جمهوری اسلامی ایران

دستورالعمل نظارت بر اجرای روسازی راه‌آهن

نشریه شماره ۳۵۵

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
http://tec.mporg.ir/

وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
پژوهشکده حمل و نقل
http://www.rahiran.ir/

۱۳۸۵

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره: ۱۰۰/۱۵۰۲۶۵
	تاریخ: ۱۳۸۵/۹/۸

موضوع:
دستورالعمل نظارت بر اجرای روسازی راه‌آهن

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 ۳۵۵ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلـزله این سـازمان، با عنوان «**دسـتورالعمل نظارت بر اجرای روسـازی راه‌آهـن**» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از آیین‌نامه‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، ارسال دارند.

امیرمنصور برقعی
معاون رییس جمهور و رییس سازمان

296790

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی :

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه 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 این‌رو ، ***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، خیابان شیخ‌بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ، دفتر امور فنی ، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله صندوق پستی ۴۵۴۸۱- ۱۹۹۱۷ **http://tec.mporg.ir/**

بسمه‌تعالی

پیشگفتار

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای ملی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی با رویکرد کاهش هزینه، زمان و ارتقاء کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی و اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرار گرفته است.

براساس مفاد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مورد نیاز طرحهای عمرانی می‌باشد. با توجه به تنوع و گستردگی طرحهای عمرانی، طی سالهای اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین اینگونه مدارک علمی، از مراکز تحقیقاتی دستگاههای اجرایی ذیربط استفاده شود. در این راستا مقرر شده است، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری در تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش راه و ترابری عهده‌دار این مهم باشد.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در راستای وظـایف و مسئولیتهای قانونی و به منظور هماهنگی و همگامی با فناوریهای جدید، اقدام به تدوین این نشریه با عنوان «دستورالعمل نظارت بر اجرای روسازی راه‌آهن» نموده است. این دستورالعمل به منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طرح و اجرای پروژه‌های احداث راه‌آهن در کشور و همچنین رعایت اصول، روشها و فنون اجرایی متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین شده است. در تدوین این نشریه سعی شده است تا علاوه بر تجربیات سالهای گذشته، از استانداردها و آیین‌نامه‌های جدید و معتبر خارجی استفاده شود، مفاد این نشریه روسازی راه‌آهن بالاستی را شامل می‌شود و دستورالعمل نظارت بر روسازی راه‌آهن بدون بالاست در محدوده این نشریه نمی‌باشد. با توجه به رواج اصطلاحات خارجی در صنعت راه‌آهن کشور، در این نشریه سعی گردیده تا حد امکان از اصطلاحات معادل فارسی مناسب استفاده شود ولی به دلیل تعداد زیاد واژه‌ها و کاربرد بیشتر آنها، استفاده از کلمات فارسی جایگزین برای تمام واژه‌ها انجام نشد که این موضوع به تدریج و در چاپهای بعدی مورد توجه قرار خواهد گرفت.

در خاتمه از پژوهشکدهٔ حمل و نقل وزارت راه و ترابری و مهندسین مشاور مترا به عنوان تدوین‌کنندگان اصلی و کارشناسان زیر که با راهنمائیهای ارزنده خود ما را در تدوین و بررسی این مجموعه یاری دادند تشکر و قدردانی می‌نماید.

آقای مهندس خسرو آذری
آقای مهندس حمیدرضا بهرامیان
خانم مهندس بهناز پورسید
آقای مهندس کاظم جدیدی
آقای مهندس علی خلیلی
آقای مهندس علیرضا دولتشاهی
آقای دکتر جبارعلی ذاکری
آقای مهندس روح‌الله ریاضی
آقای دکتر غلامعلی شفابخش
خانم مهندس نفیسه طالبیان کرمانی
آقای مهندس میرمحمود ظفری
آقای مهندس حسین عسگری
آقای مهندس طاهر فتح‌اللهی
آقای مهندس مسعود فتحعلی
آقای مهندس اسماعیل قهرمانی‌گرگری
آقای مهندس مهدی کلانتری
آقای مهندس میرابوطالب مجذوب
آقای مهندس احمد منصوریان
آقای دکتر هاشم مهرآذین
آقای مهندس خسرو ناظمی
آقای مهندس علیرضا وفادار

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت به جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

حبیب امین‌فر
معاون امور فنی
۱۳۸۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مبانی و تعاریف
بخش اول: مصالح
فصل اول: ریل

۱-۱- کلیات ۱
۱-۲- مشخصات ساخت ۱
۱-۲-۱- فرآیند تولید ۱
۱-۲-۲- شابلونها ۲
۱-۲-۳- نشانه‌گذاری ۲
۱-۲-۳-۱- نشانه‌گذاری اجباری ۳
۱-۲-۳-۲- نشانه‌گذاری اختیاری ۳
۱-۲-۳-۳- تذکرات ۴
۱-۲-۴- عاری بودن از عیوب ۴
۱-۲-۵- عملیات تکمیلی ۴
۱-۲-۶- رواداریها ۴
۱-۲-۶-۱- رواداریهای ابعادی ۴
۱-۲-۶-۲- انحراف مجاز خارج از گونیا بودن مقطع برش ۶
۱-۲-۶-۳- قطر سوراخها ۶
۱-۲-۶-۴- موقعیت مرکز سوراخ ۶
۱-۲-۶-۵- راست بودن ریل ۷
۱-۲-۶-۶- وزن ۸
۱-۳- نظارت و شرایط پذیرش ۸
۱-۳-۱- نظارت ۸
۱-۳-۲- شرایط پذیرش ۸
۱-۳-۳- نوع آزمایشها ۹
۱-۳-۴- نمونه‌های آزمایش ۹
۱-۳-۵- ترکیب شیمیایی ۱۰
۱-۳-۵-۱- نوع آزمایش ها ۱۰
۱-۳-۵-۲- گسترهٔ آزمایش ۱۰
۱-۳-۵-۳- آزمایش‌های مجدد ۱۰
۱-۳-۵-۴- نتایج بدست آمده ۱۱
۱-۳-۶- آزمایش سقوط وزنه ۱۱
۱-۳-۶-۱- شرح آزمایش ۱۲

۱-۳-۶-۲- تعداد آزمایش ۱۳
۱-۳-۶-۳- نتایج بدست آمده ۱۳
۱-۳-۶-۴- آزمایش‌های مجدد ۱۳
۱-۳-۷- آزمایش کشش ۱۳
۱-۳-۷-۱- شرح آزمایش‌ها ۱۴
۱-۳-۷-۲- تعداد آزمایش ۱۴
۱-۳-۷-۳- نتایج بدست آمده ۱۴
۱-۳-۷-۴- آزمایش‌های مجدد ۱۴
۱-۳-۸- آزمایش ماکروسکپی ۱۵
۱-۳-۸-۱- شرح آزمایش ۱۵
۱-۳-۸-۲- تعداد آزمایش ۱۵
۱-۳-۸-۳- نتایج بدست آمده ۱۵
۱-۳-۸-۴- آزمایشهای مجدد ۱۵
۱-۳-۹- آزمایش سختی‌سنجی ۱۶
۱-۳-۹-۱- نوع آزمایش ۱۶
۱-۳-۹-۲- تعداد آزمایشها ۱۶
۱-۴- سوزن ۱۶

فصل دوم: پابند فنری وسلو

۲-۱- کلیات ۲۹
۲-۲- طبقه‌بندی ۲۹
۲-۳- مشخصات ۲۹
۲-۳-۱- ماده اولیه ۲۹
۲-۳-۲- آنالیز شیمیایی ۳۰
۲-۳-۳- خواص مکانیکی ۳۰
۲-۳-۴- پوشش ۳۰
۲-۳-۵- ساختار میکروسکوپی ۳۰
۲-۳-۶- نشانه‌گذاری ۳۰
۲-۳-۷- وزن ۳۱
۲-۴- ابعاد، رواداریها و نقشه‌ها ۳۱
۲-۵- ساخت ۳۱
۲-۶- عملیات تکمیلی ۳۱
۲-۶-۱- عملیات تکمیلی حرارتی ۳۱
۲-۶-۲- پوشش‌دهی ۳۱
۲-۶-۳- بسته‌بندی ۳۲
۲-۶-۴- انبارداری ۳۲
۲-۷- بازرسی فنی ۳۲

۲-۷-۱- کنترل حین تولید ۳۲
۲-۷-۲- بازرسی قطعات تمام شده ۳۲
۲-۷-۲-۱- مدارک کنترلی ۳۲
۲-۷-۲-۲- کنترل ابعادی ۳۲
۲-۷-۲-۳- آزمایش غیرمخرب ۳۲
۲-۷-۲-۴- آزمایش کیفی (خستگی) ۳۳
۲-۷-۲-۵- آزمایش بارگذاری ۳۳
۲-۷-۲-۶- سختی‌سنجی ۳۳
۲-۷-۲-۷- آزمایش شکست ۳۳
۲-۸- ضمانت ۳۴
۲-۹- ملاحظات ۳۴

فصل سوم: پابند فنری پاندرول

۳-۱- کلیات ۳۹
۳-۲- ترکیب شیمیایی ۳۹
۳-۳- تعیین استاندارد ۳۹
۳-۴- خواص مکانیکی ۴۰
۳-۵- ساختار میکروسکوپی ۴۰
۳-۶- روش تولید ۴۰
۳-۷- عملیات حرارتی ۴۰
۳-۸- پوشش ۴۰
۳-۹- کنترل کیفیت ۴۱
۳- ۱۰- نقشه‌ها و رواداریها ۴۱

فصل چهارم: رولپلاک پلاستیکی

۴-۱- کلیات ۴۳
۴-۲- ماده اولیه ۴۴
۴-۲-۱- وزن مخصوص ۴۴
۴-۲-۲- اندیس ذوب مذاب ۴۴
۴-۲-۳- استحکام کششی و درصد ازدیاد طول ۴۴
۴-۲-۴- مقاومت الکتریکی ۴۵
۴-۲-۵- جذب آب ۴۵
۴-۲-۶- سختی ۴۵
۴-۲-۷- افزودنیها ۴۵
۴-۲-۸- فیلرها ۴۵
۴-۲-۹- آلیاژهای پلیمری ۴۵
۴-۳- رولپلاک تولید شده ۴۵
۴-۳-۱- تراکم ۴۵

۴-۳-۲- سختی ۴۵
۴-۳-۳- آزمایش خمش ۴۶
۴-۳-۴- استحکام کششی نهایی ۴۶
۴-۳-۵- اندیس ذوب مذاب ۴۶
۴-۳-۶- کنترل ابعادی ۴۶
۴-۳-۷- بازرسی چشمی ۴۶
۴-۳-۸- کنترل علائم روی رولپلاکها ۴۶
۴-۴- صورت آزمایشهای لازم ۴۶
۴-۴-۱- کنترل مواد اولیه ۴۷
۴-۴-۲- نحوه کنترل محموله تولید شده ۴۷
۴-۵- شرایط پذیرش انباشته ۴۸
۴-۶- تضمین ۴۸

فصل پنجم: پیچ پابند وسلو

۵-۱- کلیات ۵۱
۵-۲- مشخصات ۵۱
۵-۲-۱- ماده اولیه ۵۱
۵-۲-۲- خواص فیزیکی و مکانیکی ۵۱
۵-۲-۳- پوشش ۵۲
۵-۲-۴- نشانه‌گذاری ۵۲
۵-۲-۵- وزن ۵۲
۵-۳- ابعاد، رواداریها و نقشه‌ها ۵۳
۵-۳-۱- نقشه ۵۳
۵-۳-۲- رواداریها ۵۳
۵-۴- ساخت ۵۴
۵-۵- عملیات تکمیلی ۵۴
۵-۵-۱- آزمایش‌های مواد اولیه ۵۴
۵-۵-۲- آزمایش‌های پیچها ۵۴
۵-۵-۲-۱- تناوب انجام آزمایش‌ها ۵۴
۵-۵-۲-۲- استاندارد انجام آزمایش‌ها ۵۴
۵-۵-۳- نتایج آزمایش‌ها ۵۴
۵-۵-۴- بررسی اسناد و مدارک فنی تولید کننده ۵۵
۵-۶- بسته‌بندی ۵۵
۵-۷- تضمین ۵۵

