



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۰۴۹

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20049

1st.Edition

2016

هیدرومتری - سیستم‌های کابل‌راه برای
سنجش جریان

**Hydrometry – Cableway systems for
stream gauging**

ICS: 17.12.20

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۱۲۹۴

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« هیدرومتری – سیستم‌های کابل‌راه برای سنجش جریان »

رئیس:

سیوف جهرمی، مریم
(دکتری فیزیک دریا)

دبیر:

علی زاده، حمیدرضا
(فوق لیسانس فیزیک دریا)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آذری، سیاوش
(لیسانس فیزیک)

اکبری نسب، محمد
(دکتری فیزیک دریا)

برقعی، سیدمحمد
(دکتری فیزیک)

حسن زاده، اسماعیل
(دکتری فیزیک دریا)

زارع، حسین
(لیسانس مهندسی برق)

فخری گمچی، ابراهیم
(فوق لیسانس فیزیک)

محمدی لیواری، احد
(فوق لیسانس فیزیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی دانشگاه هرمزگان

سازمان ملی استاندارد ایران

مرکز اندازه‌شناسی – سازمان ملی استاندارد ایران

عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی کرج

عضو هیئت علمی دانشگاه اصفهان

سازمان ملی استاندارد ایران

اداره کل استاندارد استان آذربایجانغربی

مرکز اندازه‌شناسی – سازمان ملی استاندارد ایران

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

منصوری، احمد

(لیسانس فیزیک)

ویراستار:

فخری گمچی، ابراهیم

(فوق لیسانس فیزیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

سازمان ملی استاندارد ایران

اداره کل استاندارد استان آذربایجانغربی

فهرست مندرجات

صفحه		عنوان
ج		آشنایی با سازمان ملی استاندارد
د		کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ط		پیش‌گفتار
۱	۱	هدف و دامنه کاربرد
۱	۲	مراجع الزامی
۱	۳	اصطلاحات و تعاریف
۲	۱-۳	کابل
۲	۴	نام قسمت‌های اصلی
۲	۱-۴	اجزاء سیستم کابل‌راه
۴	۲-۴	تکیه‌گاه‌های کابل‌راه
۴	۳-۴	مسیر اصلی یا کابل اصلی
۴	۴-۴	مهار
۵	۵-۴	کابل بکسل برای سیستم ساحلی
۵	۶-۴	کابل معلق
۵	۷-۴	واگن حمل دستگاه برای سیستم ساحلی
۵	۸-۴	واگن حمل کارکنان
۵	۹-۴	قرارگیری وینچ برای سیستم ساحلی
۶	۱۰-۴	قرارگیری وینچ برای واگن حمل کارکنان
۶	۱۱-۴	محافظت در برابر صاعقه
۶	۵	الزامات عملیاتی اجزاء کابل‌راه
۶	۱-۵	عوامل ایمنی
۶	۱-۱-۵	کلیات
۶	۲-۱-۵	کابل معلق
۷	۳-۱-۵	کابل بکسل
۷	۴-۱-۵	کابل مسیر
۷	۵-۱-۵	نشانه‌گذاری

۷	۲-۵ تکیه‌گاه‌های کابل‌راه
۷	۱-۲-۵ دسترسی
۷	۲-۲-۵ بار طراحی
۷	۳-۲-۵ تعیین محل پی
۸	۴-۲-۵ ارتفاع
۸	۵-۲-۵ حفاظت در برابر خوردگی
۸	۳-۵ انتخاب کابل یا مسیر اصلی
۸	۴-۵ تکیه‌گاه
	۱-۴-۵ طراحی
۸	۲-۴-۵ بازرسی قابلیت دسترسی
۸	۵-۵ مهارها
۸	۶-۵ کابل بکسل
۹	۷-۵ واگن
۹	۱-۷-۵ واگن حمل دستگاه برای سیستم ساحلی
۹	۱-۱-۷-۵ چرخ‌های مسیر واگن
۹	۲-۱-۷-۵ الزامات بارگذاری
۹	۳-۱-۷-۵ ملاحظات طراحی واگن
۹	۴-۱-۷-۵ الزام کاربری واگن
۹	۲-۷-۵ واگن حمل کارکنان
۹	۱-۲-۷-۵ طراحی
۱۰	۲-۲-۷-۵ ترمز
۱۰	۸-۵ وینچ‌ها
۱۰	۱-۸-۵ کلیات
۱۰	۱-۱-۸-۵ ترمز
۱۰	۲-۱-۸-۵ وسیله قفل کننده
۱۰	۳-۱-۸-۵ قرقره کابل
۱۰	۴-۱-۸-۵ مزیت مکانیکی
۱۰	۵-۱-۸-۵ قطر غلتک

۱۰	انتقال سیگنال ۶-۱-۸-۵
۱۰	الزامات وینچ برقی ۷-۱-۸-۵
۱۱	وینچ‌های سیستم‌های ساحلی ۲-۸-۵
۱۱	محدود کننده گشتاور ۱-۲-۸-۵
۱۱	الزام بار ۲-۲-۸-۵
۱۱	قرارگیری کابل ۳-۲-۸-۵
۱۱	ساز و کار اتصال ۴-۲-۸-۵
۱۱	طراحی پایه ۵-۲-۸-۵
۱۲	وینچ‌های روی واگن حمل کارکنان ۳-۸-۵
۱۲	محدود کننده گشتاور ۱-۳-۸-۵
۱۲	تجهیزات آزاد سازی ۲-۳-۸-۵
۱۲	نگهداری، بازبینی و آزمون ۶
۱۲	بازبینی کلی ۱-۶
۱۲	بازرسی‌های متداول ۲-۶
۱۲	سیستم‌های ساحلی ۱-۲-۶
۱۲	کابل‌ها ۱-۱-۲-۶
۱۳	تکیه‌گاه‌ها ۲-۱-۲-۶
۱۳	سیستم‌های دارای واگن معلق حمل کارکنان ۲-۲-۶
۱۳	آزمون ایستایی ۳-۶
۱۳	سیستم ساحلی ۱-۳-۶
۱۳	سیستم‌های دارای واگن معلق حمل کارکنان ۲-۳-۶
۱۴	روغن کاری ۴-۶
۱۴	بررسی افتادگی ۵-۶
۱۵	پیوست الف (اطلاعاتی) ویژگی‌های کابل‌راه
۲۷	پیوست ب (اطلاعاتی) محدود کردن کشش کابل اصلی در کابل‌راه‌های ساحلی
۳۰	کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد «هیدرومتری - سیستم‌های کابل‌راه برای سنجش جریان» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دویست و شصت و هفتمین اجلاس هیئت کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۱۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی (منابع و مأخذی) که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

1- ISO 4375: 2014, Hydrometry – Cableway systems for stream gauging

هیدرومتری - سیستم‌های کابل‌راه برای سنجش جریان

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات تجهیزات، مهار^۱، تکیه‌گاه‌ها^۲ و لوازم جانبی سیستم‌های کابل‌راه است که در سنجش جریان به کار می‌رود. سیستم‌هایی که هم به طور کامل از ساحل رودخانه و هم از واگن حمل کارکنان (که تله کابین نامیده می‌شود) هدایت می‌شوند، مورد بحث قرار می‌گیرند. این استاندارد فقط برای سیستم‌های کابل‌راه اندازه‌گیری‌های هیدرومتری به کار می‌رود. در صورتی که لازم باشد تأسیسات کابل‌راه به عنوان تجهیزات بالا برنده گواهی شود، می‌توان از استانداردها یا مقررات دیگری استفاده کرد. این استاندارد به روش‌های اندازه‌گیری تخلیه که در ISO 748 مورد بحث قرار گرفته است، نمی‌پردازد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند. در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است. استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۹۸۱۹ سال: ۱۳۹۰، کمیت‌ها و یکاها - قسمت ۴ مکانیک

2-2 ISO 772, Hydrometry – Vocabulary and symbols

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد واژه‌ها و اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود. برای اهداف این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف که در ISO 772 و استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۹۸۱۹ آورده شده نیز کاربرد دارد.

1- Anchorage
2- Supports

۱-۳

کابل

طناب سیمی است که دارای ساختار ساده یا مرکب یا رشته سیم ثابت یا متحرک در سیستم کابل‌راه باشند.

۴ نام قسمت‌های اصلی

۱-۴ اجزاء سیستم کابل‌راه

یک سیستم کابل‌راه می‌تواند طوری طراحی شود که در ساحل رودخانه (به شکل‌های ۱ و ۲ مراجعه شود) کار کند یا به عنوان واگن حمل کارکنان (به شکل ۳ مراجعه شود) به کار گرفته شود.

ترتیب کلی اجزای زیر در هر دو سیستم مشترک است:

الف- دکل‌ها یا تکیه‌گاه‌های کابل‌راه؛

ب- رشته یا کابل اصلی؛

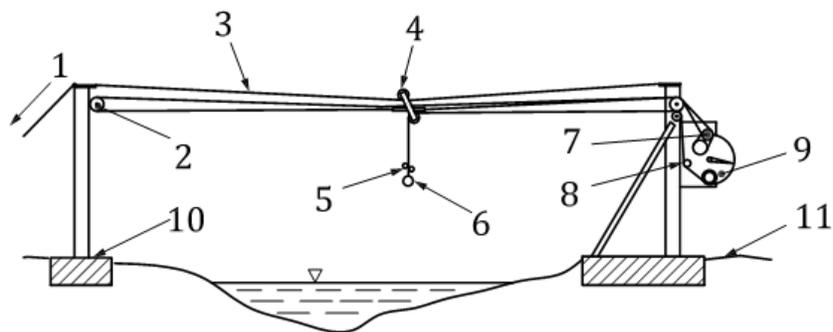
پ- مهار؛

ت- مهار دکل؛

ث- کابل معلق.

تفاوت‌های عمده به این شرح است:

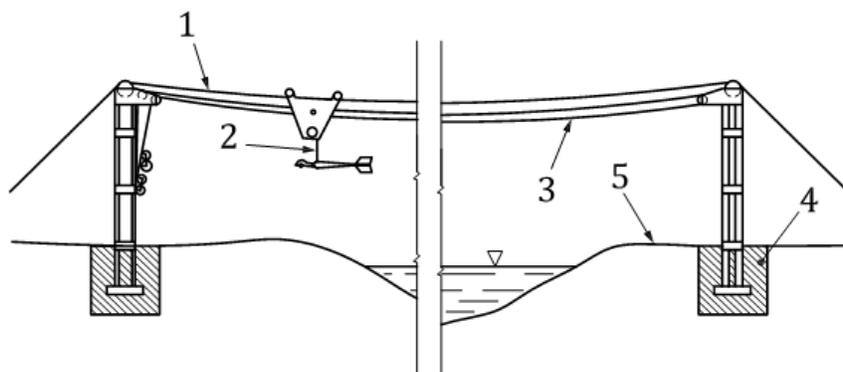
- واگن سیستم ساحلی به کابل بکسل نیاز دارد.
- سیستم ساحلی به تنظیمات وینچ پیچیده‌تری نیاز دارد.
- واگن حمل کارکنان دارای سکوی ایمن برای کاربر است.
- الزامات طراحی سخت‌گیرانه بیشتری می‌تواند برای کاربرد در سیستم واگن حمل کارکنان به کار گرفته شود.



راهنما:

- | | | | |
|---|----------------------------------|----|-------------------|
| ۱ | مهاری | ۷ | اندازه گیری فاصله |
| ۲ | قرقره افقی کابل برگشتی | ۸ | اندازه گیری عمق |
| ۳ | رشته یا کابل اصلی | ۹ | قرقره کابل |
| ۴ | جابجا شونده و/یا واگن حمل دستگاه | ۱۰ | محل قرارگیری پایه |
| ۵ | جریان سنج | ۱۱ | تراز زمین |
| ۶ | فرو رونده یا وزنه عمق سنجی | | |

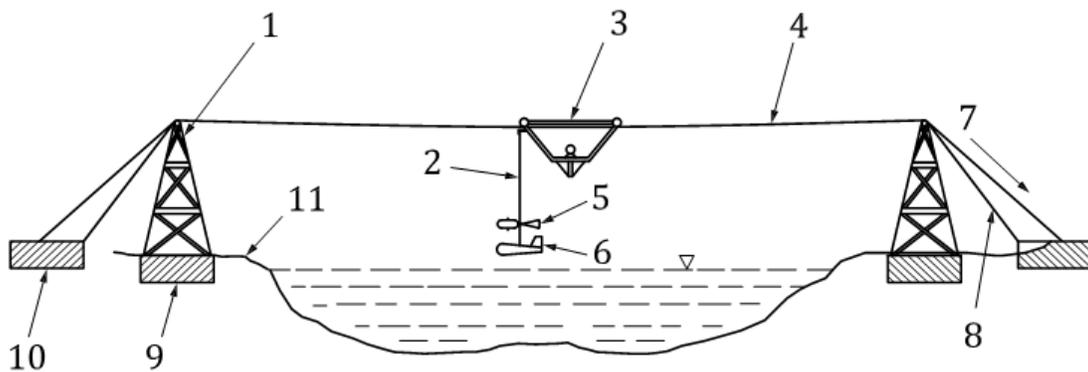
شکل ۱- سیستم کابل راه- کاربری ساحلی به همراه کابل عبور - حلقه و قرقره کابل عمق سنجی



راهنما:

- | | | | |
|---|-------------------|---|-------------------|
| ۱ | رشته یا کابل اصلی | ۴ | محل قرارگیری پایه |
| ۲ | کابل معلق | ۵ | تراز زمین |
| ۳ | کابل بکسل | | |

شکل ۲- سیستم کابل راه - کاربری ساحلی، با قرقره کابل بکسل و قرقره کابل عمق سنجی



راهنما:

۱	دکل	۷	مهار
۲	کابل معلق	۸	کابل ثابت
۳	واگن کارکنان	۹	محل قرارگیری پایه
۴	رشته یا کابل اصلی	۱۰	پایه مهار
۵	جریان سنج	۱۱	تراز زمین
۶	وزنه عمق سنجی		

شکل ۳- سیستم کابل راه - واگن معلق کارکنان

۲-۴ تکیه گاه های کابل راه

تکیه گاه های کابل راه در هر ساحل کابل اصلی بین دو دکل را در برابر جریان ، نگه می دارد. تکیه گاه ها می توانند دارای پایه هایی برای وینچ و قرقه ها (قرقره شیاردار) که سیم بکسل و کابل معلق بر آن سوار می شوند، باشند.

