره‌کننده گرادیان ولتاژ**

کالیبره‌کننده از یک گوی کوچک متصل به یک حلقه سیم، به‌گونه‌ای که بتوان مطابق شکل ۳-۳۲ آن را بـه هـادی آزمـون متصـل نمود، تشکیل شده است.



شکل ۳-۳۲: کالیبره‌کننده گرادیان ولتاژ

یک طرح کروی از این نوع، مشخصه آغاز کرونای مثبت کاملاً شناخته‌شده‌ای را دارا می‌باشـد کـه مـی‌توانـد برحسـب مقـدار نـامی گرادیان ولتاژ در سطح هادی بیان شود. این نقطه آغازین برای یک گوی و سایز هادی معینی می‌تواند در آرایش شناخته‌شده اسـتوانه هم مرکز یا هادی و صفحه زمین از قبل تعیین شود که این مطلب در شکل ۳-۳۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۳۳: گرادیان نوعی آغاز کرونای مثبت برای کالیبره‌کننده‌های مختلف و سایزهای متفاوتی از هادی

مقدار نامی گرادیان ولتاژ در سطح هادی برای یک آرایش استوانه‌ای هم‌مرکز با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$E = \frac{V}{rLn\frac{R}{r}} \qquad (۱۰-۳)$$

که در آن:

V: ولتاژ هادی

R : شعاع استوانه آزمون و

r : شعاع هادی می‌باشد.

هنگامی که کالیبراسیون وسیله با یک صفحه زمین به عمل می‌آید، گرادیان فوق از رابطه زیر تعیین می‌شود:

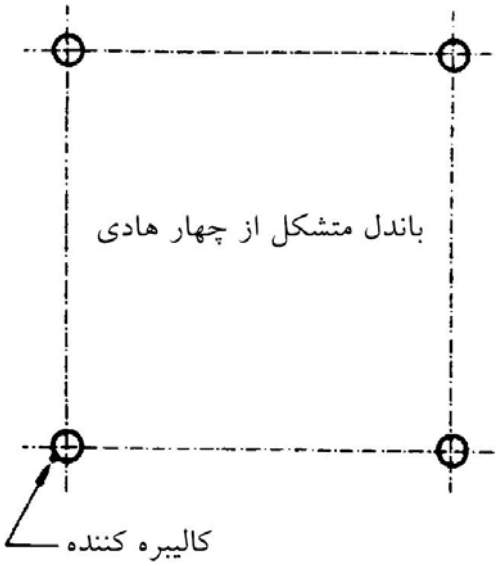
$$E = \frac{V}{rLn\frac{2h}{r}} \qquad (۱۱-۳)$$

که در آن h ارتفاع هادی آزمون از سطح زمین می‌باشد.

به منظور جلوگیری از بروز جرقه، شعاع استوانه آزمون یا ارتفاع هادی از سطح صفحه زمین می‌بایستی حداقل ۲۰ برابر بزرگتر از شعاع هادی آزمون باشد.

- **تعیین ولتاژ**

به منظور تعیین ولتاژ آزمون برای حداقل مقدار مشخص‌شده جهت رؤیت کرونا یا حداکثر ولتاژ تداخل رادیویی مشخص‌شده، می‌توان از وسیله کالیبره‌کننده توصیف شده در قسمت قبل استفاده به عمل آورد. در مواردی که از هادی رشته‌ای استفاده می‌شود، گوی وسیله کالیبره‌کننده می‌بایستی بر روی لایه خارجی هادی و در حداکثر فاصله از محور هادی قرار گیرد. درصورت استفاده از هادی‌های باندلی، علاوه بر رعایت موارد ذکرشده فوق، گوی می‌بایستی بر روی یکی از هادی‌های باندل و در یک وضعیت مناسب مطابق شکل ۳-۳۴ قرار داده شود (کالیبره‌کننده می‌بایستی در نقطه‌ای که حداکثر گرادیان هادی یا باندل وجود دارد نصب شود).



شکل ۳-۳٤: محل قرارگیری کالیبره‌کننده در یک باندل چهارتایی

برای آزمونهایی که برروی یراق‌های پرسی به عمل می‌آیند، گوی کالیبره‌کننده می‌بایستی در حد فاصل حداکثر ۱۰ برابر قطر یراق‌ها از یک انتهای اتصال قرار گیرد.