فصل ششم: گایدپلیت

۶-۱- کلیات ۵۷
۶-۲- ماده اولیه ۵۸

۶-۲-۱- تراکم ۵۸
۶-۲-۲- نقطه ذوب ۵۸
۶-۲-۳- مقاومت الکتریکی ۵۸
۶-۲-۴- مدول برشی ۵۹
۶-۲-۵- مقاومت ضربه‌ای ۵۹
۶-۳- گایدپلیت تولید شده ۵۹
۶-۳-۱- جذب آب ۵۹
۶-۳-۲- استحکام کششی نهایی ۵۹
۶-۳-۳- سختی ۶۰
۶-۳-۴- استحکام ضربه‌ای ۶۰
۶-۳-۵- کنترل ابعادی ۶۲
۶-۳-۶- بازرسی چشمی ۶۲
۶-۳-۷- تخلخل ۶۲
۶-۳-۸- کنترل علائم روی گایدپلیتها ۶۳
۶-۴- صورت آزمایش‌های مورد نیاز ۶۳
۶-۴-۱- نحوه کنترل مواد اولیه ۶۳
۶-۴-۲- نحوه کنترل محموله تولید شده ۶۳
۶-۴-۲-۱- شناسائی ۶۳
۶-۴-۲-۲- جذب آب ۶۴
۶-۴-۲-۳- استحکام کششی ۶۴
۶-۴-۲-۴- سختی ۶۴
۶-۴-۲-۵- مقاومت ضربه‌ای ۶۴
۶-۴-۲-۶- درستی ابعادی ۶۴
۶-۴-۲-۷- بازرسی چشمی ۶۴
۶-۴-۲-۸- تخلخل ۶۴
۶-۴-۲-۹- وزن قطعه ۶۴
۶-۵- گایدپلیت فلزی ۶۴

فصل هفتم: اینسولیت

۷-۱- کلیات ۶۷
۷-۲- ماده اولیه ۶۸
۷-۳- اینسولیت تولید شده ۶۸
۷-۳-۱- جذب آب ۶۸
۷-۳-۲- استحکام کششی نهائی ۶۸
۷-۳-۳- سختی ۷۰
۷-۳-۴- استحکام ضربه‌ای ۷۰
۷-۳-۵- کنترل ابعادی ۷۱

۷-۳-۶- بازرسی چشمی ۷۲
۷-۳-۷- تخلخل ۷۲
۷-۳-۸- تعیین وزن اینسولیت ۷۳
۷-۳-۹- کنترل علائم روی اینسولیتها ۷۳
۷-۴- صورت آزمایش‌های مورد لزوم ۷۳
۷-۴-۱- نحوه کنترل مواد اولیه ۷۳
۷-۴-۲- نحوه کنترل محموله تولید شده ۷۴
۷-۵- شرایط پذیرش انباشته ۷۴

فصل هشتم: صفحات لاستیکی زیر ریل (پد)

۸-۱- کلیات ۷۹
۸-۲- شرایط ساخت ۷۹
۸-۲-۱- مواد اولیه ۷۹
۸-۲-۲- روش ساخت ۷۹
۸-۲-۳- تعداد نمونه‌های آزمایشی ۷۹
۸-۲-۴- نقشه‌ها ۸۰
۸-۲-۵- علائم روی نقشه ۸۰
۸-۲-۶- موارد تکمیلی ۸۰
۸-۲-۷- رواداریها ۸۰
۸-۳- شرایط قبولی ۸۰
۸-۳-۱- نوع و تعداد آزمایش‌ها ۸۰
۸-۳-۲- انتخاب و تهیه صفحات آزمایشی ۸۱
۸-۳-۳- تشکیلات مربوط به آزمایش ۸۱
۸-۳-۳-۱- شرایط عمومی ۸۱
۸-۳-۳-۲- آزمایش‌ها ۸۱
۸-۴- بسته‌بندی ۸۱
۸-۵- ضمانت‌نامه ۸۱

فصل نهم: شولدر تراورس بتنی

۹-۱-کلیات ۸۷
۹-۲- جنس قطعه ۸۷
۹-۳- خواص مکانیکی ۸۸
۹-۴- عملیات حرارتی ۸۸
۹-۴-۱- عملیات حرارتی مربوط به چدن مالیبل ۸۸
۹-۴-۲- عملیات حرارتی در مورد چدن داکتیل ۸۸
۹-۵- روش تولید ۸۹
۹-۶- ساختار میکروسکوپی ۸۹
۹-۶-۱- ساختار میکروسکوپی چدن مالیبل ۸۹

۹-۶-۲- ساختار میکروسکوپی چدن داکتیل ۸۹
۹-۷- کنترل کیفیت ۸۹
۹-۷-۱-کنترل کیفیت چدن مالیبل ۹۰
۹-۷-۲- کنترل کیفیت چدن داکتیل ۹۰
۹-۸- بازرسی نمونه‌ای ۹۰
۹-۸-۱- تجزیه شیمیایی ۹۰
۹-۸-۲- کنترل ساختاری (میکروسکوپی) ۹۰
۹-۸-۳- آزمایش‌های مکانیکی ۹۱
۹-۸-۳-۱- آزمایش کشش ۹۱
۹-۸-۳-۲- آزمایش ضربه ۹۱
۹-۸-۳-۳- سختی سنجی ۹۱
۹-۸-۴- بازرسی ابعادی ۹۲
۹-۸-۵- بازرسی ظاهری ۹۲
۹-۸-۶- بازرسی غیر مخرب (در ارتباط با ترک یا شکاف) ۹۲
۹-۹- شرایط قبول یا رد محموله‌ها ۹۲

فصل دهم: تراورس بتنی

۱۰-۱-کلیات ۹۷
۱۰-۲- مصالح ۹۷
۱۰-۲-۱- بتن ۹۷
۱۰-۲-۲- شن و سنگدانه ۹۸
۱۰-۲-۲-۱- سنگدانه ۹۸
۱۰-۲-۲-۲- سنگدانه درشت (شن و سنگریزه) ۹۹
۱۰-۲-۳- سیمان ۱۰۱
۱۰-۲-۴- آب ۱۰۱
۱۰-۲-۵- میلگردها ۱۰۲
۱۰-۲-۶- قطعات مصرفی ۱۰۳
۱۰-۲-۷- مواد افزودنی ۱۰۳
۱۰-۳- قالبها ۱۰۳
۱۰-۴- خط تولید ۱۰۳
۱۰-۴-۱- مقادیر و نسبتها ۱۰۴
۱۰-۴-۲- شرایط بتن‌ریزی ۱۰۴
۱۰-۴-۳- خط تولید ۱۰۴
۱۰-۴-۳-۱- برش میلگرد و پرچ اولیه ۱۰۴
۱۰-۴-۳-۲- رولپلاک‌گذاری ۱۰۵
۱۰-۴-۳-۳- روغن‌زنی قالبها ۱۰۵
۱۰-۴-۳-۴- آماده سازی قالب ۱۰۵

۱۰-۴-۳-۵- پرچ میلگردها ۱۰۵
۱۰-۴-۳-۶- کشش میلگردها ۱۰۶
۱۰-۴-۳-۷- آماده سازی قالبهای پیش‌تنیده شده برای بتن‌ریزی ۱۰۶
۱۰-۴-۳-۸- بتن‌ریزی و تراکم بتن ۱۰۶
۱۰-۴-۳-۹- بخاردهی و عمل‌آوری بتن تراورس ۱۰۶
۱۰-۴-۳-۱۰- اعمال پیش‌تنیدگی ۱۰۶
۱۰-۴-۳-۱۱- تخلیه قالب ۱۰۷
۱۰-۴-۳-۱۲- درپوش‌گزاری ۱۰۷
۱۰-۴-۳-۱۳- انبارکردن تراورسها ۱۰۷
۱۰-۴-۳-۱۴- بارگیری ۱۰۷
۱۰-۵- انبار کردن ۱۰۷
۱۰-۵-۱- سیمان ۱۰۸
۱۰-۵-۲- سنگدانه‌ها ۱۰۸
۱۰-۵-۳- میلگردها و قطعات مصرفی ۱۰۸
۱۰-۵-۴- تراورس ۱۰۸
۱۰-۶- بارگیری و تخلیه ۱۰۹
۱۰-۷- آزمایشهای کنترل کیفیت ۱۰۹
۱۰-۷-۱- تهیه نمونه ۱۰۹
۱۰-۷-۲- آزمایش اسلامپ ۱۰۹
۱۰-۷-۳- آزمایش مقاومت فشاری ۱۰۹
۱۰-۷-۴- آزمایش گشتاور منفی ۱۱۰
۱۰-۷-۵- سایر آزمایش‌ها و موارد تکمیلی ۱۱۱

فصل یازدهم: بالاست

۱۱-۱- کلیات ۱۱۵
۱۱-۲- مشخصات کیفی بالاست ۱۱۶
۱۱-۲-۱- مواد زائد ۱۱۶
۱۱-۲-۲- وزن مخصوص و پوکی مصالح ۱۱۶
۱۱-۲-۳- مقاومت در برابر یخبندان ۱۱۶
۱۱-۲-۴- مقاومت در برابر سایش مطابق آزمایش لوس‌آنجلس ۱۱۶
۱۱-۲-۵- مقاومت در برابر سایش برطبق آزمایش میکرودوال ۱۱۷
۱۱-۲-۶- آزمایش سلامت مصالح ۱۱۷
۱۱-۲-۷- مقاومت فشاری خشک و اشباع شده مصالح سنگی ۱۱۷
۱۱-۳- مشخصات سنگ مورد مصرف ۱۱۷
۱۱-۴- دانه‌بندی بالاست ۱۱۸
۱۱-۵- استقرار ناظر مقیم، آزمایشات و نکاتی که باید توجه شوند ۱۱۸
۱۱-۶- نحوه انبارکردن بالاست ۱۱۹

۱۱-۷- شرایط پذیرش بالاست درکارگاهها ۱۱۹
۱۱-۸- آزمایشات پذیرش ۱۲۰
۱۱-۹- حمل و نقل بالاست ۱۲۰

فصل دوازدهم: زیربالاست

۱۲-۱- کلیات ۱۲۳
۱۲-۲- مصالح مناسب برای زیربالاست ۱۲۳
۱۲-۳- دانه‌بندی زیربالاست ۱۲۳
۱۲-۴- آزمایشهای مربوط به زیربالاست ۱۲۴
۱۲-۴-۱- نمونه‌گیری ۱۲۴
۱۲-۴-۲- آزمایش دانه‌بندی ۱۲۴
۱۲-۴-۳- آزمایش تعیین ذرات ریزتر از الک شماره ۲۰۰ ..... ۱۲۵
۱۲-۴-۴- آزمایش تعیین حد روانی و حد خمیری ۱۲۵
۱۲-۴-۵- آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) ۱۲۵
۱۲-۴-۶- آزمایش تراکم ۱۲۵
۱۲-۴-۷- آزمایش تغییر درصد سایش ۱۲۵
۱۲-۴-۸- آزمایش میکرودوال ۱۲۵

فصل سیزدهم: مصالح جوشکاری

۱۳-۱- ترمیت ۱۲۷
۱۳-۱-۱- نحوهٔ تولید ۱۲۷
۱۳-۱-۲- بسته‌بندی و علامتگذاری ۱۲۸
۱۳-۱-۳- حمل و نقل و انبارکردن ترمیت ۱۲۸
۱۳-۱-۴- ضمانت ۱۲۸
۱۳-۲- فشفشه‌ها ۱۲۸
۱۳-۳- محفظه پیش‌ساخته جوشکاری ۱۲۹
۱۳-۳-۱- نحوهٔ تولید ۱۲۹
۱۳-۳-۲- بسته‌بندی وعلامتگذاری ۱۲۹
۱۳-۳-۳- حمل و نقل و انبار کردن ۱۲۹
۱۳-۳-۴- کنترل کیفیت ۱۳۰
۱۳-۳-۵- ضمانت ۱۳۰
۱۳-۴- گلدان نسوز ۱۳۰

فصل چهاردهم: دستورالعمل تهیه خط بسته

۱۴-۱- کلیات ۱۳۳
۱۴-۲- تهیه خط در کارگاه ۱۳۳
۱۴-۲-۱- ساخت سکو ۱۳۴
۱۴-۲-۲- تحویل‌گیری مصالح ۱۳۴
۱۴-۲-۳- تهیه کوپلاژ ۱۳۴

۱۴-۲-۴- نظارت بر روسازی در زمان تهیه خطهای بسته (کوپلاژها) ۱۳۵
۱۴-۲-۴-۱- پابند ۱۳۵
۱۴-۲-۴-۲- تراورس ۱۳۵
۱۴-۲-۴-۳- کوپلاژ ۱۳۵
۱۴-۳- تهیه خط در محل ۱۳۶