۳-۴ مسیر اصلی یا کابل اصلی

مسیر اصلی یا کابل اصلی برای حمل کل بار معلق طراحی می شود. مسیر می تواند به طور مستقیم به تکیه گاه های مهار شده کابل راه متصل شده باشد یا توسط رأس تکیه گاه های کابل راه نگه داشته شده و مستقیماً به مهار وصل شود.

۴-۴ مهار

مهاریا برای حمل بارهای اضافه شده در سیستم کابل راه یا دکل لازم است. بسته به نوع طراحی سیستم، مهاریا می توانند نقاط مهار برای مسیر یا مهار دکل یا خطوط نگهداری طناب، منوط به فشردگی و گشتاور پی های دکل باشند.

۵-۴ کابل بکسل برای سیستم ساحلی

کابل بکسل برای جابجایی و وضعیت واگن حمل دستگاه لازم است. به طور کلی کابل بکسل به صورت یک حلقه بسته، از واگن حمل دستگاه بر روی قرقره شیاردار وینچ دکل به دور یک قرقره یا غلتک چرخان و روی قرقره تسمه نگهدار (قرقره شیاردار) دکل در ساحل مقابل و پشت به واگن قرار داده شده است (به شکل ۱ رجوع شود). در آرایش دیگری، از یک کابل بکسل قرقره‌ای با یک نقطه ثابت روی واگن استفاده می‌شود. این‌گونه آرایش از کابل بکسل به نیروی برابر و مخالف توسط کابل معلق بستگی دارد (به شکل ۲ رجوع شود).

۶-۴ کابل معلق

کابل معلق تأمین‌کننده ابزارهایی برای بالا و پایین بردن تجهیزات حسگری یا نمونه برداری در جریان است. سر آزاد کابل به وسیله اتصال‌دهنده به تجهیزات و وزنه عمق‌سنج وصل شده است. کابل معلق می‌تواند دارای هسته عایق شده‌ای باشد که مسیر سیگنال از ابزار معلق را فراهم کند.

۷-۴ واگن حمل دستگاه برای سیستم ساحلی

واگن حمل دستگاه دارای یک یا چند چرخ است که روی کابل اصلی (مسیر) حرکت می‌کند، هم‌چنین دارای قرقره‌ای برای نگه داشتن کابل معلق و نقطه اتصال برای کابل بکسل است.

۸-۴ واگن حمل کارکنان

واگنی است که با آن مشاهدات اندازه‌گیری صورت می‌گیرد و در طول کابل اصلی حرکت می‌کند. این واگن از چرخ‌های مسیر که روی کابل حرکت می‌کند، آویزان شده است. واگن می‌تواند به صورت دستی یا با منبع برق در طول کابل اصلی حرکت کند و می‌تواند برای کاربری در حال ایستاده یا نشسته و یا هر دو طراحی شود. کابل‌راه که برای واگن حمل کارکنان به کار می‌رود باید مطابق با الزامات ایمنی برای کابل‌راه مسافری باشد که چنین استانداردهایی به طور ویژه شامل کابل‌راه ثابت افقی همه‌جانبه که در این استاندارد ذکر نشده است، می‌شود.

۹-۴ قرارگیری وینچ برای سیستم ساحلی

وینچ دو غلتکی، وینچی است که برای عملیات عبور و عمق‌یابی به صورت بخشی از تجهیزات، در نظر گرفته شده است. یک غلتک کابل معلق و غلتک دیگر حرکت واگن را کنترل می‌کند.

غلتک دوم می‌تواند یک غلتک قرقره‌ای یا به شکل قرقره اصطکاکی در یک مدار بسته باشد. هر دو غلتک می‌توانند هم‌زمان برای حالت عبور یا عمق‌سنجی حرکت کنند. غلتک عبوری می‌تواند قفل شود تا اجازه دهد عملیات غلتک کابل معلق، به تنهایی انجام شود. هم‌چنین این عملیات می‌تواند با استفاده از دو وینچ دارای غلتک ساده انجام شود. کنتورهای اندازه‌گیری می‌توانند برای ثبت حرکت کابل افقی و عمودی نصب شوند.

۱۰-۴ قرارگیری وینچ برای واگن حمل کارکنان

یک وینچ (قرقره عمق سنج) به واگن (تله کابین) متصل است تا وزنه عمق سنجی را بالا و پایین ببرد. لازم است این وینچ تحت بار وزنه عمق سنجی کار کند ولی وینچ و تکیه گاهش بهتر است قادر به سازگاری بار شکست کابل معلق با فاکتور ایمنی^۱ باشد. این وینچ می تواند به صورت دستی یا برقی کار کند.

۱۱-۴ محافظت در برابر صاعقه

در نواحی که طوفان های همراه با رعد و برق به عنوان خطری برای کاربرهای کابل راه در نظر گرفته می شود، باید ترتیبی اتخاذ شود تا احتمال آسیب ناشی از صاعقه بر سیستم کابل راه کاهش یابد. در مناطقی که صاعقه به ندرت رخ می دهد و محافظت در برابر صاعقه ضروری در نظر گرفته نمی شود، دستورالعمل های کاری باید امکان دست کشیدن از کار در صورت وقوع طوفان همراه با رعد و برق را در نظر بگیرد.

۵ الزامات عملیاتی اجزاء کابل راه

۱-۵ عوامل ایمنی

۱-۱-۵ کلیات

فاکتورهای ایمنی باید برای حصول اطمینان از این که تجهیزات می توانند در شرایط عادی کاری، بدون اشکال عمل کنند و در صورت هر اتفاق غیرمعمول و یا حوادث غیرقابل پیش بینی از کاربر محافظت کنند، به کار گرفته شوند. بیشترین احتمال خطر در سیستم های کابل راه، احتمال گیر افتادن تجهیزات معلق روی یک شیء بزرگ شناور است. درختانی که توسط سیلاب برده می شوند، بیشترین احتمال را دارد که منبع چنین خطری باشند.

بار اضافی از طریق کابل معلق در سیستم به کار گرفته می شود. در سیستم ساحلی، کشش کابل برابر با کشش طرف برگشتی کابل بکسل است. در دو سیستم ساحلی و واگن حمل کارکنان، بار کابل معلق از طریق واگن در کابل اصلی (مسیر) به کار گرفته می شود.

برای هر دو قرارگیری، فاکتور ایمنی برای شرایط کار عادی باید با مشخص کردن کابل معلق برای بیشینه بار کاری، به دست آید.

ویژگی سایر کابل ها باید در رابطه با بار شکست کابل معلق مشخص شود.

۲-۱-۵ کابل معلق

کابل معلق در رابطه با بیشینه بار معلق مجاز باید برای تأمین کمینه فاکتور ایمنی ۵ انتخاب شود. بیشینه بار معلق مجاز، با مجموع بیشینه وزنه عمق سنجی به اضافه جرم تجهیزات حسگر/نمونه برداری برابر است.

1- Factor of Safety

۳-۱-۵ کابل بکسل

کابل بکسل (عبور دهنده) باید برای تأمین فاکتور ایمنی ۱/۲۵ با توجه به بار شکست کابل معلق انتخاب شود.

۴-۱-۵ کابل مسیر

کابل مسیر باید برای تأمین فاکتور ایمنی، با توجه به بار شکست معلق به شرح زیر انتخاب شود:

الف- سیستم کابل راه ساحلی با واگن حمل دستگاه: ۲

ب- کابل راه با واگن حمل کارکنان معلق: ۵

۵-۱-۵ نشانه گذاری

کابل راه باید به طور آشکار نشانه گذاری شود تا بیشینه وزن عمق سنجی مجاز و ویژگی کابل معلق تصویب شده را نشان دهد. استفاده از کابل معلق با بار شکست بیشتر از مقدار مشخص شده در محل احداث، فاکتور ایمنی را با توجه به کابل مسیر کاهش می دهد.

۲-۵ تکیه گاه های کابل راه

۱-۲-۵ دسترسی

بهتر است برای هر دو ساحل یک دسترسی امن و نزدیک وجود داشته باشد به طوری که کارکنان برای بازرسی و کاربری، به تأسیسات دسترسی آسان داشته باشند.

واضح است که دسترسی به دور از ساحل ممکن است همیشه در زمین های دورتر امکان پذیر نباشد. برای این موضوع، بهتر است در فرآیند کاربری، آن مکان شناسایی شود.

۲-۲-۵ بار طراحی

تکیه گاه های کابل راه باید برای مقاومت بار شکست کابل مسیر انتخابی به علاوه سهم مربوط به بارگذاری باد، طراحی شده باشند. باید به بارگیری جانبی به عنوان نتیجه درگ روی بار معلق و سهم ایجاد شده برای شرایط حداکثری به عنوان نزدیک شدن کابل معلق به نقطه شکست، توجه شود.

۳-۲-۵ تعیین محل پی^۱

پی دکل بهتر است از زیر خط انجماد تا حداقل ۳۰۰mm بالای تراز زمین باشد.

اندازه و طرح پی به شرایط خاک بستگی دارد و خارج از هدف و دامنه کاربرد این استاندارد است.

۵-۲-۴ ارتفاع

ارتفاع تکیه‌گاه کابل‌راه باید به گونه‌ای باشد که تمام قسمت‌های تجهیزات معلق شده از وسط فاصله پایه‌ها، حداقل ۱m بالاتر از بیشترین ارتفاع تراز سیلاب اندازه‌گیری شده قرار گیرد و خطری برای ناوبری و حیات وحش نداشته باشد.

بهتر است برای نشانه‌گذاری کابل‌راه در منطقه‌ای که قایق‌ها و هواپیماها در اطرافش مورد استفاده قرار می‌گیرند دقت زیادی به کار برده شود.

در مناطق ویژه، ساختارهای بلند باید توسط مقررات مورد نیاز برای هشدار دهنده هواپیما یا چراغ‌های هشدار دهنده روی کابل مدیریت شوند.

۵-۲-۵ حفاظت در برابر خوردگی

مواد به کار رفته در ساختار تکیه‌گاه‌های کابل‌راه باید در برابر خوردگی محافظت شوند.

۵-۳ انتخاب کابل یا مسیر اصلی

کابل اصلی باید در برابر خوردگی مقاوم باشد. حلقه سیم می‌تواند برای فاصله پایه‌ها تا ۳۰۰m به کار رود. برای پایه‌ها با فاصله بیشتر، استفاده از کابل‌های ویژه ضروری است.

راهنمایی در مورد انتخاب اندازه‌های کابل در پیوست الف ارائه شده است.

۵-۴ تکیه‌گاه

۵-۴-۱ طراحی

تکیه‌گاه‌ها باید مطابق با استاندارد برای مقاومت در برابر نیروهایی که در نقطه شکست کابل اصلی وارد می‌شوند، طراحی شوند.

۵-۴-۲ بازرسی قابلیت دسترسی

نقطه‌ای که در آن کابل به تکیه‌گاه وصل می‌شود باید طوری قرار گیرد که به آسانی قابل بازرسی باشد.

۵-۵ مهارها

مهارها به عنوان بخشی از طراحی دکل باید از فولاد مقاوم در برابر خوردگی باشد و بتواند در برابر نیروهایی که در نقطه شکست کابل اصلی گسترش یافته، مقاومت کند.

۵-۶ کابل بکسل

شرایط باید طوری باشد که کشش در کابل بکسل به صورت مدار بسته تنظیم شود. تنظیم کننده باید برای کاربر قابل دسترسی باشد تا بتواند کشش را، پیش از هر بار استفاده از کابل‌راه، تنظیم کند.

۷-۵ واگن

۱-۷-۵ واگن حمل دستگاه برای سیستم ساحلی

۱-۱-۷-۵ چرخ‌های مسیر واگن

شعاع خمیدگی مجاز کابل باید در طراحی واگن در نظر گرفته شود. این موضوع معمولاً به عنوان مضرری از قطر طناب بیان شود و بهتر است از سازنده طناب این اطلاعات بدست آید. در صورتی که واگن حمل دستگاه بیش از یک چرخ مسیر داشته باشد، بهتر است طراحی به گونه‌ای باشد که از توزیع بار به طور مساوی روی هر چرخ مسیر اطمینان حاصل شود. بهتر است برای انتقال تمام بار توسط چرخ مسیر تکی از طرح‌های مثلثی متقارن سنتی استفاده شود..

۲-۱-۷-۵ الزامات بارگذاری

واگن باید قادر به مقاومت باری معادل با بار شکست کابل معلق باشد.