برای آزمونهایی که بر روی آرایش‌های آویزی به عمل می‌آیند، اگر گرادیان ولتاژ بدون لحاظ آثار مجاورت پنجره برج محاسبه شده باشد، ولتاژ آزمون می‌بایستی بر روی هادی که از تأخیر مجموعه آزمون دور نگه داشته شده است ارزیابی گردد و صفحات زمین می‌بایستی به منظور شبیه‌سازی پنجره برج مورد استفاده قرار گیرند. این کار می‌تواند با دور نگه داشتن کالیبره‌کننده گرادیان از پنجره شبیه‌سازی شده تا اندازه کافی، به گونه‌ای که تحت تأثیر آن قرار نگیرد، و یا با تعیین گرادیان در غیاب مجموعه آزمون انجام گیرد.

در سایر موارد، گرادیان یراق می‌بایستی با کالیبره‌کننده‌ای که گوی آن در میانه هادی آزمون قرار دارد ارزیابی گردد. وسیله کالیبراسیون و هادی می‌بایستی تمیز باشند. آنگاه ولتاژ می‌بایستی به هادی اعمال شود. این ولتاژ می‌بایستی به طور پیوسته، تا حداقل مقداری که تحت آن کرونای پلاریته مثبت در وسیله کالیبره‌کننده به وقوع می‌پیوندد، افزایش یابد. ولتاژی که تحت آزمون کرونای پلاریته مثبت مشاهده شده است می‌بایستی ثبت گردد. این ولتاژ آغاز یا رؤیت کرونای پلاریته مثبت می‌بایستی برای تعیین ولتاژ آزمون مورد استفاده قرار گیرد. مقدار بدست آمده برابر مقداری از ولتاژ است که می‌بایستی در آزمون کرونا مورد استفاده قرار گیرد، این مقدار ولتاژ از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$V = \frac{E_S}{E_C} V_C \qquad (۱۲-۳)$$

که در آن:

V_C: ولتاژ مورد نیاز جهت آغاز (یا رؤیت) کرونای مثبت بر روی وسیله کالیبره‌کننده.

V_R: ولتاژ آزمون مورد نیاز جهت دستیابی به حداقل مقدار مشخص‌شده برای رؤیت کرونا یا حداکثر مقدار مشخص‌شده برای ولتاژ تداخل رادیویی

E_C: گرادیان آغاز (یا رؤیت) کرونای مثبت برای هادی می‌باشد که وسیله کالیبرکننده بر روی آن قرار گرفته است.

E_S: گرادیان ولتاژ مشخص‌شده برای حداقل رؤیت کرونا یا حداکثر ولتاژ تداخل رادیویی می‌باشد.

توجه:

می‌بایستی بین کرونای با پلاریته مثبت و کرونای با پلاریته منفی (کرونای تولید شده در نیم سیکل منفی) تمایز قائل شد. این دو نوع کرونا به آسانی قابل تشخیص هستند. با توجه به اینکه کرونای با پلاریته منفی دارای ولتاژ پایین‌تری نسبت به کرونای مثبت است لذا در ابتدا بوقوع می‌پیوندد. با آغاز کرونای پلاریته مثبت، تغییرات شدید و مشخصی به طور همزمان به صورت مشخصه‌های بصری، شنیداری و الکتریکی رخ می‌دهد. نور آبی کرونای پلاریته منفی که از یک نقطه سطحی واقع در سطح گوی کالیبره‌کننده منتشر می‌شود برای مدت زمان طولانی مشاهده نمی‌شود چونکه نور سفید ناشی از رشته نور[1] کرونای پلاریته مثبت، که طولی برابر با ۲۵میلی‌متر یا بیشتر را دارا می‌باشد، از همان نقطه منتشر می‌شود. علاوه بر این، صدای هیس‌هیس فرکانس بالای کرونای با پلاریته منفی فروکش می‌نماید چرا که صدای خشن فرکانس پایین کرونای پلاریته مثبت آغاز می‌شود. نهایتاً، درجایی که قرائت‌های ولتاژ تداخل رادیویی انجام می‌شود، قرائت‌کننده شبه پیک[2] برای کرونای مثبت به اندازه فاکتور ۵۰ یا بیشتر بزرگتر از منفی خواهد بود، به شرطی که سطوح تداخل رادیویی محیط بسیار پایین باشد (کمتر از ۲۵میکروولت در یک مگاهرتز وقتی که به کمک مدار مورد استفاده برای اندازه‌گیری ولتاژ تداخل رادیویی تجهیزات ولتاژ بالا، که در استانداردهای IEC شماره ۶۰۴۳۷ و CRSPR شماره ۱۶ توصیف شده‌اند، اندازه‌گیری انجام شده باشد).