بخش دوم: اجرا

فصل اول: نظارت بر اجرای روسازی

۱-۱- مقدمه ۱۳۷
۱-۲- کلیات ۱۳۷
۱-۲-۱- برنامه کاری و معرفی افراد کارگاه روسازی ۱۳۷
۱-۲-۲- کنترل سطح زیرسازی ۱۳۷
۱-۲-۳- صورتجلسات و دستور کارها ۱۳۸
۱-۲-۴- تهیه صورت وضعیت ۱۳۸
۱-۲-۵- فواصل بین عملیات مختلف ۱۳۹
۱-۳- بالاست‌ریزی قشر اول ۱۳۹
۱-۴- نقشه‌برداری ۱۳۹
۱-۵- نصب خط ۱۳۹
۱-۶- نصب سوزن ۱۴۰
۱-۷- بالاست‌ریزی و تنظیم تراز خط (رلواژ) ۱۴۱
۱-۸- جوشکاری ریلها و پیوسته‌کردن آنها ۱۴۱
۱-۹- رلواژ نهایی و شیروانی‌سازی ۱۴۱
۱-۱۰- نصب علایم و تابلوهای ثابت خطی ۱۴۲
۱-۱۱- درز عایق ۱۴۲

فصل دوم: کنترل‌های مربوط به روسازی پس از اتمام عملیات

۲-۱- کلیات ۱۴۳
۲-۲- کنترل اجزاء روسازی ۱۴۳
۲-۲-۱- کنترل پابندها و ادوات اتصال ریل به تراورس ۱۴۳
۲-۲-۲- کنترل تراورس ۱۴۳
۲-۲-۳- کنترل بالاست ۱۴۴
۲-۲-۴- کنترل جوش درز ریل ۱۴۴
۲-۳- کنترل مشخصات هندسی خط ۱۴۴
۲-۴- شاخص کیفیت خط ۱۴۵

فصل سوم: جوشکاری ریلها

۳-۱- کلیات ۱۵۵
۳-۲- جوشکاری ترمیت و روشهای مختلف آن ۱۵۵
۳-۲-۱- روش SMW ۱۵۶

۳-۲-۲- روش SMW-F ۱۵۶
۳-۲-۳- روش SKV (روش جوشکاری با زمان پیشگرم کوتاه) ۱۵۶
۳-۲-۴- روش LSV (پر کردن سوراخهای ضعیف دو سر ریل) ۱۵۷
۳-۳- جوشکاری برقی ۱۵۷
۳-۳-۱- اصول جوشکاری برقی ۱۵۷
۳-۳-۲- خصوصیات ماشین جوشکاری برقی ۱۵۸
۳-۳-۳- ساختمان ماشین جوشکاری برقی ۱۵۸
۳-۳-۴- ماشین جوشکاری ۱۵۹
۳-۳-۴-۱- راندمان ۱۶۰
۳-۳-۴-۲- کنترلها ۱۶۰
۳-۳-۴-۳- برش هیدرولیکی ۱۶۰
۳-۳-۴-۴- قدرت ماشین ۱۶۰
۳-۳-۴-۵- سیستم ترمزها ۱۶۱

فصل چهارم: دستورالعمل جوشکاری ریلها و پیوسته‌کردن آنها

۴-۱- کلیات ۱۶۳
۴-۲- تعاریف ۱۶۳
۴-۲-۱- ریل کوتاه ۱۶۳
۴-۲-۲- ریل طویل ۱۶۳
۴-۲-۳- ریل پیوسته (CWR) ۱۶۴
۴-۳- بررسیهای قبل از انجام جوش ۱۶۴
۴-۳-۱- روش کار ۱۶۴
۴-۳-۲- استفاده از افراد متخصص ۱۶۴
۴-۳-۳- ماشین‌آلات و ابزارکاری ۱۶۴
۴-۴- بررسیهای حین انجام جوش ترمیت ۱۶۵
۴-۵- بررسیهای حین انجام جوش با ماشین جوش برقی ۱۶۷
۴-۶- دستورالعمل پیوسته کردن ریلها ۱۶۷
۴-۷- کنترلهای مورد نیاز و آزمایشهای نظارتی ۱۶۹
۴-۷-۱- دستورالعمل کنترل کیفیت مواد اولیه و تحویل‌گیری نمونه‌ها ۱۶۹
۴-۷-۱-۱- دستورالعمل کنترل کیفیت در خط تولید ۱۶۹
۴-۷-۱-۲- دستورالعمل تحویل‌گیری محموله‌ها ۱۶۹
۴-۷-۲- مشخصات فنی جوش حاصل از عملیات جوشکاری ۱۷۰
۴-۷-۳- بازرسی و کنترل کیفیت جوش درز ریل و آزمایشهای آن ۱۷۱

فصل پنجم: دستورالعمل تحویلگیری خط

۵-۱ مقدمه ۱۷۳
۵-۲- تشکیل کمیسیون تحویل موقت ۱۷۳
۵-۳- اعضای کمیسیون تحویل موقت ۱۷۴

۵-۴- نحوه بازدید کمیسیون ۱۷۴
۵-۵- صورتجلسه تحویل موقت و شرح نواقص ۱۷۴
۵-۶- تحویل قطعی ۱۷۵
۵-۷- اعضای کمیسیون تحویل قطعی ۱۷۵
۵-۸- صورتجلسه تحویل قطعی ۱۷۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

بخش اول

۱-۱- راست بودن ریل در صفحه قائم ۷
۱-۲- راست بودن ریل در صفحه افقی ۷
۱-۳- موقعیت نمونه‌ها ۹
۱-۴- شمای سطح برخوردکننده وزنه ۱۲
۱-۵- شمای تکیه‌گاهها ۱۳
۱-۶- موقعیت نمونه‌های آزمایش کشش ۱۴
۱-۷- شابلون کنترل برای ارتفاع ریل ۱۹
۱-۸- شابلون کنترل عرض پاشنه ریل ۲۰
۱-۹- شابلون کنترل عرض اسمی تاج ریل ۲۱
۱-۱۰- شابلون کنترل تقارن هندسی ریل ۲۲
۱-۱۱- الف- شابلون کنترل شیب درزبند و ارتفاع آن ۲۳
۱-۱۱- ب- شابلون کنترل شیب سطح درزبند و ارتفاع آن ۲۳
۱-۱۲- شابلون کنترل فواصل بین سوراخها و انتهای ریل و قطر سوراخها ۲۴
۱-۱۳- شابلون کنترل فواصل بین سوراخها و کف پاشنه ریل ۲۵
۱-۱۴-کنترل راست بودن دو انتهای ریل ۲۶
۱-۱۵-رواداری‌های سوزن ۲۷
۱-۱۶- طول ریلهای انشعاب ساده ۲۷
۴-۱- مجموعه پابند ریل (سیستم SKL۱۴) و محل قرارگرفتن رولپلاک در تراورس بتنی ۴۴
۵-۱- نقشه پیچ تراورس بتنی ۵۳
۵-۲- بخشهای مختلف پیچ تراورس بتنی ۵۳
۶-۱- مجموعه پابند ریل (سیستم SKL۱۴) محل قرارگرفتن گایدپلیت در تراورس بتنی ۵۸
۶-۲- الف- محل تهیه نمونه‌های آزمایش کشش مطابق با استاندارد DIN و مطابق با روش ارائه شده در شکل ب ۵۹
۶-۲- ب- ابعاد آزمایش کشش ۶۰
۶-۳- الف- محل تهیه نمونه‌های آزمایش ضربه(AوB) ۶۱
۶-۳- ب- نمونه تهیه شده (A) برای آزمایش ضربه به روش ایزود ۶۱
۶-۳- پ- نمونه تهیه شده (B) برای آزمایش ضربه به روش چارپی ۶۱
۶-۴- ابعاد و اندازه‌های گایدپلیت ۶۲
۶-۵- مقطع برش برای آزمایش خلل و خرج ۶۲
۶-۶- نقشه گایدپلیت فلزی ۶۵
۷-۱- اجزا پابند در سیستم پاندرول ۶۷
۷-۲- آزمایش کشش بر روی قطعه اینسولیت با استفاده از دستگاه کشش یا ماشینهای مشابه ۶۹

۷-۳- الف- نمونه آزمایش کشش ۶۹
۷-۳- ب- سرعت کشش ۷۰
۷-۴- الف- مکان بریدن نمونه برای آزمایش ضربه از اینسولیت ۷۱
۷-۴- ب- نمونه آزمایش ضربه ۷۱
۷-۵- اینسولیت تراورس بتنی سیستم پابند پاندرول ۷۲
۷-۶- سطح برش تعیین خلل و فرج اینسولیت ۷۲
۱۴-۱- کنترل مستوی بودن کوبلاژ با استفاده از یک رشته ریسمان بنایی ۱۳۶

بخش دوم

۳-۱- روش SMW-F ۱۵۶
۳-۲- روش SKV ۱۵۷
۳-۳- ماشین جوش الکتریکی ۱۵۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

بخش اول

۱-۱- مقادیر رواداریهای ابعادی ریل ۵
۱-۲- رواداری طول ریلهای پایه‌تخت ۶
۱-۳- انحراف مجاز از گونیا بودن ۶
۱-۴- رواداری مجاز برای قطر سوراخهای صفحه اتصالی(درز بند) ۶
۱-۵- رواداری موقعیت مرکز سوراخها ۷
۱-۶- ترکیب شیمیایی بر حسب درصد وزنی ۱۱
۱-۷- اندازه گذاری ریلهای یک انشعاب الحاقی همسو ۲۸
۲-۱- ترکیب شیمیایی فولاد ۳۸Si۷ مورد استفاده برای تولید پابند فنری ۳۰
۲-۲- خواص مکانیکی فولاد ۳۸Si۷ ..... ۳۰
۲-۳- مشخصات آزمایش خستگی عادی ۳۳
۳-۱- ترکیب شیمیایی فولاد فنر پاندرول ۳۹
۳-۲- استاندارد کشورهای مختلف در مورد فولاد فنر پاندرول ۴۰
۳-۳- خواص مکانیکی فولاد پاندرول ۴۰
۳-۴- مشخصات آزمایش خستگی ۴۱
۴-۱-درجات تجارتی پلی‌اتیلن داخلی برای تهیه رولپلاک ۴۷
۵-۱- درجه‌بندی و مشخصات کششی میلگردهای مورد استفاده برای تولید پیچ تراورس بتنی ۵۲
۵-۲- ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی فولاد ۴۰- ST۴۲ براساس استاندارد DIN۱۷۱۰۰ ..... ۵۲
۶-۱-انواع تجارتی مورد قبول راه‌آهن ۶۳
۶-۲-کنترل ابعادی گایدپلیت فلزی ۶۶
۷-۱- فهرست انواع تجارتی مورد تایید راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران ۷۴
۹-۱- تجزیهٔ شیمیایی چدن مالیبل ۸۷
۹-۲- تجزیهٔ شیمیایی چدن داکتیل ۸۷
۹-۳- خواص مکانیکی چدن مالیبل ۸۸
۹-۴- خواص مکانیکی چدن داکتیل ۸۸
۱۰-۱- دانه‌بندی استاندارد ماسه ۹۸
۱۰-۲- حداکثر مقادیر مجاز مواد اولیه زیان‌آور در سنگدانه‌های ریز بتن ۹۹
۱۰-۳- دانه‌بندی استاندارد شن و سنگدانه ۹۹
۱۰-۴- مقادیر قابل قبول سایش لوس‌آنجلس طبق ASTM C۱۳۱ ..... ۱۰۰
۱۰-۵- حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه درشت بتن ۱۰۰
۱۰-۶- حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی ۱۰۲
۱۰-۷- میزان رواداریهای مصالح مختلف بتن ۱۰۴

۱۱-۱- میزان مواد زائد در بالاست ۱۱۶
۱۱-۲- منحنی دانه‌بندی مصالح زیربالاست..... ۱۱۸
۱۲-۱- درصد وزنی عبوری مجاز از الکهای مختلف برای زیربالاست مصرفی ۱۲۴

بخش دوم

۱-۱- اندازه درز هنگام ریلگذاری..... ۱۴۰
۲-۱- رواداریهای هندسی خط بر حسب سرعت ۱۴۵
۳-۱- مشخصات و ابعاد ماشین..... ۱۶۰
۳-۲- مشخصات و ابعاد کلگی..... ۱۶۰
۳-۳- اطلاعات فنی ماشین..... ۱۶۱
۳-۴- اطلاعات فنی مولد سه فازه ۱۶۱
۴-۱- نحوه انتخاب تعداد نمونه‌ها..... ۱۷۰
۴-۲- ترکیب شیمیایی..... ۱۷۰
۴-۳- مقادیر قابل قبول سختی..... ۱۷۱
۴-۴- مقادیر حداقل نیرو ۱۷۱

فهرست پیوستها

عنوان **صفحه**

بخش اول

۱- الف- نشانه‌گذاری ۱۸
۱- ب- شابلونهای کنترل ۱۹
۱- پ- رواداری‌های سوزن ۲۷
۲- الف- نقشه پابند فنری وسلو SKL۱۴ ..... ۳۵
۲- ب-نقشه پابند فنری وسلوSKL۱ ..... ۳۷
۳- الف- پابند فنری پاندرول ۴۲
۴- الف- نقشه رولپلاک پلاستیکی ۴۹
۷- الف- استحکام کششی و استحکام ضربه‌ای ۷۶
۷- ب- استحکام کششی و استحکام ضربه‌ای ۷۷
۸- الف- مشخصات فنی صفحات شیاردار لاستیکی زیر ریل ۸۲
۸- ب- نقشه صفحات لاستیکی زیر ریل ۸۴
۹- الف- نقشه شولدر تراورس بتنی ۹۳
۱۰- الف- مشخصات فنی پلاک کوچک و بزرگ ۱۱۲
۱۰- ب- مشخصات فنی درپوش پلاستیکی ۱۱۴
۱۱- الف- آزمایش میکرودوال ۱۲۱

بخش دوم

۲- الف- روش‌های تعیین شاخص هندسی کیفیت خط ۱۴۶

مبانی و تعاریف

- **مبانی**

دستورالعمل نظارت بر اجرای روسازی راه‌آهن با هدف ایجاد بستری مناسب برای نظارت و بازرسی ادوات روسازی و فرآیند اجرای آن تهیه شده است. نظارت کارآمد و مؤثر نظارتی است که هم در مرحله تولید و هم در مرحله اجرا صورت گیرد. از این رو این دستورالعمل از دو بخش مصالح که به تشریح تولید قطعات و مصالح مورد نیاز برای روسازی می پردازد و بخش اجرا که اصول صحیح حاکم بر اجرای روسازی راه آهن را بیان می کند، تشکیل شده است.