۳-۱-۷-۵ ملاحظات طراحی واگن

واگن باید دارای طراحی ساده باشد و روی مسیر قرار گیرد و به طور مؤثر کابل عمق‌سنجی را در وضعیت کاربری حفظ کند. واگن باید در برابر خوردگی مقاوم باشد.

۴-۱-۷-۵ الزام کاربری واگن

واگن باید اجازه کاربرد تجهیزات را بدون مانع شدن آن‌ها را بدهد.

۲-۷-۵ واگن حمل کارکنان

۱-۲-۷-۵ طراحی

واگن (تله کابین) می‌تواند طوری طراحی شود که در حالت‌های زیر عمل کرده و به کار گرفته شود:

الف- در وضعیت ایستاده؛ یا

ب- در وضعیت نشسته

تعداد مجاز کارکنان برای حضور در واگن باید روی تأسیسات به همراه بیشینه جرم تجهیزات بررسی و بیشینه وزن عمق‌سنجی مجاز به وضوح نشان داده شود. مواد به کار رفته در ساختار بهتر است برای کاربری در بیشترین و کمترین دما، مناسب باشد. این موضوع به طور خاص در صندلی‌ها و پنل‌هایی که با کارکنان در تماس هستند، حائز اهمیت است. واگن باید طوری طراحی شود که در برابر ظرفیت شکست کابل معلق با بیشینه ظرفیت بارگیری مشخص شده واگن، به جز وزنه عمق‌سنجی با فاکتور ایمنی ۲، مقاومت کند.

۵-۷-۲-۲ ترمز

واگن باید دارای ترمز یا وسیله نگه دارنده‌ای برای ایمنی آن در برابر هر وضعیت ناخواسته‌ای روی کابل اصلی به منظور بدست آوردن اندازه‌گیری‌ها باشد.

۵-۸-۱ وینچ‌ها

۵-۸-۱ کلیات

۵-۸-۱-۱ ترمز

وینچ باید مجهز به یک ترمز فعال با بار برای نگهداری بار معلق باشد و از چرخش دستگیره، وقتی دستگیره وینچ در هر حالت کاربری آزاد شود، جلوگیری کند.

۵-۸-۱-۲ وسیله قفل کننده

وینچ باید دارای وسیله قفل کننده به منظور نگه‌داشتن دستگاه‌های معلق در عمق مطلوب در فواصل کوتاه کمتر از ۲۰mm باشد.

این وسیله قفل کننده می‌تواند ترمز مشخص شده در زیربند ۵-۸-۱-۱ باشد.

۵-۸-۱-۳ قرقره کابل

وینچ باید به گونه‌ای طراحی شود که دارای قرقره کابل روی غلتک باشد.

۵-۸-۱-۴ مزیت مکانیکی

دنده‌های یک وینچ چرخشی دستی باید با بیشینه وزنه عمق‌سنجی توصیه شده مرتبط بوده یا قابل تنظیم برای ارتباط بهینه بین کار با دسته چرخشی و برون‌دهی تدریجی کابل باشد.

۵-۸-۱-۵ قطر غلتک

قطر هر غلتک نباید کمتر از حداقل قطر پیچیدن توصیه شده برای کابل باشد.

۵-۸-۱-۶ انتقال سیگنال

جایی که کابل معلق دارای یک هسته سیگنال الکتریکی برای انتقال سیگنال‌ها از تجهیزات معلق است، وینچ باید دارای روشی برای انتقال سیگنال‌ها به تجهیزات ثبت کننده باشد.

۵-۸-۱-۷ الزامات وینچ برقی

وینچ‌های برقی یا هیدرولیکی باید دارای تجهیزاتی باشند که سرعت کاربری را تغییر دهند. در صورت نقص در منبع برق، وینچ به طور خودکار ترمز کرده و یا از چرخ دنده استفاده می‌کند تا توسط بار به حرکت درنیاید.

بهتر است آمادگی برای کاربری دستی وجود داشته باشد تا بازیابی تجهیزات امکان پذیر شود. دکمه‌های موتور بهتر است با محافظ بار اضافی همبند شود و دارای " شروع نرم^۱ " برای کاهش شوک بارگیری باشد. دکمه‌ها باید برای کاربری به فشار دست نیاز داشته باشند و در صورت عدم فشار دست، " متوقف^۲ " شوند.

وینچ‌های برقی باید برای نصب مطابق مقررات ملی باشند.

۵-۸-۲ وینچ‌های سیستم‌های ساحلی

۵-۸-۲-۱ محدود کننده گشتاور

برای محافظت از کاربر در صورت بار اضافی ناگهانی، بهتر است یک وینچ برای کاربری ساحلی طراحی شود به طوری که با محدود کننده گشتاور در سیستم دو کابلی جفت شود و لغزیدن تحت بار روی کابل بکسل معادل دو برابر بیشینه بار معلق می‌شود. اگر وینچ جداگانه‌ای برای کنترل کابل بکسل به کار رود، بهتر است دارای محدود کننده گشتاور باشد تا در صورت داشتن باری معادل دو برابر بیشینه بار معلق به حرکت درآید.

۵-۸-۲-۲ الزام بار

وینچ باید در برابر باری بزرگتر از بار شکست کابل معلق که به طور هم زمان در کابل معلق و کابل بکسل به کار می‌رود، مقاومت داشته باشد.

۵-۸-۲-۳ قرارگیری کابل

طراحی وینچ باید به گونه‌ای باشد تا اطمینان حاصل شود که کابل بکسل و کابل معلق تقریباً با آهنگ یکسانی بیرون می‌آیند.

۵-۸-۲-۴ ساز و کار اتصال

باید امکان کاربری مستقل برای غلتک کابل معلق از کابل بکسل (عبوری) برای موقعیت یابی عمق، وجود داشته باشد.

تنظیمات برای درگیری و عدم درگیری دو غلتک باید شامل ساز و کار اتصال باشد طوری که کابل بکسل (عبوری) در حالت عمق‌سنجی بی حرکت بوده و هنگام عبور به کابل عمق‌سنج متصل باشد. نباید امکان دسترسی به حالت بینابین وجود داشته باشد که اجازه دهد کابل بکسل، چرخ آزاد را به حرکت درآورد.

۵-۸-۲-۵ طراحی پایه

پایه‌های به کار رفته در اتصال وینچ به دکل باید طوری طراحی شوند که در تنش، باری معادل ۶ برابر بار شکست کابل معلق را بپذیرد. در این حالت فاکتور ایمنی ۳ برآورده شود.

1- Soft start
2- Stop

۳-۸-۵ وینچ‌های روی واگن حمل کارکنان

۱-۳-۸-۵ محدود کننده گشتاور

بهتر است وینچ کنترل کننده کابل معلق از واگن حمل کارکنان، دارای محدود کننده گشتاور باشد تا بدون دخالت در کار ترمز فعال شده توسط بار، اجازه دهد غلتک بچرخد و کابل خارج شود و تا جلوگیری از چرخش دستگیره تحت شرایط بار اضافه ادامه پیدا کند.

۲-۳-۸-۵ تجهیزات آزاد سازی

باید انتهای کابل روی وینچ، به گونه‌ای باشد تا در صورت باز شدن کابل به طور کامل در شرایط اضافه بار، آزاد شود.

۶ نگهداری، بازبینی و آزمون

۱-۶ بازبینی کلی

کابل‌ها و تکیه‌گاه‌ها که شامل تجهیزات کشنده و قفل کننده هستند باید تا حدی که عملی باشد، قبل از هر بار استفاده از کابل، مورد بازبینی قرار گیرند. بهتر است توجه خاصی به طناب‌های سیمی متصل به مهارهای نزدیک زمین شده تا از سالم بودن محافظ ضدآب، اطمینان حاصل شود.

هر نشانه‌ای از خوردگی و خرابی، حتی اگر سطحی باشد، باید مورد رسیدگی قرار گیرد و طبق برنامه بازرسی مقرر، ثبت شود.

۲-۶ بازرسی‌های متداول

۱-۲-۶ سیستم‌های ساحلی

۱-۱-۲-۶ کابل‌ها

هر کابل و مهار باید در فواصل ۱۲ ماهه به صورت کامل مورد بازرسی قرار گیرد. طناب‌های سیمی که دور یک قرقره یا غلتک پیچیده شده‌اند بیشتر در معرض خوردگی قرار دارند. بهتر است توجه ویژه‌ای به کابل‌های بکسل روی غلتک دور از ساحل که در حالت " پارک شده " قرار گرفته‌اند داشت. در طول دوره‌هایی که کابل‌راه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، کابل با همان بخش از طناب که دور غلتک پیچیده شده است باقی می‌ماند و طبیعی است که خراب شود. به صورت مشابه ممکن است سیم‌ها در کابل اصلی به دلیل خمیدگی به دور قرقره و در جایی که بست‌های طناب مورد استفاده قرار گرفته‌اند، از هم باز شوند.

۶-۲-۱-۲ تکیه‌گاه‌ها

بهتر است تکیه‌گاه‌ها برای اطمینان از این که پس از تنظیم کشش در کابل‌ها، در همان حالت عمودی قرار دارند، بررسی شوند. ثبت تنظیمات کشش و نگهداری آن مفید است. اگر افتادگی بیش از حد باشد یا در بازدیدهای متوالی به نظر برسد که بیشتر شده است، می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که خزشی اتفاق افتاده که در بازرسی چشمی از تکیه‌گاه یا مهار، مشهود نبوده است.

۶-۲-۲ سیستم‌های دارای واگن معلق حمل کارکنان

بازرسی کامل سالانه برای سیستم‌های کابلی مسافری لازم است. این بازرسی همان بازرسی سیستم کابل‌راه است که در قسمت ساحل انجام می‌شود که علاوه بر آن شامل ایمنی مسافر نیز می‌باشد. باید توجه ویژه‌ای به خوردگی بالقوه واگن مسافری و دکل یا تکیه‌گاه‌های به شکل "A" شود. در صورت خوردگی قابل ملاحظه‌ای که باعث ایجاد ناهمواری در این اجزا می‌شود لازم است پیش از آن که کابل‌راه مورد استفاده قرار گیرد، آن اجزا جایگزین شوند. بهتر است پی دکل نیز مورد بررسی قرار گیرد. لازم است شکستگی‌های قابل ملاحظه، ترک یا خرابی‌های دیگر پی قبل از استفاده از کابل‌راه، ترمیم شود. در صورت تشخیص هرگونه جابجایی در پی، کابل‌راه نباید مورد استفاده قرار گیرد. در چنین مواردی، پی باید مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت لزوم دوباره طراحی و جایگزین شود.

۶-۳-۳ آزمون ایستایی

۶-۳-۱ سیستم ساحلی

بهتر است کل تأسیسات کابل‌راه مشمول آزمون بار ایستایی پس از اولین مونتاژ یا اصلاح عمده و پیش از استفاده شوند. بنابراین آزمون بار می‌تواند در مرحله تشخیص توسط مأموران خبره برای حصول اطمینان از ایمنی نصب، انجام شود. بار به کار رفته باید دو برابر بیشینه وزنه عمق‌سنجی تایید شده برای نصب باشد. در پایان آزمون، در حالی که واگن در وضعیت "خانه" (یعنی نزدیک به دکل تکیه‌گاه) و بار آزمون در صد میلی متری زمین قرار دارد، بهتر است محدود کننده گشتاور وینچ (که نصب شده است) طوری تنظیم شود که فقط تحت بار آزمون بلغزد.

۶-۳-۲ سیستم‌های دارای واگن معلق حمل کارکنان

در فواصل زمانی مقرر و پس از تعمیرات یا جایگزینی اجزا، بهتر است کابل‌راه با بار ایستایی مساوی یا بیشتر از توان شکست کابل (عمق‌سنجی) معلق، آزمون شود. آزمون بار ایستایی بسته به شرایط، باید در فواصل زمانی که بیشتر از پنج سال نباشد، برنامه ریزی شود. کابل‌راه‌های در معرض خوردگی یا سایش بهتر است به دفعات آزمون شوند.

آزمون بار ایستایی باید با بارگیری مداوم واگن انجام پذیرد. این آزمون می‌تواند با معلق کردن یک تانک زیر واگن و پرکردن آن با آب تارسیدن به مقدار بار مطلوب انجام شود. می‌توان یک آزمون دینامیکی نیز در صورت لزوم با عبور واگن بارگیری شده از کابل طی آزمون انجام داد. چون ریسک خرابی کابل طی آزمون به طور واضح وجود دارد، کل عملیات باید توسط کارکنان هنگام آزمون در مکانی ایمن انجام شود.

۴-۶ روغن کاری

تمام اجزاء مکانیکی باید برای این که به راحتی کار کنند، به طور مناسب روغن کاری شوند و مورد نظارت قرار گیرند.

۵-۶ بررسی افتادگی^۱

افتادگی، اختلاف در ارتفاع بین پایین‌ترین نقطه انحناهای کابل اصلی و گردنه یا نقطه اتصال کابل به تکیه‌گاه می‌باشد. افتادگی حاصل از کار، افتادگی است که با بیشینه بار کاری در وسط فاصله پایه‌ها صورت می‌گیرد. این ویژگی‌ها در طراحی کابل‌راه در نظر گرفته شده است. برای کابل‌راه نصب شده، طبق پیوست الف، افتادگی حاصل از کار ۲٪ فاصله پایه‌ها است. افتادگی اولیه (بارگیری نشده) در جداول الف-۳ تا الف-۵ ارائه شده است.

این افتادگی در فواصل زمانی منظم به ویژه هنگامی که تغییرات دمایی هوا زیاد است، باید بررسی شود. بهتر است پیش از تنظیمات کشش روی کابل، تغییرات قابل ملاحظه مورد بررسی قرار گیرند. کابل باید طوری نگهداشته شود تا از تنظیماتی که کشش اضافی روی کابل ایجاد می‌کند، جلوگیری شود.