1. Streamer
2. Quasi – peak detector reading

منابع و مراجع

[1] IEC 61284 , " Overhead lines – requirements and tests for fittings ".

[2] IEC 60060-1 , "High – voltage test techniques – part 1 : General definitions and test requirements".

[3] IEC 60120 , " Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units ".

[4] IEC 60471 , " Dimensions of clevis and tongue couplings of string insulator units ".

[5] IEC 60372 , " Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units : Dimensions and tests ".

[6] IEC 60826 , "Loading and strength of overhead transmission lines".

[7] IEC 61089 , "Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors ".

[8] IEC 61897 , " Overhead lines – requirement and tests for stockbridge type aeolian vibration dampers".

[9] IEC 61854 , "Overhead lines – requirements and tests for spacers ".

[10] CISPR 16-1 , " Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus ".

[11] CISPR 18-2 , " Radio interference characteristics of overhead power lines and high voltage equipment – part 2 : Method of measurment and procedure for determining limits".

[12] ISO 2859-1 , " Sampling Procedures for Inspection by Attributes – Part 1: Sampling Plans Indexed by Acceptable Quality Level (AQL) for Lot – by- Lot Inspection ".

[13] ISO 2859-2 , " Sampling procedures for inspection by attributes – part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (lq) for isolated lot inspection ".

[14] ISO 3951 , " Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent non – conforming ".

[15] " Design of 400 kV overhead lines in IRAN " , Swedish state power board , 1977.

[۱۶] " استاندارد مقدماتی یراق‌آلات خطوط ۴۰۰ کیلوولت ایران" ، شرکت توانیر، اسفندماه ۱۳۶۸.

[۱۷] " استاندارد یراق‌آلات خطوط ۲۳۰ کیلوولت ایران- جلد اول: کلیات و محاسبات مکانیکی" ، مهندسین مشاور قدس نیرو، تیرماه ۱۳۷۴.

[۱۸] " استاندارد یراق‌آلات خطوط ۲۳۰ کیلوولت ایران- جلد دوم: مشخصات فنی و نقشه‌ها" ، مهندسین مشاور قدس نیرو، تیرماه ۱۳۷۴.

[۱۹] " استاندارد یراق‌آلات خطوط ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت ایران- جلد اول: معیارهای طراحی و جزئیات محاسبات جهت انتخاب یراق‌آلات" دفتر فنی برق وزارت نیرو، شهریور ماه ۱۳۷۳.

[۲۰] " استاندارد یراق‌آلات خطوط ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت ایران- جلد دوم: مشخصات فنی یراق‌آلات به فارسی و انگلیسی، مشخصات فنی مواد و نقشه‌ها " ، دفتر فنی برق وزارت نیرو، شهریورماه ۱۳۷۳.

[۲۱] " استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال نیروی ایران- آئین‌نامه و استاندارد انتخاب زنجیره مقره و یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال انرژی" ، شرکت سهامی خدمات مهندسی برق (مشانیر)، فروردین ماه ۱۳۷۸.

[۲۲] " استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال نیروی ایران- آئین‌نامه و استاندارد بارگذاری برجهای خطوط انتقال نیرو" ، شرکت سهامی خدمات مهندسی برق (مشانیر)، اردیبهشت ماه ۱۳۷۷.

[۲۳] کاتالوگ‌های سازندگان معتبر یراق‌آلات خطوط هوایی انتقال نیرو.

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

این نشریه

با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها و خطوط فوق توزیع و انتقال – یراق آلات خطوط هوایی انتقال نیرو » جلد دوم از مجموعه دو جلدی است. در این مجلد مباحث مربوط به یراق آلات خطوط هوایی انتقال نیرو شامل کلیات، تعاریف، انواع، روشهای تولید، موارد استفاده؛ معیارهای انتخاب و همچنین الزامات و آزمون های استاندارد لوازم مزبور در رده ولتاژی ۶۳ تا ۴۰۰ کیلو ولت ارائه شده است.