در بخش اول (مصالح)، برای آنکه هر فصلی بتواند به صورت مستقل از سایر فصول مورد استفاده قرار گیرد، برای هر یک از اجزاء یک فصل اختصاص داده شد. در هر یک از فصول در مورد مشخصات فنی، نحوه تولید و شیوه بازرسی و کنترل کیفیت محصول مورد نظر، صحبت شده است. از آنجاییکه خط بسته هم به نوعی می‌تواند به عنوان یکی از مصالح روسازی مورد بررسی قرار گیرد، فصلی هم به آن اختصاص داده شده است. لازم به ذکر است که رعایت تمام اطلاعات نشریه شماره ۳۰۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور تحت عنوان مشخصات فنی عمومی روسازی راه آهن که به جهت طراحی مناسب و ایمن روسازی بالاستی ارائه شده است، در این دستورالعمل نیز اجباری بوده و می توان برای دستیابی به اطلاعات تکمیلی در زمینه مصالح به آن مراجعه کرد.

در بخش دوم (اجرا)، روش اجرای روسازی و فرآیند انجام فعالیتهای مختلف توسط عوامل پروژه بویژه پیمانکار تشریح شده و مراحل نظارتی و کنترلی مرتبط بیان می گردد.

محدوده عملکرد این دستورالعمل، خطوط بالاستی با سرعت زیر ۱۶۰ کیلومتر در ساعت است. مصالحی که در این دستورالعمل مورد بررسی قرار گرفته‌اند، مصالحی است که در کشور برای روسازیهای بالاستی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

رعایت دستورالعملهایی که بعنوان معیارهای پیشنهادی است و با واژه‌هایی نظیر «توصیه میشود»، «بهتر است»، «میتواند» و ... مشخص شده اند، اجباری نیست.

در تدوین این پروژه سعی شده است تا از مدارک و منابع اتحادیه بین المللی راه‌آهن‌ها (UIC) و آئین نامه‌های معتبر دنیا نظیر AREMA و آئین‌نامه‌های بعضی از کشورهای اروپایی با در نظر داشتن معیارهای تجربی رایج در کشور استفاده شود. تعاریف مربوط به اصطلاحات و واژه‌های بکار گرفته شده در فصول مختلف به شرح زیر است:

- **تعاریف**

روسازی: بدنه اصلی خط آهن است که وظیفه تحمل، انتقال و توزیع بار وارده از چرخهای ناوگان به بستر (زیرسازی) را بر عهده دارد. روسازی متداول خط آهن از دو ریل ممتد و موازی، تراورسهای عمود بر ریل، لایه بالاست و زیر بالاست، ادوات اتصال و عایق بندی آنها تشکیل می شود.

بستر خط آهن: بالاترین سطح زیرسازی است که روسازی راه‌آهن بر روی آن قرار می گیرد.

قطعه (بلاک): فاصله بین مبادی ورودی و خروجی ایستگاهها و کنتاکت علائم در خطوط راه‌آهن که در آن واحد یک وسیله نقلیه می‌تواند حرکت کند.

عرض خط: کوچکترین فاصله عرضی بین لبه‌های داخلی دو ریل تا عمق ۱۴ میلی‌متری از سطح فوقانی ریل است. انواع رایج عرض خط عبارتند از:

- عرض خط استاندارد (معمولی یا کامل)، ۱۴۳۵ میلی‌متر
- عرض خط پهن (عریض)، بیشتر از ۱۴۳۵ میلی‌متر
- عرض خط متریک، ۱۰۰۰ تا ۱۴۳۰ میلی‌متر
- عرض خط باریک، کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌متر

بار محوری: حد بالای برآیند بارهای قائم وارده از یک جفت چرخ هم محور هر وسیله نقلیه عبوری در وضعیت ایستا بدون در نظر گرفتن اثرات دینامیکی، بار محوری نام دارد و از تقسیم بیشترین وزن ناخالص وسیله نقلیه ریلی بر تعداد محورهای مربوطه به دست می‌آید.

بار طولی: بار وارده بر هر متر طول روسازی است و از تقسیم وزن ناخالص وسیله نقلیه عبوری به طول آن (از ابتدای ضربه‌گیر یک طرف تا انتهای ضربه‌گیر طرف دیگر در وضعیت آزاد) بدست می‌آید.

بار ناخالص سالانه: وزن ناخالص ناوگان عبوری از یک محور در یک سال است که شامل وزن ناخالص رفت و برگشت ناوگان باری، مسافری و عملیاتی می‌باشد.

سرعت طرح: بیشترین سرعتی است که مشخصات هندسی مسیر براساس آن طراحی می شود.

شیب طولی خطوط: تغییر تدریجی تراز خط است که از تقسیم اختلاف ارتفاع به طول آن بدست می‌آید و بر حسب در هزار بیان می‌شود.

شیب عرضی خط (دور): تغییر رقوم (اختلاف ارتفاع) عرضی دو ریل نسبت به هم برای جبران یا کاهش آثار نیروی گریز از مرکز ناوگان عبوری در قوسها می‌باشد که با رعایت شعاع قوس، سرعت ناوگان عبوری و با توجه به مقادیر حدی واژگونی، خروج از خط، راحتی و تنش مجاز محاسبه می‌شود.

ریل: عنصر اصلی روسازی است که حرکت چرخهای ناوگان ریلی بر روی آن صورت می‌گیرد.

تراورس: تیرهای عرضی در خط آهن است که از جنس چوب، فولاد، بتن، پلاستیکهای فشرده، سرامیک یا ترکیب آنها ساخته شده و ریل بر روی آن تثبیت می‌شود.

پابند: وسیله‌ای برای اتصال ریل به تراورس است که وظیفه آن تثبیت ریل بر روی تراورس و جلوگیری از حرکت طولی، عرضی و دوران آن می‌باشد.

بالاست: لایه‌ای از مصالح درشت دانه (سنگی یا سرباره کوره‌های ذوب آهن) با ابعاد ۲۰ تا ۶۰ میلی‌متر می‌باشد که بعنوان یک تکیه‌گاه مناسب برای تثبیت تراورسها می‌باشد.

زیربالاست: لایه میانی بین بستر خط و لایه بالاست است که از شن، ماسه و خاک ریزدانه تشکیل شده و مانع نفوذ و فرورفتن دانه‌های بالاست در بستر روسازی و نیز موجب توزیع بهتر بارهای خارجی و تسریع زهکشی آب باران می‌شود.

خط بسته (کوپلاژ): مجموعه چیده شده و بهم پیوسته ریل، تراورس و ادوات اتصال که در کارگاه تهیه شده و برای نصب به محل اجرا منتقل می شود.

زیرکوب: ماشینی است که بالاست را به زیر تراورسها هدایت و متراکم کرده و همچنین تراز قائم و افقی خط را تنظیم می نماید.

پایدارساز: ماشینی است که با به ارتعاش در آوردن روسازی خط موجب تراکم بیشتر و تثبیت خط شده و با خارج کردن حفره های خالی احتمالی موجود در بالاست، باعث تراکم بیشتر آن می گردد.

خط آرا: ماشینی است که جهت تنظیم مقطع هندسی بالاست بکار می رود، بطوری صفحات کناری طی عبور ماشین از روی خط ناهمواریهای بالاست را تصحیح می کند.

ریخته‌گری مداوم: عبارت از تولید شمشه‌های فولادی طویل به صورت انجماد مداوم مذاب در حین ریخته‌گری است.

ریخته‌گری مداوم مذاب در مذاب (متوالی): ریخته‌گری مداومی که در آن دو ذوب و یا بیشتر بدون هیچ فاصله‌ای و پشت سرهم ریخته می‌شوند.

شاخه ریخته‌گری: نام عمومی برای مجموعه کاملی از تجهیزات ریخته‌گری مداوم شامل قالب، منطقه خنک کننده، غلتکهای نگهدارنده، غلتکهای کشاننده و دستگاه برش شمش است.

شمش اصلی: شمشهایی از هر شاخه ریخته‌گری اند که بطور کامل از یک ذوب تشکیل یافته‌اند.

شمش مخلوط (میان دو ذوبی): شمشهایی که از ریخته‌گری مداوم دو ذوب متوالی برای تولید یک نوع معین فولاد حاصل شده باشند.

UIC: اتحادیه بین المللی راه‌آهنها با عضویت بیش از ۱۰۰ کشور است که برای هماهنگی و بهبود مشخصات فنی تشکیل شده است و مدارک و مراجع علمی، فنی و اجرایی زیادی را تهیه و بصورت استانداردهای طراحی ارائه می‌کند.

AREMA: انجمن مهندسی راه‌آهن آمریکا

ASTM: انجمن مخصوص آزمایشات و مصالح آمریکا

BS: استاندارد انگلستان

DIN: استاندارد صنعتی آلمان

ISO: سازمان بین المللی استانداردها

PrEN: استاندارد اروپا (یوروکد)

بخش اول

مصالح

فصل اول

ریل

۱-۱- کلیات

این بخش مشخصات و شرایط حاکم بر کیفیت و تولید فولاد مورد استفاده برای تهیه ریل و نیز روشهای آزمایش و شرایط پذیرش ریلهای پایه تخت مورد استفاده در شبکه راه‌آهن را مشخص می‌کند. این بخش برای ریلهای تولید شده از فولاد، در شرایط بدون عملیات حرارتی و با وزن بیش از ۳۵ کیلوگرم بر متر کاربرد دارد. در هنگام درخواست برای خرید ریل، این بخش باید منضم به مدارکی گردد که برای سفارش ضروری‌اند. سایر اطلاعات اضافی مربوط به مشخصات مکانیکی، هندسی و بطور کلی طراحی ریل در فصل سوم نشریه ۳۰۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور قابل دستیابی است.

۱-۲- مشخصات ساخت

۱-۲-۱- فرآیند تولید

مسئولیت منبع تهیه فولاد و انتخاب فرآیند تولید آن به عهده تولید کننده است. تهیه فولاد عمدتا در کوره‌های بلند و یا بوسیله قوس الکتریکی انجام می‌شود و ریخته‌گری آن به روش تکباری و یا ریخته‌گری مداوم صورت می‌گیرد. خریدار می‌تواند در مناقصه از

تولید کننده بخواهد که ماهیت و ویژگیهای اصلی فرآیند مورد استفاده را تعیین کند. تولید کننده بدون اطلاع نماینده خریدار نباید در این ویژگیها تغییراتی ایجاد نماید. ضمنا رعایت موارد زیر برای تولید الزامی است:

– در ریخته‌گری مداوم مذاب در مذاب، باید تمامی مواد مذاب از یک نوع فولاد باشند.

– شمشهای ریخته شده (اعم از تکباری و ریخته گری مداوم) نباید قبل از انجماد کامل، نورد شوند.

– سطح مقطع اولیه در مورد شمش تکباری بایستی حداقل ۲۵ برابر سطح مقطع ریل و در مورد شمش ریخته‌گری مداوم حداقل باید ۸ برابر آن باشد.