کشش بارگیری نشده بزرگتر از آن چه که برای رسیدن به افتادگی کار، طراحی شده است می‌تواند منجر به اضافه بار و یا موجب کاهش فاکتور ایمنی شده و ایجاد نقص نصب پیش از موعد کند.

از آنجا که احتمال دارد تغییرات دمایی بزرگ موجب مشکلاتی از این قبیل شود، استفاده از سیستم کشش وزنه تعادل باید در نظر گرفته شود. بهتر است پیش و بعد از آزمون بارگیری افتادگی بررسی شود. می‌توان افتادگی را با مشاهده از طریق نشانه‌های مرجع روی تکیه‌گاه که در تراز مناسب تنظیم شده است، بررسی کرد.

تراز بررسی می‌تواند به نوبت مورد استفاده قرار گیرد. تراز را طوری قرار دهید که تنظیمات در نقطه پایین کابل صورت گیرد. این نقطه می‌تواند به عنوان علامت مرجع روی تکیه‌گاه مدنظر قرار گیرد. این بررسی می‌تواند برای افتادگی بارگیری نشده (افتادگی اولیه) یا افتادگی کاری، به کار رود. در عمل بررسی افتادگی کاری می‌تواند آسان‌تر و مفیدتر باشد.

1- Sag

پیوست الف

(اطلاعاتی)

ویژگی‌های کابل‌راه

الف-۱

تنش در اجزا مختلف سیستم کابل‌راه، بیشتر تابعی از فاصله پایه‌های کابل، بار معلق و افتادگی مجاز در کابل اصلی است. جرم کابل اصلی با افزایش فاصله پایه‌ها قابل توجه می‌شود. مولفه افقی این کشش، F_{ht} که برحسب نیوتن بیان می‌شود، در کابل معلق بین تکیه‌گاه‌های دارای ارتفاع برابر، تحت شرایط ایستایی و صرف‌نظر از بار ناشی از باد، به شرح زیر ارائه می‌شود:

$$F_{ht} = \frac{F_c b^2}{8h} + \frac{F_{ml} b}{4h}$$

که:

F_c جرم هر متر از طول کابل برحسب نیوتن؛

b فاصله افقی پایه‌ها برحسب متر؛

F_{ml} بار متمرکز در حال حرکت برحسب نیوتن؛

h افتادگی برحسب متر که توسط بار F_{ml} در وسط فاصله پایه‌ها ایجاد شده است.

کشش واقعی F_{at} برحسب نیوتن بیان می‌شود و در کابل به شرح زیر است:

$$F_{at} = \sqrt{F_{ht}^2 + \left(\frac{4hF_{ht}}{b} - \frac{F_{ml}}{2} \right)^2}$$

یا داریم:

$$F_{at} = F_{ht} \sqrt{1 + \left(\frac{4h}{b} \right)^2}$$

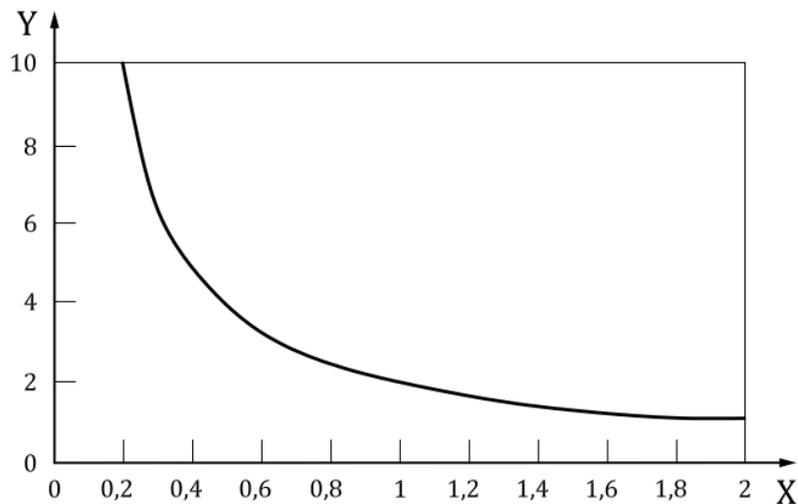
الف-۲ انتخاب کابل – چند مثال

افتادگی بهینه تحت شرایط کاری، ۲٪ فاصله پایه‌ها در نظر گرفته می‌شود. اغلب تنظیم افتادگی تحت شرایط کاری دشوار است و با آزمون‌های متوالی می‌توان به آن دست یافت. مهم است که پیش از به کارگیری بار کاری

برای حصول اطمینان از حداقل افتادگی، تنش اضافی ای نباشد. مثالی از تعیین مقادیر افتادگی و کشش موردانتظار در طول شرایط کاری عادی در جدول الف-۱ و برای نقطه شکست در جدول الف-۲ آورده شده است.

شکل الف-۱ چگونگی این که کشش در کابل به سرعت افزایش می‌یابد و برعکس با کاهش افتادگی زیر افتادگی طرح، کاهش می‌یابد را نشان می‌دهد.

جدول الف-۳ تا الف-۵ راه کارهایی در مورد افتادگی اولیه موردنیاز برای رسیدن به افتادگی کاری برابر ۲٪ فاصله پایه‌ها ارائه می‌دهد.



کلید:

X افتادگی (درصد طول کابل)

Y کشش (مضرب کشش در ۲٪ افتادگی)

شکل الف-۱ ارتباط بین افتادگی کابل و کشش نسبت به ۲٪ طرح افتادگی کاری

به عنوان مثال، برای فاصله پایه برابر ۱۰۰m، کابل به قطر ۱۰mm و وزنه عمق‌سنجی ۵۰kg، کابل بهتر است تا حدی کشیده شود تا به افتادگی اولیه ۰٫۸۵m برسد (به شکل الف-۳ رجوع شود). بهتر است در این حالت وقتی که باری برابر ۵۰kg در وسط فاصله پایه‌ها معلق است، افتادگی ۲٪ (۲m) ایجاد کند. بهتر است توجه شود اگر افتادگی اولیه کمتر از آنچه که برای افتادگی کاری ۲٪ لازم است باشد، فاکتور ایمنی کابل اصلی در نقطه شکست کابل معلق ممکن است کمتر از مقدار پیشنهادی ۲ باشد.

با فرض این که سیستم برای دسترسی به این افتادگی با بار کاری معلق ۵۰kg تنظیم شده است، افتادگی و کشش (مقادیر جدول الف-۳) در کابل‌راه برای فواصل مختلف پایه‌ها در جدول الف-۱ ارائه شده است.

جدول الف-۱- مثال هایی از افتادگی و کشش هنگام شرایط کار عادی

۲۰۰ m	۱۴۰ m	۱۰۰ m	۶۰ m	۴۰ m	فاصله پایه‌ها
۴٫۰ m	۲٫۸ m	۲٫۰ m	۱٫۲ m	۰٫۸ m	افتادگی کاری
۱۱۰۵۲ N	۹۵۷۵ N	۸۵۹۱ N	۷۶۰۵ N	۷۱۱۰ N	کشش
۱۰ mm	۱۰ mm	۱۰ mm	۱۰ mm	۱۰ mm	قطر طناب
۶٫۳	۷٫۳	۸٫۱	۹٫۲	۹٫۸	فاکتور ایمنی

افتادگی کاری به همراه کمیته فاصله مجاز تجهیزات معلق که زیر کابل‌راه آویزان می‌شوند را می‌توان به عنوان راهنمایی برای حداقل ارتفاع تکیه‌گاه کابل‌راه بالای تراز آب، در نظر گرفت.

در جایی که قرارگیری کابل‌راه طوری است که به افتادگی ۲٪ با بار کاری ۵۰kg برسد، افتادگی و کشش در کابل اصلی در نقطه شکست کابل معلق (۷۱۰۰N) برای نوعی کابل سیگنال فولادی ضدزنگ به قطر (۳٫۲mm) تقریباً برابر مقادیر ارائه شده در جدول الف-۲ است.

جدول الف-۲- مثال هایی از افتادگی و کشش در نقطه شکست کابل معلق

۲۰۰ m	۱۴۰ m	۱۰۰ m	۶۰ m	۴۰ m	فاصله پایه‌ها
۱۰٫۸۸ m	۷٫۷ m	۵٫۵۴ m	۳٫۳۴ m	۲٫۲۴ m	افتادگی کاری
۳۴۶۴۳ N	۳۳۷۴۰ N	۳۳۱۴۴ N	۳۲۵۵۰ N	۳۲۲۵۰ N	کشش
۱۰ mm	قطر طناب				
۲٫۰۰	۲٫۰۶	۲٫۱۰	۲٫۱۴	۲٫۱۶	فاکتور ایمنی

الف-۳ فاکتورهای ایمنی

همان‌طور که در بند ۵-۱ ذکر شد، کابل اصلی باید به اندازه‌ای باشد که از بار شکست کابل معلق با حاشیه امن، بیشتر باشد.

مشخص شده است که طی عملیات اندازه‌گیری، این امکان وجود دارد که شرایطی پیش آید که بتواند موجب شود کابل معلق به نقطه شکست نزدیک شده یا به آن برسد. چنین حالتی به ندرت اتفاق می‌افتد و جزو شرایط کاری عادی به حساب نمی‌آید.

این استاندارد برای فاکتورهای ایمنی ۲ در کابل اصلی سیستم ساحلی با توجه به بار شکست کابل معلق است و برای بیشتر حالت‌های مثال بالا کافی است. اما لازم است که قطر طناب را به ۱۱mm افزایش دهیم تا فاکتور

ایمنی قطعی ۲، برای فاصله پایه‌های بلندتر برقرار باشد. راه دیگر حاشیه امن می‌تواند هنگامی که وسیله‌ای مثل محدود کننده گشتاور که در سیستم گنجانده شده است فعال شود تا بیشینه بار را در وسط فاصله پایه‌ها محدود کند یا از کشش وزنه تعادل استفاده شود. این راه کار در کابل‌راه با واگن‌های سرنشین‌دار کاربردی نیست. کابل‌راه با واگن‌های سرنشین‌دار باید مطابق با استانداردهای ملی برای مسافر یا کابل‌راه‌هایی که سرنشین آن را هدایت می‌کند باشد.

الف-۴ راهنمایی برای انتخاب اندازه کابل

با مراجعه به جداول الف-۳ تا الف-۵ می‌توان اندازه‌های مناسب کابل را تخمین زد. تصورات خاصی در مورد خواص کابل‌های انتخابی، مثلاً قدرت کشش، اثر مدول کشسانی و اثر سطح مقطع عرضی وجود دارد. تخمین کشش با استفاده از فرآیند برهمکنش تا کشیدگی کابل اصلی و تغییر به وجود آمده در افتادگی تا نقطه شکست، محاسبه می‌شود.

اطلاعات جدول الف-۳ تا الف-۵ به طناب سیمی کشیده شده با بافت معمولی، گالوانیزه و راست پیچش مربوط می‌شود.

بهتر است اطلاعات ویژه مربوط به کابل‌ها از تأمین‌کننده بدست آیند تا امکان بررسی محاسبات میسر شود. دقت شود که کابل‌هایی با ساختار ویژه ممکن است فاکتور ایمنی بیشتری لازم داشته باشد که این موضوع بهتر است با سازنده بررسی شود.

الف-۵ نیروهای روی دکل‌ها و مهارها

الف-۵-۱ ملاحظات کلی

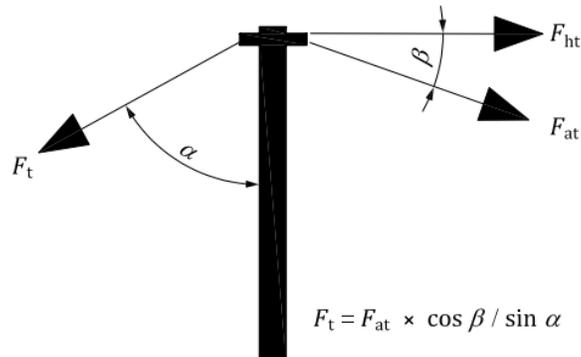
پی مهارها و دکل نیازمند طراحی مناسب مطابق شرایط زمین و مقاومت در برابر نیروهای وارد بر سیستم کابلی در حال استفاده و در طی شرایط حداکثری است (به زیربندهای ۱-۵، ۲-۵ و ۴-۵ رجوع کنید).

تخمین نیروهای افقی روی دکل‌ها در جداول الف-۳ تا الف-۴ ارائه شده است.

نیروهای اصلی وارد به دکل‌ها و مهارها در طول زمان کاری، به دلیل جرم تجهیزات معلق به همراه مولفه افقی موازی با جریان بدلیل درگ روی تجهیزات غوطه‌ور در آب هستند. اگر بخشی از قسمت غوطه‌ور مسیر و کابل بکسل خارج از گستره کاربری عادی باشد، مولفه افقی به دلیل درگ به خصوص با زباله‌های جمع شده روی کابل‌ها، به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. بار ضربه‌ای دوره‌ای روی کابل‌هایی که بخشی از آن‌ها غوطه‌ور است به خاطر " تکان امواج " روی سطح آب می‌تواند خیلی قابل ملاحظه باشد. حصول این اطمینان مهم است که دکل‌ها نسبت به جهت‌های بالا رو و پایین رو موازی با جریان برای مقاومت با این نیروها مهار شوند.