– به منظور اجتناب از تشکیل ترکهای هیدروژنی، باید مقدار هیدروژن موجود در فولاد مذاب دائما اندازه‌گیری شده و با انجام عملیات تکمیلی گاززدایی و خنک کردن مداوم فولاد، مقدار هیدروژن موجود در حد مجاز نگه داشته شود. تولید کننده باید در صورت درخواست خریدار، وی را از اقدامات انجام گرفته برای جلوگیری از تشکیل ترکهای هیدروژنی مطلع سازد.

– تولید کننده برای کسب اطمینان از مطابقت ریلها با شرایط مندرج در این بخش، باید بهترین آیین‌نامه پذیرفته شده را در سراسر فرآیند تولید اعمال کرده و دقت کند که ریلهای تولیدی وی از ویژگیهای زیر برخوردار باشد :

– کمترین مقدار ممکن تنشهای پسماند

– کمترین میزان مواد غیرفلزی زیان آور

– بیشترین سختی شکست ممکن

در صورت درخواست راه‌آهن خریدار، تولید کننده باید روشهای مورد استفاده به منظور سنجش ویژگیهای مذکور و نتایج حاصله را به اطلاع خریدار برساند.

۱-۲-۲- شابلونها

مقطع استاندارد ریل و تمامی شابلونهای ضروری برای کنترل تولید باید پس از تایید خریدار، بوسیله تولید کننده و به هزینه خود او تهیه گردد. تولیدکننده باید قبل از تولید ریل، دوگروه شابلون نر و ماده مطابق با طرح نظری مقطع ریل و دو گروه شابلون مثبت و منفی متناسب با رواداریهای قید شده در قرارداد، به خریدار ارائه کند. این شابلونها بعد از تائید توسط نماینده خریدار باید مهر زده شوند. در طی مدت زمان انجام آزمایش‌های پذیرش، باید یک دسته از کلیه شابلونها نزد نماینده خریدار باقی بماند. فقط شابلونهایی که مهر راه‌آهن خریدار را داشته باشند، به منظور کنترل اندازه‌ها معتبر خواهند بود. مقطع ریل و شابلون تایید شده توسط راه‌آهن یا سایر سازمانهای کنترل کننده خارجی را می‌توان در صورت امکان برای ارائه به سایر مشتریان، مورد استفاده قرار داد.

۱-۲-۳- نشانه‌گذاری

نشانه‌های روی ریلها به شرح زیر است:

۱-۲-۳-۱- نشانه‌گذاری اجباری

الف) نشانه‌های زیر باید بطور برجسته و قابل رویت، با برجستگی حداقل ۰/۸ میلیمتر و به ارتفاع بین ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر بنابر اختیار تولید کننده بر روی یک طرف از جان ریل حک شود:

- علامت شناسایی کارخانه (تولیدکننده)
- دو رقم آخر سال تولید
- نماد نوع فولاد بر طبق مندرجات پیوست (۱- الف)
- نماد مقطع ریل یا وزن ریل به کیلوگرم بر متر (kg/m)

پیوست (۱- الف) ترتیب نمایش این علائم را نشان می‌دهد.

ب) مهر داغ باید به فاصله تعیین شده در موافقتنامه بین تولید کننده و خریدار به شرح زیر زده شود:

ب-۱- برای ریلهای تولید شده از شمش تکباری: مهرها باید در یک طرف جان با ارتفاع حداقل ۱۵ میلیمتر زده شود، بطوری که در هر ریل حداقل یکبار تکرار شده و متناسب با قسمت فوقانی، در انتهای ریل قرار گیرد. ترتیب قرار گرفتن مشخصه‌های زده شده به شرح زیر است:

- شماره شناسایی قالبها
- حرف B, A..... تا Z به ترتیبی که حرف A نشان دهنده اولین ریل تولید شده از شمش و Z آخرین ریل تولید شده از همان شمش است.
- شماره شمشها ۱،۲،۳ و ....

نمونه‌های گرفته شده از سر و ته ریلهای نورد شده به منظور آزمایش باید با شماره ذوب، شماره شمش و همچنین حروف A تا Z که نشان می‌دهد نمونه از زائده سر یا ته برداشته شده، مهر داغ زده شوند.

ب-۲- برای ریلهای تولید شده به روش ریخته‌گری مداوم: مهرها باید در یک طرف جان با حداقل ارتفاع ۱۵ میلیمتر، در محل توافقی بین خریدار و تولیدکننده و حداقل در هر ریل یکبار، زده شود و به صورت کدهای حرفی یا عددی و یا ترکیبی از هر دو نوع آنها، اطلاعات زیر را ارائه دهد:

- شماره قالبی که ریل از آن نورد شده است.
- موقعیت ریل نسبت به قسمت فوقانی شمش و یا شاخه حاصل از ریخته‌گری پیوسته.

سایر موارد مرتبط با موقعیت ریل در قالبها، بصورت توافقی بین مشتری و تولیدکننده تعیین خواهد شد. در صورتی که در حین هرگونه عملیات، علائم شناسایی حک شده روی ریل آسیب ببیند، علامت‌گذاری مجدد چنین ریلهایی با توافق نماینده راه‌آهن خریدار صورت می گیرد.

۱-۲-۳-۲- نشانه‌گذاری اختیاری

راه‌آهن خریدار می‌تواند در هنگام دعوت به مناقصه، نشانه‌گذاری یک و یا چند عدد از علائم زیر را به صورت برجسته درخواست نماید:

- یک پیکان که نوک آن جهت سر شمش و یا جهت سرشاخه را در ریخته‌گری پیوسته نشان دهد.

- ماه تولید با اعداد لاتین
- نماد فرآیند تولید طبق پیوست (۱- الف)

۱-۲-۳-۳- تذکرات

تولید کننده باید اطمینان دهد که ریلهای بدست آمده از ریخته‌گری مداوم را می‌توان از ریلهای تولید شده از شمش تکباری تشخیص داد. روش این شناسایی منوط به موافقت بین تولید کننده و خریدار است. در فرآیند ریخته‌گری مداوم مذاب در مذاب، هر ذوب، شامل کلیه شمشه‌ها به استثناء اولین شمشی که به ذوب مجاور متصل است، را شامل می شود. در نهایت بعد از توافق بین تولیدکننده و خریدار، بجای بعضی از علائم می‌توان از مهر داغ استفاده کرد یا حتی می‌توان آنها را حذف کرد.

۱-۲-٤- عاری بودن از عیوب

ریلها باید از کلیه عیوب زیان آور داخلی و خارجی که اثر نامطلوب در عملکرد آنها می‌گذارد، مانند مک، ترک و کمبود فلز، عاری باشند. تولید کننده باید با کنترل در حین تولید، فقدان عیوب زیان آور داخلی را تضمین نماید. عدم وجود هرگونه عیب زیان آور داخلی باید بطور دائمی توسط انجام آزمایش های غیرمخرب متناسب با فرآیند تولید و نوع فولاد از قبیل ماورای صوتی تائید گردد. این آزمایشها با مسئولیت تولیدکننده انجام می‌شود. علاوه بر این با توافق خریدار می‌توان بازرسی فنی را با یک روش نمونه برداری انتخابی از ریل انجام داد. بازرس می‌تواند عیوب سطحی را بوسیله ابزار مناسب، براده‌برداری کرده، تحت آزمایش قرار داده و اطمینان حاصل کند که عیوب مذکور هیچگونه تاثیر منفی در عملکرد ریل ندارد. در مورد ریلهای آزمایش شده در محل بازرسی هرگونه ترک انقباضی قابل رویت با چشم غیر مسلح منجر به نپذیرفتن ریل مربوطه می‌شود. هرگونه عملیات اعم از سرد یا گرم که به منظور پنهان کردن یک عیب انجام شود، اکیدا ممنوع است.

۱-۲-۵- عملیات تکمیلی

به منظور حفظ کیفیت ریلها، عملیات راست نمودن آنها باید در حالت سرد و با فشار تدریجی و بدون اعمال ضربه انجام گیرد. ریلها را نباید بدون اجازه خریدار، بیش از یکبار در داخل غلتکهای صاف کننده در هر جهت صاف کرد. در هنگام راست کردن ریل، نشانه‌های روی آن باید از آثار ناشی از غلتک محافظت شود. ریلها باید در حالت سرد بوسیله فرز یا اره در طولهای معین بریده شده و چروک ها باید بدون ایجاد شیبهای محسوسی در مقطع برداشته شود. سوراخ کردن باید بوسیله مته انجام گرفته و لبه سوراخها باید استوانه‌ای، صاف و عاری از چروک بوده و دارای پخ ملایمی باشد.

۱-۲-٦- رواداریها

۱-۲-٦-۱- رواداریهای ابعادی

ابعاد، رواداریها و روشهای کنترل ابعاد در جدول (۱-۱) آورده شده است.

جدول ۱-۱- مقادیر رواداریهای ابعادی ریل

ردیف	مشخصه بعد	اندازه بعد (میلیمتر)	رواداری (میلیمتر)	توضیحات
۱	ارتفاع ریل[۱] (H)	H <۱۶۵ ۱۶۵ ≤ H < ۱۸۰ ۱۸۰ ≤ H < ۱۹۰ ۱۹۰ ≤ H	±۰/۵ ±۰/۶ ±۰/۷ ±۱/۰	برای مقادیر دورتر از انتهای ریل، تغییر در رواداری به مقدار ۰/۵- میلیمتر قابل قبول است. کنترل براساس پیوست (۱- ب)
۲	عرض پاشنه ریل (L)	L <۱۵۰ ۱۵۰ ≤ L < ۱۶۰ ۱۶۰ ≤ L < ۱۷۰ ۱۷۰ ≤ L	±۱/۰ ۱/۱- و ۱+ ۱/۳- و ۱/۲+ ±۱/۵	مانند فوق(با ۰/۵ + میلیمتر) کنترل براساس پیوست (۱- ب)
۳	عرض اسمی تاج ریل [۲]	C <۷۲ ۷۲ ≤ C < ۷۴ ۷۴ ≤ C	±۰/۵ ±۰/۵ ±۰/۵	مانند فوق(با ۰/۱+ میلیمتر) کنترل براساس پیوست (۱- ب)
۴	عدم تقارن مقطع [۳]	L <۱۵۰ ۱۵۰ ≤ L < ۱۶۰ ۱۶۰ ≤ L < ۱۷۰ ۱۷۰ ≤ L	±۱/۲ ±۱/۵ ±۱/۷ ±۲/۰	کنترل براساس پیوست (۱- ب)
۵	ضخامت جان ریل[۴]		۱/۰+ و ۰/۵-	
۶	مقدار انحراف [۵] سطوح درزبند (براساس ۱۴ میلیمتر به موازات انحراف سطح تئوریکی درزبند)		±۰/۵	
۷	ارتفاع صفحه اتصالی		مشابه ردیف (۱)	کنترل براساس پیوست (۱- ب)
۸	سایر ابعاد		مشابه ردیف (۱)	

(۱) ارتفاع ریل، فاصله بین سطح پایینی ریل و خط مماس بر تاج ریل (موازی با این سطح) است.

(۲) ۱۴ میلیمتر پایین‌تر از سطح تماس چرخ و ریل، (سطح حرکتی) اندازه‌گیری شده است، یعنی در محدوده انتقال شانه ریل و سطح جانبی قارچ ریل.

(۳) در مورد شابلونهای مرجع، موضوع باید مورد توافق خاص قرار گیرد.

(۴) در کمترین ضخامت اندازه‌گیری شده است.

(۵) به ازای هر ۱۴ میلیمتر سطح موازی با سطح تئوریک در محل اتصال درزبند به ریل.

اگر برای شرایط معمولی و با توافق بین تولید کننده و خریدار، شابلونهای مختلف ولی با کاربرد مشابه با آنچه در پیوست (۲- ب) داده شده است، استفاده گردد. در صورت بروز اختلاف، ملاک فقط شابلونهای داده شده در پیوست هستند.

تذکر: رواداریهای ریل در خطوط مخصوص سرعت بالا، باید بین راه‌آهن خریدار و تولید کننده مورد توافق ویژه قرار گیرد.

رواداری طول ریل پایه تخت باید در محدوده جدول (۱-۲) باشد:

جدول ۱-۲- رواداری طول ریلهای پایه تخت

طول ریل (متر)	ریلها با سوراخ پیچ اتصالی در هر دو انتها (میلیمتر)	سایر ریلها (میلیمتر)
L ≤ ۲۴	±۳	±۶
۲۴< L ≤ ۳۶	±۴	±۱۰
۳۶< L ≤ ۶۰	—	±۲۰

۱-۲-٦-۲- انحراف مجاز خارج از گونیا بودن مقطع برش

برش مقطع ریل باید در جهت قائم و افقی گونیا باشد. انحراف برش از وضعیت قائم باید با جدول (۱-۳) مطابقت داشته باشد:

جدول ۱-۳- انحراف مجاز از گونیا بودن

انحراف	بعد (میلیمتر)	رواداری (میلیمتر)
انحراف مقطع برش از وضعیت قائم	H <۱۸۰ ۱۸۰ ≤ H < ۱۹۰ ۱۹۰ ≤ H	±۰/۶ ±۰/۷ ±۰/۸
انحراف مقطع برش از وضعیت افقی	L <۱۵۰ ۱۵۰ ≤ L < ۱۶۰ ۱۶۰ ≤ L < ۱۷۰ ۱۷۰ ≤ L	±۰/۵ ±۰/۶ ±۰/۷ ±۰/۸

۱-۲-٦-۳- قطر سوراخها

رواداری مجاز برای قطر سوراخ باید مطابق جدول (۱-۴) باشد:

جدول ۱-٤- رواداری مجاز برای قطر سوراخهای صفحه اتصالی (درزبند)

بعد	رواداری (میلیمتر)
۳۰ < قطر	± ۰/۷
۳۰ ≤ قطر	± ۰/۵

۱-۲-٦-٤- موقعیت مرکز سوراخ

رواداری موقعیت مرکز سوراخها نسبت به انتهای ریل و کف پای ریل باید مطابق جدول (۱-۵) باشد:

جدول ۱-۵- رواداری موقعیت مرکز سوراخها(میلیمتر)

۳۰ < قطر	± ۰/۷
۳۰ ≤ قطر	± ۰/۵

در موارد اختلاف،باید قطرها و موقعیت سوراخهای درزبندی با شابلونهای مشخص شده در پیوست (۱- ب) کنترل شود.

۱-۲-٦-۵- راست بودن ریل

راست بودن هر یک از دو انتهای ریل باید با یک خط کش ۱/۵ متری مطابق با پیوست (۱- ب) کنترل شود.

الف - در صفحه قائم

در صورتیکه انحراف موجب بالا آمدن و یا پایین رفتن انتهای ریل گردد، حداکثر بالا آمدگی و یا پایین رفتگی مجاز ۰/۷ میلیمتر است.

شکل ۱-۱- راست بودن ریل در صفحه قائم

ب - در صفحه افقی

حداکثر انحراف مجاز در صفحه افقی ۰/۷ میلیمتر است.

شکل ۱-۲- راست بودن ریل در صفحه افقی

در کلیه موارد، حداکثر انحراف تا حد ممکن باید در دورترین موقعیت از دو انتهای ریل باشد و نباید در محلی نزدیکتر از ۵۰ سانتی‌متری انتهای ریل باشد. در بین دو انتهای ریل، راست بودن ریل بوسیله بازرسی با چشم غیر مسلح یا هر وسیله دیگری که در موافقتنامه بین خریدار و تولیدکننده مشخص شده باشد، صورت می‌گیرد. برای خطوط جوشکاری شده، رواداریهای راست بودن ریل با توافق خریدار و تولید کننده تعیین می‌گردد. اگر میزان انحراف ریلها بیش از موارد بالا باشد، می‌توان با استفاده از ماشین پرس آنها را صاف کرد. پس از انجام عملیات فوق، راست بودن ریلها باید مجددا کنترل شود. مقدار پیچش انتهای ریل نباید بیشتر از ۰/۴ میلیمتر در متر باشد. انتخاب روش اندازه‌گیری منوط به تائید از سوی خریدار است.

۱-۲-۶-۶- وزن

وزن طبیعی قابل قبول ریل بر مبنای وزن مخصوص فولاد که $7/85\ gr/cm^3$ است، تعیین می‌شود. محاسبه وزن ریلها در هر نوبت از تولید بوسیله ضرب کردن طول این ریلها در میانگین وزن واحد طول انجام می‌گیرد. این میانگین از وزن کردن ۲۰ ریل که نصف آنها توسط بازرس خریدار و نصف دیگر توسط تولید کننده انتخاب شده‌اند به دست می‌آید. البته میانگین مزبور را می‌توان با توجه به توافق طرفین از هر روش دیگری به دست آورد. وزنی که به این ترتیب محاسبه شده است نباید بیش از ۲ درصد کم‌تر از وزن طبیعی باشد. ریلهای دارای وزن کمتر از این محدوده نباید پذیرفته شود. بیشتر از این محدوده نیز، هرگونه وزن اضافی بیش از ۱ درصد نباید در تعیین قیمت به حساب آورده شود.

۱-۳- نظارت و شرایط پذیرش

۱-۳-۱- نظارت

به نماینده خریدار باید اختیار داده شود تا بتواند در تمام مواقع بر روش تولید، نظارت داشته باشد. همچنین به نماینده خریدار باید اختیار داده شود که برای اطمینان از انجام و صحت کلیه آزمایش‌ها و تطبیق شرایط تولید با موارد توافق شده و مندرج در سفارش، کلیه کنترلهای لازم را انجام داده و در صورت لزوم اقدامات بعدی و تکمیلی را درخواست کند.

تولید کننده باید برای انجام نظارت مورد نظر طرفین، شرایط لازم و کافی را ایجاد کند و علاوه بر این، نظارت باید به گونه‌ای انجام پذیرد که در نحوه تولید دخالتی صورت نگرفته و در روند عادی کار اختلالی بوجود نیاورد. تولید کننده باید ۵ روز زودتر خریدار را از برنامه نورد مطلع سازد. اگر تولید برای خریداری انجام شود که متعلق به کشور تولید کننده نیست، این مدت باید به ۱۵ روز افزایش یابد.

۱-۳-۲- شرایط پذیرش

در مورد ریلهایی که از شمش تکباری نورد می‌شوند، خریدار (یا نماینده او) باید قبل از نورد با توجه به تعداد آزمایش‌ها که قبلا مورد موافقت قرار گرفته است، شمشهای مربوط به آزمایش‌های پذیرش را تعیین کند. این نمونه‌ها جمع‌آوری و بر اساس شماره ذوب گروه‌بندی شده و تا تکمیل و پذیرش آزمایش‌ها، ریل تولیدی مربوط به ذوبهای مذکور در دسترس نماینده خریدار قرار می‌گیرد.

در نورد محصولات ریخته‌گری مداوم، لازم است تولیدکننده، خریدار (یا نماینده او) را از موقعیت برداشت نمونه‌های مورد آزمایش از ذوب یا شاخه ریخته‌گری آگاه نماید. عملیات مذکور باید به گونه‌ای انجام شود که اختلالی در فرآیند عادی تولید ایجاد نکند. در مواردی که محصول یک ذوب، به صورت چند قسمت مجزا نورد می‌شود، به شرط توافق بین تولید کننده و خریدار می توان آزمایش‌های انجام گرفته بر روی نمونه‌های اولین قسمت نورد شده را برای بقیه قسمتها معتبر دانست.

۱-۳-۳- نوع آزمایشها

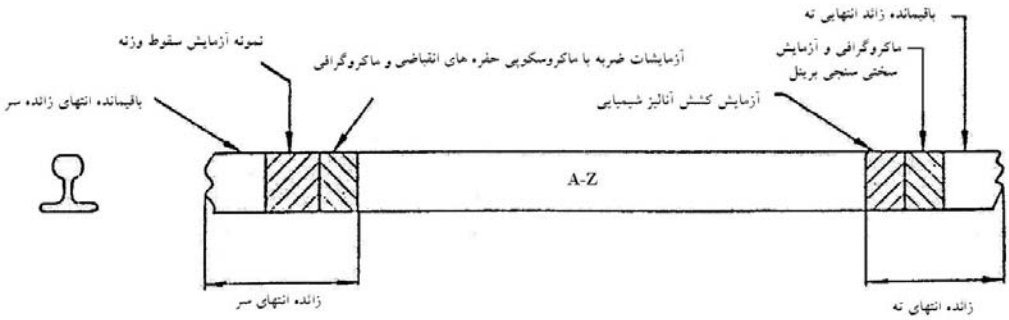
بجز بازرسی‌های مربوط به عیوب سطحی و داخلی، باید کیفیت ریلها نیز توسط تجزیه شیمیایی و آزمایشهای دیگری به شرح زیر تعیین شود:

– آزمایش سقوط وزنه بر روی نمونه‌های گرفته شده از سر ریل: در مورد ریلهای نورد شده از فولاد ریخته‌گری مداوم، این آزمایش فقط در صورت درخواست خریدار انجام می‌شود.

– آزمایش کشش در مورد ریلهای تولید شده از شمشهای تکباری باید بر روی نمونه انتخابی از انتهای آخرین ریل نورد شده، مطابق شکل (۱–۳) انجام گردد، مگر آنکه در توافقنامه مطلب دیگری قید شده باشد. در مورد ریلهای نورد شده از فولاد ریخته‌گری مداوم، این آزمایش فقط در صورت درخواست خریدار انجام خواهد شد.

– آزمایش‌های ماکروسکپی: بر روی مقاطع گرفته شده از ته ریل انجام می‌گیرد.

– آزمایش سختی برینل: صرفا برای اطلاع صورت می‌گیرد. ولی این آزمایش در مورد ریلهای عملیات حرارتی شده اجباری است.



شکل ۱-۳- موقعیت نمونه‌ها

در مورد ریلهای تولید شده به روش ریخته‌گری چندمرحله‌ای، انتخاب محل نمونه برداری در ذوب یا شاخه ریخته‌گری به اختیار تولید کننده است. موقعیت برداشت نمونه‌های آزمایشی می‌تواند با توافق بین تولید کننده و خریدار نیز تعیین گردد. در هر صورت محل انتخاب نمونه باید به اطلاع خریدار برسد. نمونه‌های آزمایش اولیه و مجدد در مورد ریلهای تولید شده به روش ریخته‌گری چندمرحله‌ای نبایستی از منطقه ناپایدار یا میان دو ذوبی انتخاب شود. آزمایش در صورتی در مناطق ذکر شده انجام می‌شود که بخشی یا تمام ریختگی مجاور آن با مشخصات مربوطه مطابقت نداشته و یا اطلاعات تکمیلی (در صورتی که خریدار درخواست کرده باشد.)، نیاز باشد.

۱-۳-٤- نمونه‌های آزمایش

نمونه های انتخاب شده مطابق با بندهای (۱–۳–۲) و (۱–۳–۳) باید تحت نظارت نماینده خریدار علامت گذاری و مهرزنی گردد. اگر در هنگام تهیه نمونه‌های آزمایش هر علامت یا مهری از بین برود، باید با نمونه‌های جدید، تحت نظارت نماینده خریدار تعویض شود. نمونه‌های آزمایشی باید در حالت سرد ماشین‌کاری شود و نباید در معرض هیچگونه عملیات چکش‌کاری یا تغییر شکل

سرد یا سخت‌کاری و یا نرم‌کاری قرار گیرد. موقعیت های مناسب نمونه‌برداری برای آزمایش‌های مختلف در شمشهای تکباری نورد شده در شکل (۱-۳) نشان داده شده است.

۱-۳-۵- ترکیب شیمیایی

۱-۳-۵-۱- نوع آزمایش ها

نتایج تجزیه شیمیایی انجام شده به وسیله آزمایشگاه تولید کننده بر روی هر ذوب باید به بازرس خریدار ابلاغ گردد، تا او بتواند درصد عناصر را با مقادیر مندرج در جدول (۱-۶) مطابقت دهد. بازرس باید بتواند در مواقعی که لازم می‌داند و به هنگام انجام آزمایش تعیین ترکیب شیمیایی، در محل مربوطه حضور یابد. اگر خریدار انجام آزمایش‌های کنترلی را لازم بداند، نمونه‌های مورد نیاز از فولاد مذاب، باید تحت نظارت بازرس خریدار از ذوبهای انتخاب شده توسط او، برداشته شود. نمونه‌ها باید با کلیه اطلاعات و نشانه‌های لازم برای شناسائی، بدون هیچگونه تاخیر به آزمایشگاه دیگری در کشور تولید کننده ریل و یا اگر در قرارداد قید شده باشد، به آزمایشگاهی که مورد توافق طرفین باشد، ارسال گردد.

۱-۳-۵-۲- گسترهٔ آزمایش

تولید کننده باید گواهینامه‌ای تهیه کرده و درصد وزنی عناصر در نمونه‌های مربوط به هر ذوب مورد آزمایش را در آن درج نماید. عناصر اصلی اندازه‌گیری شامل کربن، منگنز، سیلیسیم، فسفر و گوگرد و عناصر اضافی دیگر مانند مولیبدنیم، کرم، وانادیوم و نئوبیم است. اندازه‌گیری و درج نتایج مربوط به عناصر اضافی باید با توافق طرفین انجام شود.