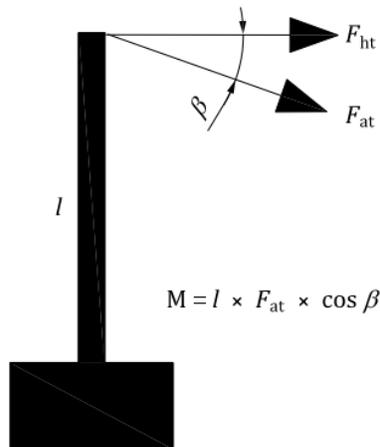
الف-۵ ترکیب بندی معمول

ترکیب بندی معمول نیروهای وارد به دکل ها و مهارها در شکل های الف-۲ تا الف-۴ نشان داده شده است.



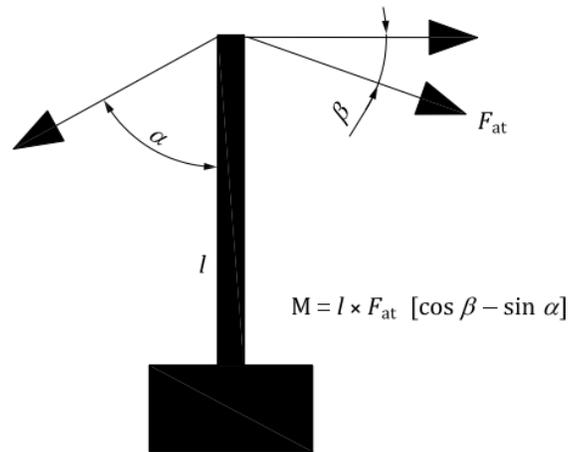
یادآوری- پی دکل می تواند لولا شده باشد؛ بدون گشتاور منتقل شده به برج

شکل الف-۲- مسیر ثابت شده به سر دکل با مهار دکل



یادآوری- کشش کابل به طور کامل به صورت گشتاور به پی اعمال می شود.

شکل الف-۳- بدون مهار دکل - دکل و پایه طراحی شده برای مقاومت در برابر گشتاور



یادآوری - کابل اصلی از بالای دکل عبور می کند و توسط آن منحرف می شود. پی باید در برابر گشتاور حاصل مقاوم باشد.

شکل الف - ۴ - مسیر عبوری از بالای رأس یا قرقره شیاردار و پایه طراحی شده برای مقاومت در برابر گشتاور

جدول الف-۳- قرار دادن کابل برای رسیدن به افتادگی ۲٪ با بار کاری ۵۰kg

افت کابل معلق			تحت شرایط عادی			افتادگی اولیه %	فاصله پایه ها m	قطر طناب mm
بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی	بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی			
۳۱۷۲۵	۳۱۹۲۹	۲٫۱۸	۶۶۰۸	۶۶۱۴	۱۰٫۵۵	۰٫۰۶	۲۰	
۳۲۰۴۴	۳۲۲۴۹	۲٫۱۶	۷۱۰۲	۷۱۱۰	۹٫۸۱	۰٫۲۱	۴۰	
۳۲۳۴۳	۳۲۵۵۰	۲٫۱۴	۷۵۹۶	۷۶۰۵	۹٫۱۷	۰٫۴۰	۶۰	
۳۲۶۳۸	۳۲۸۴۸	۲٫۱۲	۸۰۸۹	۸۰۹۹	۸٫۶۱	۰٫۶۱	۸۰	
۳۲۹۳۲	۳۳۱۴۴	۲٫۱۰	۸۵۷۹	۸۵۹۱	۸٫۱۲	۰٫۸۵	۱۰۰	
۳۳۲۲۷	۳۳۴۴۲	۲٫۰۸	۹۰۷۱	۹۰۸۴	۷٫۶۸	۱٫۱۰	۱۲۰	
۳۳۵۲۳	۳۳۷۴۰	۲٫۰۶	۹۵۶۱	۹۵۷۵	۷٫۲۸	۱٫۳۶	۱۴۰	
۳۳۸۲۰	۳۴۰۴۰	۲٫۰۵	۱۰۰۵۲	۱۰۰۶۷	۶٫۹۳	۱٫۶۴	۱۶۰	
۳۴۱۱۸	۳۴۳۴۰	۲٫۰۳	۱۰۵۴۲	۱۰۵۵۹	۶٫۶۱	۱٫۹۲	۱۸۰	
۳۴۴۱۸	۳۴۶۴۳	۲٫۰۱	۱۱۰۳۴	۱۱۰۵۲	۶٫۳۱	۲٫۲۱	۲۰۰	
۳۳۴۵۰	۳۳۶۴۳	۲٫۵۰	۶۷۰۵	۶۷۱۱	۱۲٫۵۷	۰٫۰۹	۲۰	
۳۳۸۷۸	۳۴۰۷۳	۲٫۴۷	۷۳۱۱	۷۳۱۹	۱۱٫۵۳	۰٫۲۷	۴۰	
۳۴۲۵۶	۳۴۴۵۴	۲٫۴۴	۷۹۰۳	۷۹۱۳	۰٫۶۶	۰٫۴۸	۶۰	
۳۴۶۲۶	۳۴۸۲۷	۲٫۴۲	۸۵۰۱	۸۵۱۲	۹٫۹۱	۰٫۷۲	۸۰	
۳۴۹۹۲	۳۵۱۹۷	۲٫۳۹	۹۰۹۴	۹۱۰۷	۹٫۲۶	۰٫۹۸	۱۰۰	
۳۵۳۵۹	۳۵۵۶۶	۲٫۳۷	۹۶۸۸	۹۷۰۳	۸٫۶۹	۱٫۲۵	۱۲۰	
۳۵۷۲۶	۳۵۹۳۶	۲٫۳۴	۱۰۲۸۲	۱۰۲۹۹	۸٫۱۹	۱٫۵۳	۱۴۰	
۳۶۰۹۴	۳۶۳۰۸	۲٫۳۲	۱۰۸۷۶	۱۰۸۹۴	۷٫۷۴	۱٫۸۲	۱۶۰	
۳۶۴۶۴	۳۶۶۸۰	۲٫۳۰	۱۱۴۷۰	۱۱۴۹۰	۷٫۳۴	۲٫۱۲	۱۸۰	
۳۶۸۳۵	۳۷۰۵۴	۲٫۲۷	۱۲۰۶۳	۱۲۰۸۴	۶٫۹۸	۲٫۴۲	۲۰۰	
۳۵۲۵۳	۳۵۴۳۷	۲٫۸۲	۶۸۱۹	۶۸۲۶	۱۴٫۶۴	۰٫۱۳	۲۰	
۳۵۷۲۰	۳۵۹۰۷	۲٫۷۸	۷۵۳۶	۷۵۴۴	۱۳٫۲۵	۰٫۳۳	۴۰	
۳۶۱۶۴	۳۶۳۵۵	۲٫۷۵	۸۲۴۵	۸۲۵۵	۱۲٫۱۱	۰٫۵۶	۶۰	
۳۶۶۰۴	۳۶۷۹۸	۲٫۷۱	۸۹۵۲	۸۹۶۴	۱۱٫۱۵	۰٫۸۲	۸۰	
۳۷۰۴۳	۳۷۲۴۱	۲٫۶۸	۹۶۵۹	۹۶۷۳	۱۰٫۳۳	۱٫۰۹	۱۰۰	
۳۷۴۸۴	۳۷۶۸۵	۲٫۶۵	۱۰۳۶۵	۱۰۳۸۱	۹٫۶۳	۱٫۳۸	۱۲۰	
۳۷۹۲۶	۳۸۱۳۱	۲٫۶۲	۱۱۰۷۱	۱۱۰۸۹	۹٫۰۱	۱٫۶۷	۱۴۰	
۳۸۳۷۱	۳۸۵۷۹	۲٫۵۹	۱۱۷۷۸	۱۱۷۹۹	۸٫۴۷	۱٫۹۷	۱۶۰	
۳۸۸۱۸	۳۹۰۳۰	۲٫۵۶	۱۲۴۸۴	۱۲۵۰۷	۷٫۹۹	۲٫۲۸	۱۸۰	
۳۹۲۶۸	۳۹۴۸۳	۲٫۵۳	۱۳۱۹۱	۱۳۲۱۶	۷٫۵۶	۲٫۶۰	۲۰۰	
۳۶۷۹۱	۳۶۹۶۸	۳٫۱۹	۶۹۴۴	۶۹۵۱	۱۶٫۹۷	۰٫۱۶	۲۰	
۳۷۴۹۵	۳۷۶۷۶	۳٫۱۳	۷۷۸۰	۷۷۸۹	۱۵٫۱۴	۰٫۳۸	۴۰	
۳۸۰۱۶	۳۸۲۰۰	۳٫۰۸	۸۶۱۱	۸۶۲۲	۱۳٫۶۸	۰٫۶۳	۶۰	
۳۸۵۳۶	۳۸۷۲۵	۳٫۰۴	۹۴۴۱	۹۴۵۵	۱۲٫۴۷	۰٫۹۰	۸۰	
۳۹۰۵۸	۳۹۲۵۰	۳٫۰۰	۱۰۲۷۰	۱۰۲۸۷	۱۱٫۴۷	۱٫۱۹	۱۰۰	
۳۹۵۸۳	۳۹۷۷۹	۲٫۹۶	۱۱۱۰۱	۱۱۱۲۰	۱۰٫۶۱	۱٫۴۸	۱۲۰	
۴۰۱۰۹	۴۰۳۰۹	۲٫۹۲	۱۱۹۲۹	۱۱۹۵۰	۹٫۸۷	۱٫۷۹	۱۴۰	
۴۰۶۴۰	۴۰۸۴۴	۲٫۸۸	۱۲۷۵۹	۱۲۷۸۳	۹٫۲۳	۲٫۱۰	۱۶۰	
۴۱۱۷۲	۴۱۳۸۱	۲٫۸۵	۱۳۵۸۸	۱۳۶۱۴	۸٫۶۶	۲٫۴۲	۱۸۰	
۴۱۷۰۹	۴۱۹۲۱	۲٫۸۱	۱۴۴۱۷	۱۴۴۴۶	۸٫۱۶	۲٫۷۴	۲۰۰	

جدول الف-۴- قرار دادن کابل برای رسیدن به افتادگی ۲٪ با بار کاری ۷۵kg

افت کابل معلق			تحت شرایط عادی			افتادگی اولیه %	فاصله پایه ها m	قطر طناب mm
بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی	بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی			
۳۲ ۸۱۱	۳۳ ۰۰۷	۲,۱۱	۹ ۶۶۳	۹ ۶۷۲	۷,۲۱	۳,۰۳	۲۰	۱۰
۳۳ ۱۷۱	۳۳ ۳۶۸	۲,۰۹	۱۰ ۱۶۷	۱۰ ۱۷۷	۶,۸۵	۰,۱۲	۴۰	
۳۳ ۴۸۷	۳۳ ۶۸۷	۲,۰۷	۱۰ ۶۵۸	۱۰ ۶۶۹	۶,۵۴	۰,۲۵	۶۰	
۳۳ ۷۹۷	۳۳ ۹۹۹	۲,۰۵	۱۱ ۱۵۳	۱۱ ۱۶۵	۶,۲۵	۰,۴۰	۸۰	
۳۴ ۱۰۴	۳۴ ۳۰۹	۲,۰۳	۱۱ ۶۴۴	۱۱ ۶۵۸	۵,۹۸	۰,۵۹	۱۰۰	
۳۴ ۴۱۱	۳۴ ۶۱۹	۲,۰۱	۱۲ ۱۳۵	۱۲ ۱۵۰	۵,۷۴	۰,۷۹	۱۲۰	
۳۴ ۷۱۹	۳۴ ۹۲۹	۱,۹۹	۱۲ ۶۲۶	۱۲ ۶۴۳	۵,۵۲	۱,۰۰	۱۴۰	
۳۵ ۰۲۸	۳۵ ۲۴۱	۱,۹۸	۱۳ ۱۱۷	۱۳ ۱۳۵	۵,۳۱	۱,۲۳	۱۶۰	
۳۵ ۳۱۹	۳۵ ۵۳۴	۱,۹۶	۱۳ ۶۰۷	۱۳ ۶۲۶	۵,۱۲	۱,۴۸	۱۸۰	
۳۵ ۶۳۴	۳۵ ۸۵۲	۱,۹۴	۱۴ ۰۹۸	۱۴ ۱۱۸	۴,۹۴	۱,۷۳	۲۰۰	
۳۶ ۶۳۲	۳۶ ۸۱۸	۲,۴۲	۹ ۷۶۷	۹ ۷۷۶	۸,۶۳	۰,۰۴	۲۰	۱۱
۳۵ ۰۴۳	۳۵ ۲۳۲	۲,۳۹	۱۰ ۳۷۳	۱۰ ۳۸۳	۸,۱۲	۰,۱۵	۴۰	
۳۵ ۴۲۳	۳۵ ۶۱۵	۲,۳۶	۱۰ ۹۶۹	۱۰ ۹۸۱	۷,۶۸	۰,۳۱	۶۰	
۳۵ ۷۹۹	۳۵ ۹۹۴	۲,۳۴	۱۱ ۵۶۴	۱۱ ۵۷۷	۷,۲۸	۰,۵۰	۸۰	
۳۶ ۱۳۹	۳۶ ۳۳۷	۲,۳۲	۱۲ ۱۵۸	۱۲ ۱۷۴	۶,۹۳	۰,۷۰	۱۰۰	
۳۶ ۵۲۳	۳۶ ۷۲۴	۲,۲۹	۱۲ ۷۵۴	۱۲ ۷۷۰	۶,۶۰	۰,۹۳	۱۲۰	
۳۶ ۹۰۵	۳۷ ۱۰۹	۲,۲۷	۱۳ ۳۴۶	۱۳ ۳۶۵	۶,۳۱	۱,۱۷	۱۴۰	
۳۷ ۲۸۸	۳۷ ۴۹۵	۲,۲۵	۱۳ ۹۴۱	۱۳ ۹۶۱	۶,۰۴	۱,۴۲	۱۶۰	
۳۷ ۶۷۲	۳۷ ۸۸۱	۲,۲۲	۱۴ ۵۳۴	۱۴ ۵۵۵	۵,۷۹	۱,۶۹	۱۸۰	
۳۸ ۰۵۸	۳۸ ۲۷۰	۲,۲۰	۱۵ ۱۲۹	۱۵ ۱۵۲	۵,۵۶	۱,۹۶	۲۰۰	
۳۶ ۲۰۰	۳۶ ۳۷۹	۲,۷۴	۹ ۸۸۲	۹ ۸۹۱	۱۰,۱۰	۰,۰۶	۲۰	۱۲
۳۶ ۷۶۹	۳۶ ۹۵۱	۲,۷۰	۱۰ ۵۹۵	۱۰ ۶۰۶	۹,۴۲	۰,۲۰	۴۰	
۳۷ ۲۵۳	۳۷ ۴۲۸	۲,۶۷	۱۱ ۳۰۹	۱۱ ۳۲۱	۸,۸۳	۰,۳۸	۶۰	
۳۷ ۷۱۷	۳۷ ۹۰۶	۲,۶۳	۱۲ ۰۱۶	۱۲ ۰۳۱	۸,۳۱	۰,۵۹	۸۰	
۳۸ ۱۷۶	۳۸ ۳۶۸	۲,۶۰	۱۲ ۷۲۱	۱۲ ۷۳۸	۷,۸۵	۰,۸۲	۱۰۰	
۳۸ ۶۳۵	۳۸ ۸۳۰	۲,۵۷	۱۳ ۴۲۹	۱۳ ۴۴۷	۷,۴۳	۱,۰۷	۱۲۰	
۳۹ ۰۹۴	۳۹ ۲۹۳	۲,۵۴	۱۴ ۱۳۵	۱۴ ۱۵۶	۷,۰۶	۱,۳۳	۱۴۰	
۳۹ ۵۵۵	۳۹ ۷۵۶	۲,۵۱	۱۴ ۸۴۲	۱۴ ۸۶۴	۶,۷۲	۱,۶۰	۱۶۰	
۴۰ ۰۱۸	۴۰ ۲۲۳	۲,۴۸	۱۵ ۵۵۰	۱۵ ۵۷۵	۶,۴۲	۱,۸۸	۱۸۰	
۴۰ ۴۸۲	۴۰ ۶۹۰	۲,۴۵	۱۶ ۲۵۶	۱۶ ۲۸۳	۶,۱۴	۲,۱۷	۲۰۰	