تعداد نمونه‌های برداشتی از فولاد مذاب، یک نمونه به ازای ذوبهای کوچکتر یا مساوی۱۵۰ تن و برای ذوبهای بیش از ۱۵۰ تن، دو نمونه یکی از ابتدا و یکی از انتهای ذوب در حال ریختن است. در صورت توافق بین تولید کننده و خریدار، دو نمونه می تواند به یک نمونه کاهش یابد. خریدار در مواقعی که لازم بداند، حق دارد ترکیب شیمیایی را در مورد ذوبهای کمتر یا مساوی ۱۵۰ تن، یک نمونه به ازای هر ۱۰ ذوب و برای ذوبهای بیش از ۱۵۰ تن، یک نمونه برای هر ۲۰ ذوب کنترل نماید.

۱-۳-۵-۳- آزمایش‌های مجدد

هرگاه پس از کنترل، مشخص گردد که نتیجه تجزیه شیمیایی انجام شده با موارد مشخص شده در جدول شماره (۱-۶) مغایرت دارد، دو نمونه جدید باید در یک آزمایشگاه معتبر که مورد تائید تولید کننده و خریدار باشد، مورد آزمایش قرار گیرد. این آزمایش ها باید بر روی دو سطح مقطع کاملی که از سر دو شاخه ریل متفاوت تولید شده از یک ذوب یا قسمتی از ذوب که نمونه آزمایش کنترلی از آن تهیه شده است، صورت گیرد. اگر نتایج تجزیه شیمیایی دو نمونه اخیر با اعداد مندرج در جدول شماره (۱-۶) مطابقت داشته باشد، ریلهای تولید شده از ذوب مذکور و یا قسمتی از آن ذوب مورد قبول خواهد بود. در صورت مغایرت، ذوب یا قسمتی از ذوب مردود شناخته می‌شود. علاوه بر این، خریدار حق دارد آزمایش های کنترلی جدیدی بر روی نمونه‌های برداشتی از ذوب یا قسمتی از ذوب مردود شده انجام دهد. اگر نتایج این آزمایش ها با موارد مشخص شده مطابقت داشته باشد، ذوب‌های مربوطه

پذیرفته خواهد شد، در غیر اینصورت موارد مشروحه در پاراگراف فوق کاربرد دارد. در مورد ریخته‌گری مداوم متوالی، اگر ذوبی با شرایط مشخص شده در این بخش مغایرت داشته باشد، منطقه ناپایدار میانی یا میان دو ذوبی محصول در انتهای ذوب قبلی، باید مردود اعلام گردیده یا تحت آزمایش مجدد قرار گیرد.

۱-۳-۵-٤- نتایج بدست آمده

درصد وزنی عناصر در فولاد مذاب و محصول نوردی باید با مقادیر مندرج در جدول شماره (۱-۶) مطابقت داشته باشد.

جدول ۱-٦- ترکیب شیمیایی بر حسب درصد وزنی

نوع فولاد	کربن	منگنز	سیلیسیم	کروم	فسفر حداکثر	گوگرد حداکثر	استحکام کششی (N/mm^2)	درصد ازدیاد طول نسبی (حداقل)
۷۰	۰/۴-۰/۶	۰/۸-۱/۲۵	۰/۰۵-۰/۳۵	—	۰/۰۵۵	۰/۰۵	۶۸۰-۸۳۰	۱۴
۹۰A	۰/۶-۰/۸	۰/۸-۱/۳	۰/۱-۰/۵	—	۰/۰۴۵	۰/۰۵	حداقل ۸۸۰	۱۰
۹۰B	۰/۵۵-۰/۷۵	۱/۳-۱/۷	۰/۱-۰/۵	—	۰/۰۴۵	۰/۰۵	حداقل ۸۸۰	۱۰
۱۱۰	۰/۶۰-۰/۸۲	۰/۸-۱/۳	۰/۳-۰/۹	۰/۸-۱/۳	۰/۰۳	۰/۰۳	حداقل ۱۰۸۰	۹

مقادیر ترکیب شیمیایی مندرج در جدول، در صورت توافق بین خریدار و تولید کننده (به هنگام سفارش) می‌تواند به مقدار جزئی تعدیل یابد، مشروط بر آنکه حداقل خواص مکانیکی مقاطع ریل سفارش شده تضمین گردد. این موضوع ممکن است به فرآیند تولید نیز بستگی داشته باشد. طبق توافق بین مصرف کننده و تولید کننده می‌توان عناصر دیگری نیز در جدول پیش‌بینی کرد.

در مورد درصد فسفر موجود در محصول، می‌توان تلرانسی درحد ۰/۰۱+ درصد نسبت به مقادیر داده شده در جدول را منظور نمود. برای مقایسه نتایج درصد ازدیاد طول نسبی (در مورد فولاد نوع ۹۰ و ۱۱۰) با مقادیر داده شده در جدول، می‌توان آزمایش مربوطه را بر روی نمونه آزمایشی انجام داد که پس از تهیه، حداکثر به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد نگهداشته شده باشد. در صورت اعمال شرایط دیگر بر روی نمونه آزمایش (مانند نگهداشتن نمونه آزمایش به مدت ۲۴ یا ۴۸ ساعت در دمای محیط) مقادیر قابل قبول درصد ازدیاد طول نسبی باید بر اساس توافق بین تولید کننده و خریدار تعیین گردد. در هر حال، مقادیر ارائه شده برای درصد ازدیاد طول نسبی، هنگامی که شرایط نمونه‌برداری و آزمایش با آنچه که در این بخش تعیین شده است مغایر باشد، ممکن است که با توافق خریدار و تولید کننده تغییر یابد.

۱-۳-٦- آزمایش سقوط وزنه

۱-۳-٦-۱- شرح آزمایش

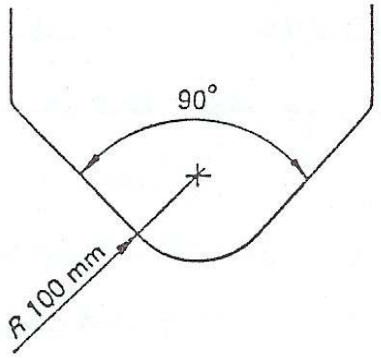
این آزمایش به صورت تک ضربه صورت می‌گیرد و ارتفاع سقوط (برحسب متر)، جرم واحد طول ریل M_t (برحسب کیلوگرم بر متر) و جرم وزنه سقوط کننده M_m (برحسب کیلوگرم) و براساس رابطه (۲-۱) تغییر می‌کند.

$$H.M_m = 150M_t \qquad (۱-۱)$$

این آزمایش باید در دمای محیط انجام گرفته ولی دما در هر حال باید بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد. این آزمایش بر روی نمونه‌ای نسبتا کوتاه و بدون شکاف به وسیله سقوط وزنه هدایت شده‌ای به شرح زیر صورت می‌گیرد:

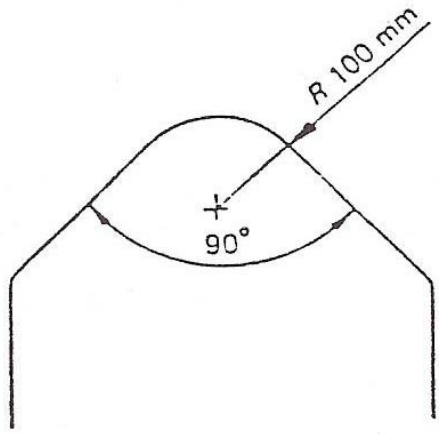
- جرم وزنه سقوط: حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم. این جرم ممکن است بر طبق رابطه شماره (۱-۱) متغیر باشد.
- ارتفاع سقوط: از سطح بالای قارچ ریل اندازه‌گیری شده و برطبق رابطه شماره (۱-۱) متغیر است.
- نمونه آزمایش: حداقل طول ۱۳۰۰ میلیمتر، پایه آن آزادانه روی دو تکیه گاه قرار می‌گیرد.
- فاصله بین تکیه گاهها: فاصله مرکز تا مرکز تکیه‌گاهها، ۱۰۰۰ میلیمتر.

راهنماهای وزنه باید صلب، قائم و کاملا مستقیم بوده و به گونه‌ای ساخته شده باشند که اطمینان حاصل گردد اصطکاک در مدت سقوط وزنه به حداقل ممکن کاهش می‌یابد. وزنه سقوط کننده باید از نظر جرم و شکل نسبت به صفحه راهنما متقارن بوده و مرکز ثقل آن باید در این صفحه راهنما در پایین‌ترین حد ممکن قرار گرفته و همچنین باید بین دو راهنما در مرکز قرار گیرد. دنده آزاد کننده نباید در حین به حرکت در آوردن وزنه هیچگونه حرکت جانبی در آن ایجاد نماید. سطح برخورد وزنه باید منحنی شکل و قسمتی از یک استوانه باشد که محور آن افقی و در صفحه راهنما قرار داشته باشد و شکل آن باید مطابق با شکل شماره (۱-۴) باشد.



شکل ۱-٤- شمای سطح برخوردکننده وزنه

جرم سندان فلزی نباید کمتر از ۱۰۰۰۰ کیلوگرم بوده و پایه‌های نگهدارنده آن باید به اندازه کافی محکم باشد. تکیه‌گاههایی که برای نگهداری نمونه مورد آزمایش طراحی شده‌اند، باید کاملا محکم بر روی سندان نصب گردند (مطابق شکل شماره (۱-۵)).



شکل ۱-۵- شمای تکیه‌گاهها

سطح برخورد وزنه و قسمت بالایی تکیه‌گاهها باید به محض مشاهده تغییر شکل در آنها تصحیح و یا تعویض گردد.

۱-۳-٦-۲- تعداد آزمایش

در هر ذوب، یک آزمایش سقوط وزنه بر روی نمونه‌های برداشته شده، انجام می‌گیرد. آزمایش‌ها می‌تواند براساس توافق بین تولید کننده و خریدار به تعداد حداکثر یک نمونه به ازای هر ۵۰ تن از شمش‌ها و شاخه‌های ریخته‌گری متفاوت، افزایش یابد.

۱-۳-٦-۳- نتایج بدست آمده

پس از انجام آزمایش سقوط وزنه، نباید هیچگونه شکستگی و یا ترکی بر روی نمونه مورد آزمایش در فاصله دو تکیه‌گاه مشاهده شود. میزان خیز (تغییر شکل خمشی) حاصله را می توان برای اطلاع یادداشت کرد.

۱-۳-٦-٤- آزمایش‌های مجدد

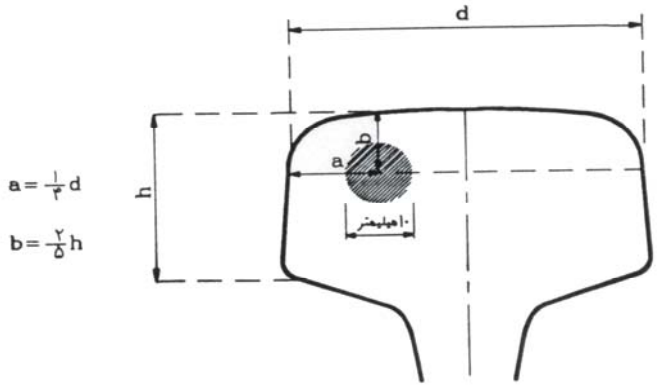
اگر آزمایش سقوط وزنه نتیجه رضایت بخشی ندهد، مواردی که در فیش UIC ۸۶۰ ذکر شده اند، ملاک عمل خواهند بود. اگر تولید کننده قابلیت دسترسی به تجهیزات لازم برای انجام آزمایش سقوط وزنه را تحت شرایط مشخص شده در این استاندارد نداشته باشد، آزمایش را می‌توان با آزمایش سقوط وزنه دیگری متناسب برای تجهیزات او جایگزین نمود و این شرایط باید مورد توافق خریدار نیز قرار گیرد.

۱-۳-۷- آزمایش کشش

آزمایش کشش را می‌توان برای ریلهای تولید شده به روش ریخته‌گری چند مرحله ای در صورت توافق بین تولید کننده و خریدار انجام نداد، مشروط بر اینکه رابطه‌ای بین ترکیب شیمیائی و خواص مکانیکی برای حداقل ۱۰۰۰ ذوب برقرار باشد.

۱-۳-۷-۱- شرح آزمایش‌ها

نمونه آزمایش کشش باید در حالت سرد بریده شده و مطابق با شکل (۱-۶)، مرکز نمونه کشش در نقطه ۰ به فاصله ۰/۲۵ از عرض و به ارتفاع ۰/۴ ارتفاع ریل، از تاج ریل قرار داشته باشد. نمونه‌های مورد آزمایش باید به شکل استوانه و به قطر ۱۰ میلیمتر (با سطح مقطع ۷۸/۵ میلیمتر مربع) باشند. طول موثر (طول مقیاس) نمونه ۵۰ میلیمتر و طول کل نمونه ها باید بین ۶۰ تا ۷۰ میلیمتر قرارداشته باشد.