جدول الف-۴ (ادامه)

افت کابل معلق			تحت شرایط عادی			افتادگی اولیه %	فاصله پایه ها m	قطر طناب mm
بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی	بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی			
۳۷۹۳۰	۳۸۱۰۲	۳٫۰۹	۹۹۹۶	۱۰۰۰۶	۱۱٫۷۹	۰٫۰۸	۲۰	۱۳
۳۸۵۳۹	۳۸۷۱۵	۳٫۰۴	۱۰۸۳۹	۱۰۸۵۱	۱۰٫۸۷	۰٫۲۵	۴۰	
۳۹۰۹۵	۳۹۲۷۴	۳٫۰۰	۱۱۶۷۶	۱۱۶۹۰	۱۰٫۰۹	۰٫۴۵	۶۰	
۳۹۶۲۸	۳۹۸۲۱	۲٫۹۶	۱۲۵۰۶	۱۲۵۲۲	۹٫۴۲	۰٫۶۸	۸۰	
۴۰۱۸۰	۴۰۳۶۷	۲٫۹۲	۱۳۳۳۶	۱۳۳۵۴	۸٫۸۳	۰٫۹۳	۱۰۰	
۴۰۷۲۲	۴۰۹۱۳	۲٫۸۸	۱۴۱۶۴	۱۴۱۸۵	۸٫۳۱	۱٫۱۹	۱۲۰	
۴۱۲۶۷	۴۱۴۶۲	۲٫۸۴	۱۴۹۹۴	۱۵۰۱۷	۷٫۸۵	۱٫۴۷	۱۴۰	
۴۱۸۱۴	۴۲۰۱۳	۲٫۸۰	۱۵۸۲۴	۱۵۸۴۹	۷٫۴۴	۱٫۷۵	۱۶۰	
۴۲۳۶۳	۴۲۵۶۶	۲٫۷۷	۱۶۶۵۲	۱۶۶۸۰	۷٫۰۷	۲٫۰۵	۱۸۰	
۴۲۹۱۶	۴۳۱۲۳	۲٫۷۳	۱۷۴۸۲	۱۷۵۱۳	۶٫۷۳	۲٫۳۵	۲۰۰	
۳۹۵۸۴	۳۹۷۵۰	۳٫۴۴	۱۰۱۳۲	۱۰۱۴۲	۱۳٫۵۰	۰٫۱۱	۲۰	۱۴
۴۰۲۵۳	۴۰۴۲۳	۳٫۳۸	۱۱۱۰۸	۱۱۱۲۰	۱۲٫۳۱	۰٫۳۰	۴۰	
۴۰۸۹۰	۴۱۰۶۴	۳٫۳۳	۱۲۰۷۱	۱۲۰۸۶	۱۱٫۳۳	۰٫۵۲	۶۰	
۴۱۵۲۳	۴۱۷۰۱	۳٫۲۸	۱۳۰۳۵	۱۳۰۵۲	۱۰٫۴۹	۰٫۷۷	۸۰	
۴۲۱۵۶	۴۲۳۲۹	۳٫۲۳	۱۳۹۹۸	۱۴۰۱۸	۹٫۷۷	۱٫۰۳	۱۰۰	
۴۲۷۹۲	۴۲۹۷۹	۳٫۱۸	۱۴۹۶۰	۱۴۹۸۳	۹٫۱۴	۱٫۳۱	۱۲۰	
۴۳۴۳۱	۴۳۶۲۳	۳٫۱۴	۱۵۹۲۲	۱۵۹۴۷	۸٫۵۹	۱٫۵۹	۱۴۰	
۴۴۰۷۳	۴۴۲۶۹	۳٫۰۹	۱۶۸۸۳	۱۶۹۱۱	۸٫۱۰	۱٫۸۹	۱۶۰	
۴۴۷۱۹	۴۴۹۲۰	۳٫۰۴	۱۷۸۴۴	۱۷۸۷۵	۷٫۶۶	۲٫۱۹	۱۸۰	
۴۵۳۶۹	۴۵۵۷۴	۳٫۰۰	۱۸۸۰۶	۱۸۸۴۱	۷٫۲۷	۲٫۵۰	۲۰۰	

جدول الف-۵- قرار دادن کابل برای رسیدن به افتادگی ۲٪ با بار کاری ۱۰۰kg

افت کابل معلق			تحت شرایط عادی			افتادگی اولیه %	فاصله پایه ها m	قطر طناب mm
بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی	بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی			
۳۴۰۱۰	۳۴۱۹۹	۲٫۰۴	۱۲۷۱۶	۱۲۷۲۷	۵٫۴۸	۰٫۰۲	۲۰	۱۰
۳۴۳۸۷	۳۴۵۷۸	۲٫۰۱	۱۳۲۲۴	۱۳۲۳۶	۵٫۲۷	۰٫۰۸	۴۰	
۳۴۷۱۶	۳۴۹۱۰	۱٫۹۹	۱۳۷۲۳	۱۳۷۳۶	۵٫۰۸	۰٫۱۷	۶۰	
۳۵۰۳۷	۳۵۲۳۳	۱٫۹۸	۱۴۲۱۵	۱۴۲۳۰	۴٫۹۰	۰٫۲۹	۸۰	
۳۵۳۵۷	۳۵۵۵۵	۱٫۹۶	۱۴۷۰۸	۱۴۷۲۴	۴٫۷۴	۰٫۴۴	۱۰۰	
۳۵۷۹۸	۳۵۹۷۸	۲٫۳۴	۱۲۸۲۹	۱۲۸۴۰	۶٫۵۷	۰٫۰۳	۲۰	۱۱
۳۶۲۲۸	۳۶۴۱۱	۲٫۳۱	۱۳۴۳۱	۱۳۴۴۴	۶٫۲۷	۰٫۱۰	۴۰	
۳۶۶۲۶	۳۶۸۱۱	۲٫۲۹	۱۴۰۳۴	۱۴۰۴۸	۶٫۰۰	۰٫۲۲	۶۰	
۳۷۰۱۵	۳۷۲۰۳	۲٫۲۶	۱۴۶۲۹	۱۴۶۴۵	۵٫۷۶	۰٫۳۶	۸۰	
۳۷۳۶۷	۳۷۵۵۹	۲٫۲۴	۱۵۲۲۱	۱۵۲۳۸	۵٫۵۳	۰٫۵۳	۱۰۰	
۳۷۷۶۷	۳۷۹۶۱	۲٫۲۲	۱۵۸۱۷	۱۵۸۳۶	۵٫۳۲	۰٫۷۲	۱۲۰	۱۲
۳۸۱۶۳	۳۸۳۶۰	۲٫۲۰	۱۶۴۱۰	۱۶۴۳۱	۵٫۱۳	۰٫۹۲	۱۴۰	
۳۸۵۶۰	۳۸۷۶۰	۲٫۱۷	۱۷۰۰۴	۱۷۰۲۶	۴٫۹۵	۱٫۱۴	۱۶۰	
۳۸۹۵۸	۳۹۱۶۰	۲٫۱۵	۱۷۵۹۹	۱۷۶۲۲	۴٫۷۸	۱٫۳۷	۱۸۰	
۳۹۳۵۷	۳۹۵۶۲	۲٫۱۳	۱۸۱۹۴	۱۸۲۲۰	۴٫۶۳	۱٫۶۱	۲۰۰	
۳۹۷۵۰	۳۹۹۶۱	۲٫۱۱	۱۸۷۸۷	۱۸۸۱۷	۴٫۴۸	۱٫۸۷	۲۲۰	۱۳
۴۰۱۴۳	۴۰۳۵۶	۲٫۰۹	۱۹۳۸۲	۱۹۴۱۷	۴٫۳۳	۲٫۱۳	۲۴۰	
۴۰۵۳۷	۴۰۷۵۰	۲٫۰۷	۲۰۰۰۰	۲۰۰۳۳	۴٫۱۸	۲٫۴۰	۲۶۰	
۴۰۹۳۲	۴۱۱۴۵	۲٫۰۵	۲۰۶۰۰	۲۰۶۳۳	۴٫۰۳	۲٫۶۷	۲۸۰	
۴۱۳۲۷	۴۱۵۴۰	۲٫۰۳	۲۱۲۰۰	۲۱۲۳۳	۳٫۸۸	۲٫۹۳	۳۰۰	
۴۱۷۲۲	۴۱۹۳۵	۲٫۰۱	۲۱۸۰۰	۲۱۸۳۳	۳٫۷۳	۳٫۲۰	۳۲۰	۱۴
۴۲۱۱۷	۴۲۳۳۰	۲٫۰۰	۲۲۴۰۰	۲۲۴۳۳	۳٫۵۸	۳٫۴۷	۳۴۰	
۴۲۵۱۲	۴۲۷۲۵	۱٫۹۹	۲۳۰۰۰	۲۳۰۳۳	۳٫۴۳	۳٫۷۳	۳۶۰	
۴۲۹۰۷	۴۳۱۱۰	۱٫۹۸	۲۳۶۰۰	۲۳۶۳۳	۳٫۲۸	۳٫۹۸	۳۸۰	
۴۳۳۰۲	۴۳۵۰۰	۱٫۹۷	۲۴۲۰۰	۲۴۲۳۳	۳٫۱۳	۴٫۲۵	۴۰۰	
۴۳۶۹۷	۴۳۹۹۵	۱٫۹۶	۲۴۸۰۰	۲۴۸۳۳	۳٫۰۰	۴٫۵۰	۴۲۰	۱۵
۴۴۰۹۲	۴۴۲۹۰	۱٫۹۵	۲۵۴۰۰	۲۵۴۳۳	۲٫۸۵	۴٫۷۵	۴۴۰	
۴۴۴۸۷	۴۴۶۸۵	۱٫۹۴	۲۶۰۰۰	۲۶۰۳۳	۲٫۷۰	۵٫۰۰	۴۶۰	
۴۴۸۸۲	۴۵۰۸۰	۱٫۹۳	۲۶۶۰۰	۲۶۶۳۳	۲٫۵۵	۵٫۲۵	۴۸۰	
۴۵۲۷۷	۴۵۴۷۵	۱٫۹۲	۲۷۲۰۰	۲۷۲۳۳	۲٫۴۰	۵٫۵۰	۵۰۰	
۴۵۶۷۲	۴۵۸۷۰	۱٫۹۱	۲۷۸۰۰	۲۷۸۳۳	۲٫۲۵	۵٫۷۵	۵۲۰	۱۶
۴۶۰۶۷	۴۶۲۶۵	۱٫۹۰	۲۸۴۰۰	۲۸۴۳۳	۲٫۱۰	۶٫۰۰	۵۴۰	
۴۶۴۶۲	۴۶۶۶۰	۱٫۸۹	۲۹۰۰۰	۲۹۰۳۳	۲٫۰۰	۶٫۲۵	۵۶۰	
۴۶۸۵۷	۴۷۰۵۵	۱٫۸۸	۲۹۶۰۰	۲۹۶۳۳	۱٫۹۰	۶٫۵۰	۵۸۰	
۴۷۲۵۲	۴۷۴۵۰	۱٫۸۷	۳۰۲۰۰	۳۰۲۳۳	۱٫۸۰	۶٫۷۵	۶۰۰	
۴۷۶۴۷	۴۷۸۴۵	۱٫۸۶	۳۰۸۰۰	۳۰۸۳۳	۱٫۷۰	۷٫۰۰	۶۲۰	۱۷
۴۸۰۴۲	۴۸۲۴۰	۱٫۸۵	۳۱۴۰۰	۳۱۴۳۳	۱٫۶۰	۷٫۲۵	۶۴۰	
۴۸۴۳۷	۴۸۶۳۵	۱٫۸۴	۳۲۰۰۰	۳۲۰۳۳	۱٫۵۰	۷٫۵۰	۶۶۰	
۴۸۸۳۲	۴۹۰۳۰	۱٫۸۳	۳۲۶۰۰	۳۲۶۳۳	۱٫۴۰	۷٫۷۵	۶۸۰	
۴۹۲۲۷	۴۹۴۲۵	۱٫۸۲	۳۳۲۰۰	۳۳۲۳۳	۱٫۳۰	۸٫۰۰	۷۰۰	
۴۹۶۲۲	۴۹۸۲۰	۱٫۸۱	۳۳۸۰۰	۳۳۸۳۳	۱٫۲۰	۸٫۲۵	۷۲۰	۱۸
۵۰۰۱۷	۵۰۲۱۵	۱٫۸۰	۳۴۴۰۰	۳۴۴۳۳	۱٫۱۰	۸٫۵۰	۷۴۰	
۵۰۴۱۲	۵۰۶۱۰	۱٫۷۹	۳۵۰۰۰	۳۵۰۳۳	۱٫۰۰	۸٫۷۵	۷۶۰	
۵۰۸۰۷	۵۱۰۰۵	۱٫۷۸	۳۵۶۰۰	۳۵۶۳۳	۰٫۹۰	۹٫۰۰	۷۸۰	
۵۱۲۰۲	۵۱۴۰۰	۱٫۷۷	۳۶۲۰۰	۳۶۲۳۳	۰٫۸۰	۹٫۲۵	۸۰۰	
۵۱۶۰۷	۵۱۸۰۰	۱٫۷۶	۳۶۸۰۰	۳۶۸۳۳	۰٫۷۰	۹٫۵۰	۸۲۰	۱۹
۵۲۰۰۲	۵۲۲۰۰	۱٫۷۵	۳۷۴۰۰	۳۷۴۳۳	۰٫۶۰	۹٫۷۵	۸۴۰	
۵۲۴۰۷	۵۲۶۰۰	۱٫۷۴	۳۸۰۰۰	۳۸۰۳۳	۰٫۵۰	۱۰٫۰۰	۸۶۰	
۵۲۸۰۲	۵۳۰۰۰	۱٫۷۳	۳۸۶۰۰	۳۸۶۳۳	۰٫۴۰	۱۰٫۲۵	۸۸۰	
۵۳۲۰۷	۵۳۴۰۰	۱٫۷۲	۳۹۲۰۰	۳۹۲۳۳	۰٫۳۰	۱۰٫۵۰	۹۰۰	
۵۳۶۰۲	۵۳۸۰۰	۱٫۷۱	۳۹۸۰۰	۳۹۸۳۳	۰٫۲۰	۱۰٫۷۵	۹۲۰	۲۰
۵۴۰۰۷	۵۴۲۰۰	۱٫۷۰	۴۰۴۰۰	۴۰۴۳۳	۰٫۱۰	۱۱٫۰۰	۹۴۰	
۵۴۴۰۲	۵۴۶۰۰	۱٫۶۹	۴۱۰۰۰	۴۱۰۳۳	۰٫۰۰	۱۱٫۲۵	۹۶۰	
۵۴۸۰۷	۵۵۰۰۰	۱٫۶۸	۴۱۶۰۰	۴۱۶۳۳	۰٫۰۰	۱۱٫۵۰	۹۸۰	
۵۵۲۰۲	۵۵۴۰۰	۱٫۶۷	۴۲۲۰۰	۴۲۲۳۳	۰٫۰۰	۱۱٫۷۵	۱۰۰۰	

جدول الف-۵ (ادامه)

افت کابل معلق			تحت شرایط عادی			افتادگی اولیه %	فاصله پایه ها m	قطر طناب mm
بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی	بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی			
۳۸ ۹۵۹	۳۹ ۱۲۶	۳٫۰۱	۱۳ ۰۶۴	۱۳ ۰۷۶	۹٫۰۲	۰٫۰۵	۲۰	
۳۹ ۶۵۲	۳۹ ۸۲۳	۲٫۹۶	۱۳ ۹۰۸	۱۳ ۹۲۲	۸٫۴۷	۰٫۱۷	۴۰	
۴۰ ۲۳۸	۴۰ ۴۱۲	۲٫۹۱	۱۴ ۷۳۵	۱۴ ۷۵۱	۷٫۹۹	۰٫۳۳	۶۰	
۴۰ ۸۰۷	۴۰ ۹۸۵	۲٫۸۷	۱۵ ۵۷۱	۱۵ ۵۸۹	۷٫۵۶	۰٫۵۲	۸۰	
۴۱ ۳۶۷	۴۱ ۵۴۹	۲٫۸۳	۱۶ ۳۹۸	۱۶ ۴۱۸	۷٫۱۸	۰٫۷۳	۱۰۰	
۴۱ ۹۲۹	۴۲ ۱۱۴	۲٫۸۰	۱۷ ۲۲۹	۱۷ ۲۵۲	۶٫۸۳	۰٫۹۷	۱۲۰	
۴۲ ۴۹۱	۴۲ ۶۸۰	۲٫۷۶	۱۸ ۰۵۹	۱۸ ۰۸۴	۶٫۵۲	۱٫۲۱	۱۴۰	
۴۳ ۰۵۵	۴۳ ۲۴۸	۲٫۷۲	۱۸ ۸۹۰	۱۸ ۹۱۷	۶٫۲۳	۱٫۴۷	۱۶۰	
۴۳ ۶۲۱	۴۳ ۸۱۸	۲٫۶۹	۱۹ ۷۱۹	۱۹ ۷۴۹	۵٫۹۷	۱٫۷۴	۱۸۰	
۴۴ ۱۹۰	۴۴ ۳۹۰	۲٫۶۵	۲۰ ۵۴۷	۲۰ ۵۷۹	۵٫۷۳	۲٫۰۲	۲۰۰	
۴۴ ۷۶۱	۴۴ ۹۶۶	۲٫۶۲	۲۱ ۳۷۵	۲۱ ۴۱۰	۵٫۵۱	۲٫۳۰	۲۲۰	
۴۵ ۳۳۷	۴۵ ۵۴۵	۲٫۵۹	۲۲ ۲۰۶	۲۲ ۲۴۳	۵٫۳۰	۲٫۵۹	۲۴۰	
۴۵ ۹۱۵	۴۶ ۱۲۷	۲٫۵۵	۲۳ ۰۳۶	۲۳ ۰۷۶	۵٫۱۱	۲٫۸۹	۲۶۰	
۴۶ ۴۹۵	۴۶ ۷۱۰	۲٫۵۲	۲۳ ۸۶۴	۲۳ ۹۰۶	۴٫۹۳	۳٫۱۹	۲۸۰	
۴۷ ۰۸۰	۴۷ ۲۹۹	۲٫۴۹	۲۴ ۶۹۶	۲۴ ۷۴۰	۴٫۷۶	۳٫۵۰	۳۰۰	
۴۷ ۶۵۲	۴۷ ۸۷۵	۲٫۴۶	۲۵ ۵۲۵	۲۵ ۵۷۲	۴٫۶۱	۳٫۸۱	۳۲۰	
۴۸ ۲۴۶	۴۸ ۴۷۲	۲٫۴۳	۲۶ ۳۵۵	۲۶ ۴۰۴	۴٫۴۶	۴٫۱۳	۳۴۰	
۴۸ ۸۴۰	۴۹ ۰۷۰	۲٫۴۰	۲۷ ۱۸۱	۲۷ ۲۳۳	۴٫۳۳	۴٫۴۵	۳۶۰	
۴۹ ۴۳۹	۴۹ ۶۷۳	۲٫۳۷	۲۸ ۰۱۲	۲۸ ۰۶۶	۴٫۲۰	۴٫۷۷	۳۸۰	
۵۰ ۰۴۱	۵۰ ۲۷۸	۲٫۳۴	۲۸ ۸۴۳	۲۸ ۹۰۰	۴٫۰۸	۵٫۱۰	۴۰۰	
۴۰ ۶۰۰	۴۰ ۷۶۲	۳٫۳۶	۱۳ ۱۹۲	۱۳ ۲۰۴	۱۰٫۳۷	۰٫۰۶	۲۰	
۴۱ ۳۴۵	۴۱ ۵۱۱	۳٫۳۰	۱۴ ۱۶۶	۱۴ ۱۸۱	۹٫۶۶	۰٫۲۰	۴۰	
۴۲ ۰۱۶	۴۲ ۱۸۶	۳٫۲۴	۱۵ ۱۳۴	۱۵ ۱۵۱	۹٫۰۴	۰٫۳۹	۶۰	
۴۲ ۶۷۴	۴۲ ۸۴۸	۳٫۱۹	۱۶ ۰۹۹	۱۶ ۱۱۹	۸٫۴۹	۰٫۶۰	۸۰	
۴۳ ۳۲۷	۴۳ ۵۰۶	۳٫۱۴	۱۷ ۰۶۱	۱۷ ۰۸۳	۸٫۰۱	۰٫۸۳	۱۰۰	
۴۳ ۹۸۳	۴۴ ۱۶۵	۳٫۱۰	۱۸ ۰۲۳	۱۸ ۰۴۸	۷٫۵۹	۱٫۰۸	۱۲۰	
۴۴ ۶۴۰	۴۴ ۸۲۷	۳٫۰۵	۱۸ ۹۸۵	۱۹ ۰۱۳	۷٫۲۰	۱٫۳۵	۱۴۰	
۴۵ ۳۰۱	۴۵ ۴۹۲	۳٫۰۱	۱۹ ۹۴۷	۱۹ ۹۷۸	۶٫۸۵	۱٫۶۲	۱۶۰	
۴۵ ۹۶۶	۴۶ ۱۶۱	۲٫۹۶	۲۰ ۹۱۱	۲۰ ۹۴۴	۶٫۵۴	۱٫۹۰	۱۸۰	
۴۶ ۶۳۳	۴۶ ۸۳۳	۲٫۹۲	۲۱ ۸۷۱	۲۱ ۹۰۷	۶٫۲۵	۲٫۲۱۹	۲۰۰	
۴۷ ۳۰۴	۴۷ ۵۰۸	۲٫۸۸	۲۲ ۸۳۲	۲۲ ۸۷۱	۵٫۹۸	۲٫۴۹	۲۲۰	
۴۷ ۹۸۰	۴۸ ۱۸۸	۲٫۸۴	۲۳ ۷۹۶	۲۳ ۸۳۸	۵٫۷۴	۲٫۷۹	۲۴۰	
۴۸ ۶۵۹	۴۸ ۸۷۲	۲٫۸۰	۲۴ ۷۵۷	۲۴ ۸۰۲	۵٫۵۲	۳٫۱۰	۲۶۰	
۴۹ ۳۲۲	۴۹ ۵۳۹	۲٫۷۶	۲۵ ۷۱۸	۲۵ ۷۶۵	۵٫۳۱	۳٫۴۱	۲۸۰	
۵۰ ۰۱۳	۵۰ ۲۲۳	۲٫۷۲	۲۶ ۶۸۰	۲۶ ۷۳۱	۵٫۱۲	۳٫۷۳	۳۰۰	
۵۰ ۷۰۷	۵۰ ۹۳۲	۲٫۶۸	۲۷ ۶۴۲	۲۷ ۶۹۶	۴٫۹۴	۴٫۰۵	۳۲۰	
۵۱ ۴۰۳	۵۱ ۶۳۲	۲٫۶۵	۲۸ ۶۰۲	۲۸ ۶۵۹	۴٫۷۸	۴٫۳۸	۳۴۰	
۵۲ ۱۰۳	۵۲ ۳۳۶	۲٫۶۱	۲۹ ۵۶۴	۲۹ ۶۲۳	۴٫۶۲	۴٫۷۱	۳۶۰	
۵۲ ۸۰۹	۵۳ ۰۴۶	۲٫۵۸	۳۰ ۵۳۰	۳۰ ۵۹۲	۴٫۴۷	۵٫۰۴	۳۸۰	
۵۳ ۵۱۶	۵۳ ۷۵۷	۲٫۵۴	۳۱ ۴۹۲	۳۱ ۵۵۷	۴٫۳۴	۵٫۳۷	۴۰۰	

۱۳

۱۴

جدول الف-۵ (ادامه)

افت کابل معلق			تحت شرایط عادی			افتادگی اولیه %	فاصله پایه ها m	قطر طناب mm
بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی	بار افقی N	کشش N	فاکتور ایمنی			
۴۳ ۶۹۵	۴۳ ۸۴۷	۴,۰۸	۱۳ ۴۸۲	۱۳ ۴۹۵	۱۳,۲۶	۰,۱۰	۲۰	۱۶
۴۴ ۵۸۷	۴۴ ۷۴۵	۴,۰۰	۱۴ ۷۴۳	۱۴ ۷۵۹	۱۲,۱۲	۰,۲۹	۴۰	
۴۵ ۴۵۲	۴۵ ۶۱۵	۳,۹۲	۱۶ ۰۰۲	۱۶ ۰۲۱	۱۱,۱۷	۰,۵۱	۶۰	
۴۶ ۳۱۴	۴۶ ۴۸۲	۳,۸۵	۱۷ ۲۵۷	۱۷ ۲۸۰	۱۰,۳۵	۰,۷۵	۸۰	
۴۷ ۱۷۷	۴۷ ۳۵۱	۳,۷۸	۱۸ ۵۰۸	۱۸ ۵۳۴	۹,۶۵	۱,۰۲	۱۰۰	
۴۸ ۰۴۵	۴۸ ۲۲۴	۳,۷۱	۱۹ ۷۵۹	۱۹ ۷۸۹	۹,۰۴	۱,۲۹	۱۲۰	
۴۸ ۹۱۸	۴۹ ۱۰۲	۳,۶۴	۲۱ ۰۱۱	۲۱ ۰۴۵	۸,۵۰	۱,۵۸	۱۴۰	
۴۹ ۷۹۶	۴۹ ۹۸۵	۳,۵۸	۲۲ ۲۶۱	۲۲ ۲۹۸	۸,۰۲	۱,۸۷	۱۶۰	
۵۰ ۶۷۹	۵۰ ۸۷۴	۳,۵۱	۲۳ ۵۱۲	۲۳ ۵۵۳	۷,۵۹	۲,۱۷	۱۸۰	
۵۱ ۵۳۹	۵۱ ۷۳۹	۳,۴۵	۲۴ ۷۶۵	۲۴ ۸۰۹	۷,۲۱	۲,۴۸	۲۰۰	
۵۲ ۴۲۸	۵۲ ۶۴۴	۳,۴۰	۲۶ ۰۱۴	۲۶ ۰۶۳	۶,۸۶	۲,۷۹	۲۲۰	
۵۳ ۳۴۳	۵۳ ۵۵۴	۳,۳۴	۲۷ ۲۶۶	۲۷ ۳۱۹	۶,۵۵	۳,۱۱	۲۴۰	
۵۴ ۲۵۳	۵۴ ۴۷۰	۳,۲۸	۲۸ ۵۱۷	۲۸ ۵۷۴	۶,۲۶	۳,۴۴	۲۶۰	
۵۵ ۱۷۰	۵۵ ۳۹۱	۳,۲۳	۲۹ ۷۷۰	۲۹ ۸۳۰	۶,۰۰	۳,۷۷	۲۸۰	
۵۶ ۰۹۰	۵۶ ۳۱۷	۳,۱۷	۳۱ ۰۲۲	۳۱ ۰۸۶	۵,۷۵	۴,۱۰	۳۰۰	
۵۷ ۰۱۶	۵۷ ۲۴۸	۳,۱۲	۳۲ ۲۷۴	۳۲ ۳۴۲	۵,۵۳	۴,۴۳	۳۲۰	
۵۷ ۹۴۶	۵۸ ۱۸۴	۳,۰۷	۳۳ ۵۲۶	۳۳ ۵۹۷	۵,۳۲	۴,۷۷	۳۴۰	
۵۸ ۸۸۰	۵۹ ۱۲۳	۳,۰۲	۳۴ ۷۷۲	۳۴ ۸۴۷	۵,۱۳	۵,۱۱	۳۶۰	
۵۹ ۸۲۲	۶۰ ۰۷۰	۲,۹۷	۳۶ ۰۲۸	۳۶ ۱۰۷	۴,۹۵	۵,۴۶	۳۸۰	
۶۰ ۷۶۶	۶۱ ۰۱۹	۲,۹۳	۳۷ ۲۷۶	۳۷ ۳۵۹	۴,۷۹	۵,۸۰	۴۰۰	

پیوست ب

(اطلاعاتی)

محدود کردن کشش کابل اصلی در کابل‌راه‌های ساحلی

ب-۱ تأسیسات موجود

بسیاری از کابل‌راه‌های ساحلی که در سال‌های گذشته ساخته شده‌اند هیچ طراحی ثبت شده‌ای ندارند تا امکان بررسی ظرفیت آنها را بدهد. تحقیق در مورد چنین مکان‌هایی می‌تواند ارزیابی از اجزاء قابل مشاهده باشد ولی تعیین کیفیت پی و بلوک‌های مهار کار دشواری است.

با بررسی شمار بیشتری از مکان‌ها، تنوع گسترده‌ای در دقت زیاد طراحی و در برخی موارد فقدان کامل درک ملزومات را ارائه می‌دهد. اغلب بخش‌های فولادی که برای تکیه گاه‌ها انتخاب شده‌اند کافی هستند ولی اجزاء مهار مانند صفحه پایه یا چینش پیچ مهار کافی نیستند. گاهی بخش‌های فولادی خیلی سبک هستند و می‌توانند قبل از کابل اصلی از بین بروند.

بارزترین گام اول، حصول اطمینان از این موضوع است که کابل‌های مورد استفاده ظرفیت کاری و دوام کافی ولی نه زیاد، داشته باشند.

برای برخی تأسیسات موجود، امکان تطابق کامل با الزامات در نظر گرفته شده در این استاندارد بدون بازسازی عمده، وجود ندارد. در این نمونه‌ها، اقدامات دیگری باید در نظر گرفته شود تا امکان استفاده ایمن و مداوم وجود داشته باشد. ایجاد راه‌های دیگر اغلب برای نصب وجود دارد که بیشینه بار را روی تکیه گاه‌ها و پی‌ها در حالی که فاکتور ایمنی مناسب برای بارهای کاری عادی را حفظ می‌کند، محدود کند.

ب-۲ مکان‌های دشوار

گه‌گاه امکان ساخت پی برای تکیه‌گاه بار شکست کامل کابل اصلی وجود ندارد و یا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. در این شرایط دسترسی به تأسیسات ایمن با محدود کردن بار در کابل اصلی، امکان پذیر است.

ب-۳ فاکتورهای ایمنی

فاکتور ایمنی یا ضریب طراحی طناب سیمی معمولاً به عنوان ضریب بهره‌برداری^۱ (CU) نامیده می‌شود. فاکتور ایمنی با تقسیم کمینه بار شکست طناب به کشش طناب تحت یک سری شرایط ویژه بدست می‌آید. فاکتور

1- Coefficient of Utilization

ایمنی سیستم کابل راه با توجه به بار به کار گرفته شده، از تقسیم بار مورد نیاز برای از کار افتادن تأسیسات بر بار به کار رفته یا بار تحمیل شده به سیستم، به دست می‌آید. فاکتور ایمنی کارایی‌های نهایی و انحراف‌های سیستم را به حساب می‌آورد. برای طناب‌های تکی در سیستم، CU اندازه مناسبی از فاکتور ایمنی است. به طور کلی برای هر یک از اجزای تکی سیستم، فاکتور ایمنی کلی در سیستم کابل راه بیشتر از CU هر یک از اجزای تکی سیستم است ولی هر دو مقدار تمایل دارند که در بار نهایی، برابر شوند.

معمولاً طناب‌ها در بالابرها طوری قرار گرفته‌اند که کشش طناب مستقیماً متناسب با بار به کار رفته است.

این موضوع به خاطر این است که همانطور که طناب تحت افزایش بار کشیده می‌شود، افتادگی کابل اصلی افزایش می‌یابد. رابطه بین بار در حال افزایش و کشش در کابل اصلی خطی نیست و کشش روی کابل اصلی به همان میزان بار به کار رفته افزایش نخواهد یافت. این خصوصیات می‌تواند در ارزیابی‌های ساختاری تأسیسات برای بار داده شده، به حساب آید.

فاکتور ایمنی ذکر شده به عنوان راهنما در جداول پیوست الف براساس CU با فرض کارایی نهایی ۱۰۰٪ هستند.

ب-۴ تجهیزات محدود کننده بار

ب-۴-۱ کابل‌های ثابت در هر دو انتها با رهایی از اصطکاک

تغییر در کشش کابل اصلی تحت بار معلق در حال افزایش، خطی نیست. دو برابر کردن بار معلق از ۵۰kg به ۱۰۰kg کشش را تا حدود ۴۰٪ افزایش می‌دهد که از طریق کشش کابل محاسبه می‌شود. با مدل سازی، امکان یافتن کشش مطابق با بار معلق پنج برابر بیشینه وزنه فرو رونده وجود دارد. محدود کننده گشتاور اصطکاک که قرقره کابل معکوس را کنترل می‌کند، می‌تواند برای لغزیدن در کشش مطلوب تنظیم شود. پس از محدود کردن کشش، افتادگی اجازه افزایش تحت شرایط اضافه بار را برای حفظ بار ثابت روی تکیه‌گاه‌ها می‌دهد. وقتی کابل معکوس کاملاً مستقر شود، کابل رها می‌شود.

ب-۴-۲ کابل‌های کشیده شده توسط وزنه تعادل

کشش در کابل اصلی ثابت است و توسط وزنه تعادل نگه داشته می‌شود. بهتر است کشش ثابت، افتادگی برابر ۲٪ فاصله پایه‌ها با بیشینه وزنه فرورونده در وسط پایه‌ها را بدهد. در صورتی که بار کاری عادی افزایش یابد بهتر است تعادل توسط افزایش تطابق در افتادگی، حفظ شود. این حالت تا زمانی که کل کابل معکوس در سیستم وزنه تعادل مستقر است عمل می‌کند و سازوکار رها سازی فعال می‌شود.

ب-۴-۳ کابل‌های کشیده شده توسط کشنده هیدرولیک

وسیله کششی هیدرولیکی می‌تواند برای تنظیم کشش کاربری، به کار رود. این کشش بهتر است افتادگی ۲٪ را در فاصله پایه‌ها با بیشینه وزنه فرو رونده در وسط فاصله پایه‌ها، ایجاد کند. این وسیله می‌تواند دارای یک شیر کاهش فشار بار و در صورت اضافه بار کابل، این کشش را روی کابل محدود می‌کند و افتادگی می‌تواند افزایش یابد. بهتر است شرایطی فراهم شود تا در صورت محدود شدن تجهیزات، کابل آزاد شود.

ب-۴-۴ اثر کابل عبوری

هنگام مشخص کردن تنظیم بار کابل اصلی تجهیزات محدود کننده، محاسبه ظرفیت بار اضافی کابل عبوری در حال افزایش افتادگی، می‌تواند ضروری باشد. این حالت می‌تواند با ملحق کردن کابل عبوری در سیستم محدود کننده بار یا تأمین رهاسازی کنترل شده جداگانه انجام شود.

ب-۵ اتصالات ضعیف

اتصالات ضعیف گاهی به عنوان ابزارهای ساده محدود کننده بار به کار می‌روند تا از سازه‌های نگه‌دارنده، محافظت کنند. اما برای تأسیسات ساحلی سرنشین‌دار، خطرات ایمنی بالقوه همراه با رهاسازی ناگهانی انرژی ذخیره شده ناشی از شکست اتصالات ضعیف، آنها را نامناسب می‌سازد.

به‌طور خاص این موضوع می‌تواند درست باشد که اگر کابل اصلی از کار بیافتد، بار می‌تواند مستقیماً و به‌طور ناگهانی بر کابل عبوری تحمیل شود و موجب شکستنش شود. این کابل ممکن است از طریق وینچ از مجاورت کاربر عبور کند و انتهای شکسته به سمت کابین وینچ عقب کشیده شود. دقت شود که کشش کابل‌ها نیز لازم است زیرا مقدار کمی از کشش اضافی می‌تواند به‌طور چشمگیری بار نقطه‌ای موردنیاز برای از کار انداختن اتصال ضعیف را کاهش دهد. به‌طور مشابه یک اتصال ضعیف نصب شده برای محدود کردن بیشینه بار انتقال یافته توسط کابل اصلی شاخص با بار نقطه‌ای پایین کابل در مقایسه با کابل کوچکتر در شرایط مشابه از کار خواهد افتاد. کشش اضافی کابل کوچکتر تحت کشش، افتادگی بیشتری برای بار نقطه‌ای داده شده ایجاد می‌کند. این حالت، کشش کمتر را در کابل کوچکتر در مقایسه با کابل بزرگتر در برابر همان بار نقطه‌ای، ایجاد می‌کند. با یک اتصال ضعیف کالیبره شده برای از کار افتادن در ۲۰۰۰kg در فاصله پایه ۱۰۰m که برای کاربری با افتادگی ۲٪ تنظیم شده است، تأسیسات با طناب ۱۴mm در بار نقطه‌ای حدود ۲۰۰kg در مقابل ۳۱۰kg برای طناب ۱۰mm، از کار خواهد افتاد.

به‌طور کلی، وسیله‌های محدود کننده و استفاده از کابل‌های اصلی دارای اندازه مناسب نسبت به اتصالات ضعیف، ترجیح داده می‌شوند (ایمن‌تر می‌باشند).

کتابنامه

- [1] ISO 748, *Hydrometry — Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats*
- [2] ISO 3454, *Hydrometry — Direct depth sounding and suspension equipment*