شکل ۱-٦- موقعیت نمونه‌های آزمایش کشش

آزمایش کشش باید بر اساس استاندارد ISO۶۸۹۲ انجام شود. در آزمایش کشش باید موارد زیر برای هر نمونه آزمایش یادداشت گردد:

- استحکام کششی
- درصد ازدیاد طول پس از گسیختگی

۱-۳-۷-۲- تعداد آزمایش

برای ذوبهای کوچکتر یا مساوی ۱۵۰ تن یک آزمایش به ازای هر ذوب و برای ذوبهای بیش از ۱۵۰ تن، باید دو آزمایش به ازای هر ذوب انجام شود. تعداد این دو آزمایش را می‌توان براساس توافق بین خریدار و تولید کننده به یک آزمایش تقلیل داد.

۱-۳-۷-۳- نتایج بدست آمده

نتایج بدست آمده بایستی با مقادیر مندرج درجدول شماره (۱-۶) مطابقت داشته باشد.

۱-۳-۷-٤- آزمایش‌های مجدد

اگر آزمایش کشش نمونه‌ها نتایج رضایت‌بخش ندهد، مواردی که در فیش UIC ۸۶۰ آورده شده است، ملاک عمل خواهد بود. هنگامی که یک و یا هر دو آزمایش مجدد نتایج رضایت بخشی نداشته باشند، علل عدم مطابقت آزمایش‌ها می‌تواند توسط تولید

کننده مورد بررسی قرار گیرد، هر گاه علت مذکور با رضایت خریدار و یا نماینده وی پذیرفته شود، می‌توان آزمایش مجدد دیگری براساس توافق بین تولید کننده و خریدار برای پذیرش بقیه ریلها انجام داد.

۱-۳-۸- آزمایش ماکروسکپی

۱-۳-۸-۱- شرح آزمایش

آزمایش موارد زیر را شامل می‌شود:

الف) بازرسی با چشم غیرمسلح بر روی سطح مقطع تمیز بریده شده از انتهای سر ریل به منظور آشکار ساختن هر گونه فشردگی موجود در مقطع مذکور.

ب) بررسی تصاویر سولفوری (روش بومن) بر روی سطوح تمیز شده سر و ته ریل بر روی کاغذ عکاسی (برومیدی) یا POP که قبلاً به محلول اسید سولفوریک آغشته شده است.

مقاطعی که برای این آزمایش در نظر گرفته شده است باید براساس دستورالعمل بازرس در حالت سرد از انتهای سر و ته محصولات بریده شده و سپس یکی از سطوح این مقاطع برای بدست آوردن یک تصویر واضح بحد کافی تمیز شود.

در مورد ریخته‌گری چند مرحله ای، موقعیت محل برداشت نمونه از هر شاخه ریخته‌گری و فولاد مذاب به اختیار تولید کننده است، با وجود این موقعیت برداشت نمونه می‌تواند توسط خریدار و ضمن توافق با تولید کننده تعیین شود. در مورد ریخته‌گری مداوم متوالی، نمونه‌های اولیه و آزمایش مجدد نباید از مناطق ناپایدار یا میان دو ذوبی انتخاب گردد. آزمایشها فقط زمانی بر روی نمونه‌های برداشتی از این مناطق انجام می‌شود که تمام و یا قسمتی ازفولاد مذاب مجاور به علت عدم مطابقت با ضرورت‌های این بخش مردود اعلام شود.

۱-۳-۸-۲- تعداد آزمایش

در صورت نیاز به آزمایش‌های ماکروگرافی، تعداد آنها باید در هنگام سفارش خرید توسط خریدار مشخص گردد. این تعداد باید حداقل یک آزمایش از سر ریل برای هر ۵۰۰ تن ذوب و حداکثر دو آزمایش یکی از سر و دیگری از ته ریل برای هر ۱۰۰ تن ذوب باشد.

۱-۳-۸-۳- نتایج بدست آمده

در بررسی سطح مقطع تمیز شده نباید هیچگونه اثری از حباب‌های باز مشاهده گردد.

۱-۳-۸-٤- آزمایشهای مجدد

در صورتی که در سطح مقطع گرفته شده ترک یا حبابی مشاهده شود، باید آزمایش مجدد بر اساس مقررات مندرج در فیش UIC۸۶۹ صورت گیرد.

۱-۳-۹- آزمایش سختی‌سنجی

انجام آزمایش سختی سنجی در مورد ریلهای معمولی الزامی نیست. ولی در مورد ریلهای عملیات حرارتی شده اجباری است. درهرحال محدوده مقادیر سختی قابل قبول باید براساس توافق بین خریدار و تولید کننده تعیین و در قرارداد ذکر شود.

۱-۳-۹-۱- نوع آزمایش

اگر آزمایش سختی سنجی برینل لازم باشد، ساچمه باید بر روی سطح بالای قارچ ریل (سطح تاج نمونه برداشتی)، اثر بگذارد. آزمایش باید مطابق با استاندارد ISO۶۵۰۶ انجام پذیرد. شرایط آزمایش باید به شرح زیر باشد:

- قطر ساچمه: ۱۰ میلیمتر
- بار: ۳۰۰۰ کیلوگرم
- مدت زمان بارگذاری: ۱۵ ثانیه

۱-۳-۹-۲- تعداد آزمایشها

به ازای هر ذوب یک آزمایش سختی سنجی کافی است. این آزمایش می تواند بر روی نمونه مورد آزمایشی که از آن برای آزمایش‌های ماکروسکپی استفاده می شود نیز انجام گیرد.

۱-٤- سوزن

رعایت کلیه موارد مربوط به ریل، در مورد سوزنها نیز الزامی است. سایر موارد اضافی در این قسمت آورده است. مقادیر ابعاد و رواداری‌های مربوط به دو طرح معمول سوزن مورد استفاده در کشور در پیوست (۱- پ) آورده شده است. این مشخصات فنی در ۱۶ بند تهیه گردیده و بایستی در حین بستن قرارداد ضمیمه اسناد بوده و به تأیید سازنده نیز رسیده باشد.

۱- مدارک مربوط به نصب و مونتاژ سوزنهای مورد نظر می‌بایست بر مبنای عرض خط نرمال (۱۴۳۵ میلیمتر) تنظیم گردد.

۲- سرعت طراحی سوزنها در مسیر مستقیم ۱۶۰ Km/hr و در مسیر قوس ۵۰ Km/hr باشد.

۳- استاندارد مورد قبول ۸۰-۲۴۱۸۲- Gost بوده و گرید قطعات M۷۴ می باشد که در این بین ریلها و تیغه تماماً سختی سطحی شده و می‌بایست مقاطع تمامی آلات ریلی شامل ریلهای پهلویی، ریلهای میانی، ریلهای متعلق به تکه مرکزی و گارد، تیغه‌ها و غیره با فولاد گرید مشابه و توسط پروسه یکسان تولید شده باشد.

۴- تکه مرکزیهای منوبلوک باید از جنس فولاد پرمنگنز مطابق با آخرین استاندارد گوست مربوطه یا فیش UIC ۸۶۶ ساخته شود.

۵- صفحات زیر ریل باید از جنس فولاد نوردی یا چدن ریختگی همراه با پیچ و مهره پوشش‌دار و پابند و واشر فنری دوبل با پوشش مناسب باشد.

۶- قطعاتی نظیر پایه و وزنه باید به تعداد موضوع قرارداد پیش‌بینی و فراهم گردد.

۷- تیغه‌های سوزن و ریلهای پهلویی باید همراه با اسباب ضد خزش طراحی و تأمین گردد.

۸- کلیه قطعات مورد نظر بایستی طوری طراحی شود که سوزنهای مونتاژی قابلیت تبدیل از نوع مکانیکی به الکتریکی را دارا بوده و سیستم قفل و آلات مانوری باید از لحاظ الکتریکی ایزوله باشند.

۹- کلیه قطعات ریخته‌گری شده باید به دقت توسط سند بلاست تمیز شده و عاری از عیوبی چون مک، تخلخل سطحی، ترک، مک انقباضی، حفره، پوسته شدن، برآمدگی سطحی و سایر عیوبی که اثرات مخرب بر استفاده یا استحکام آنها دارند باشد، همچنین شکل ظاهری آنها بایستی تمیز بوه و فاقد هر گونه بی‌نظمی، زوائد، لبه‌های ریختگی و غیره باشد.

۱۰- تمام قطعات یدکی سوزنها باید مطابق با آخرین آیین‌نامه گوست یا دستورالعمل UIC همراه با مشخصات فنی، طراحی و تولید شود.

۱۱- تولیدکننده باید مجموعه اطلاعات کاملی از مشخصات فنی، نقشه‌ها و لیست قطعات، دستورالعمل‌ها و نقشه‌های نصب و بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری را همراه با تصویب خریدار، قبل از تولید ارائه نماید.

۱۲- اسناد مربوط به کنترل کیفیت خط تولید و مشخصات کنترلی در تمام قطعات و اجزاء سوزنها باید در بازرسی نهایی و قبل از ارسال محموله به ایران به نماینده خریدار تحویل گردد تا پس از بررسی مدارک، اقدامات بعدی صورت پذیرد.

۱۳- محموله‌های ارسالی باید دارای علائم و نشانه‌های زیر باشد:

شماره سریال محموله یا قطعات مربوطه، نشان مخصوص کارخانه یا شرکت سازنده، دو رقم آخر سال تولید، نوع ریل، زاویه و شعاع مربوطه، راست یا چپ بودن، علامت مشخصه برای نشان دادن مرکز ثقل بسته‌ها.

۱۴- بسته‌بندی سوزنها و قطعات متعلقه بایستی به نحوی باشد که در حین بارگیری و حمل و نقل، صدمه‌ای به آنها وارد نگردد.

۱۵- مطابق استاندارد UIC مربوطه برای هر یک از قطعات دو راهی نظیر زبانه‌ها، تکه مرکزی، ریلها و غیره اگر در دوره ضمانت، کیفیت خود را صرفنظر از سایش نرمال از دست بدهند و یا دارای عیوبی باشند که در هنگام بازرسی آنها مشخص نشده باشد، می‌بایست توسط پیمانکار بدون دریافت هر گونه وجهی جایگزین شوند.

۱۶- فروشنده می‌بایست به تعداد ۲۰ سری کولیس یا شابلون اندازه‌گیری سایش ادوات سوزن را به همراه دستورالعمل استفاده از آنها تهیه و پس از تأیید خریدار به خریدار تحویل نماید.

پیوست ۱- الف- نشانه‌گذاری

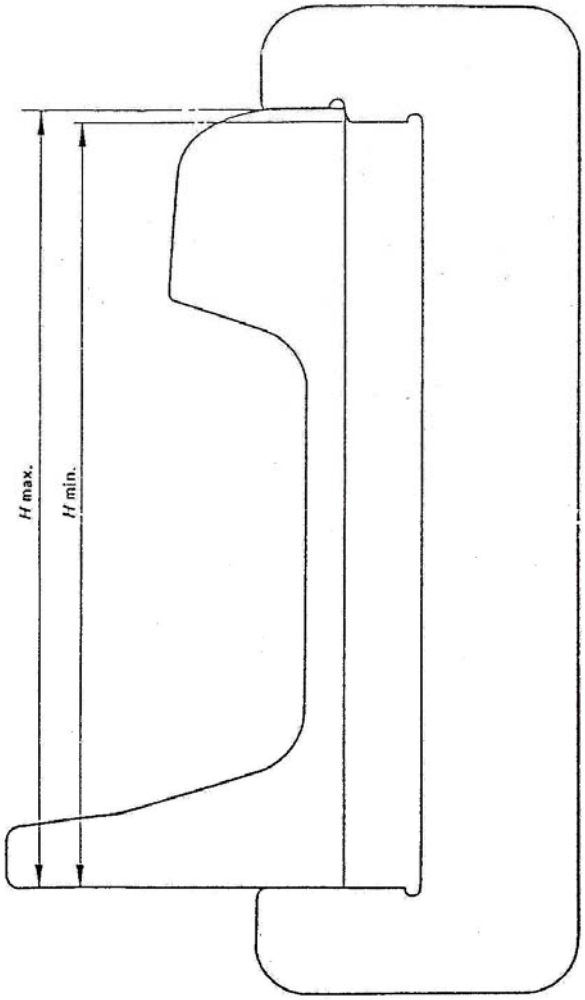
- نشانه‌های مربوط به فرآیند فولادسازی

فرآیند توماس	
فرآیند زیمنس مارتین بازي	
فرآیند قوس الکتریکي	
فرآیند تصفیه فولاد با دمش اکسیژن	

- نمادهای نوع فولاد

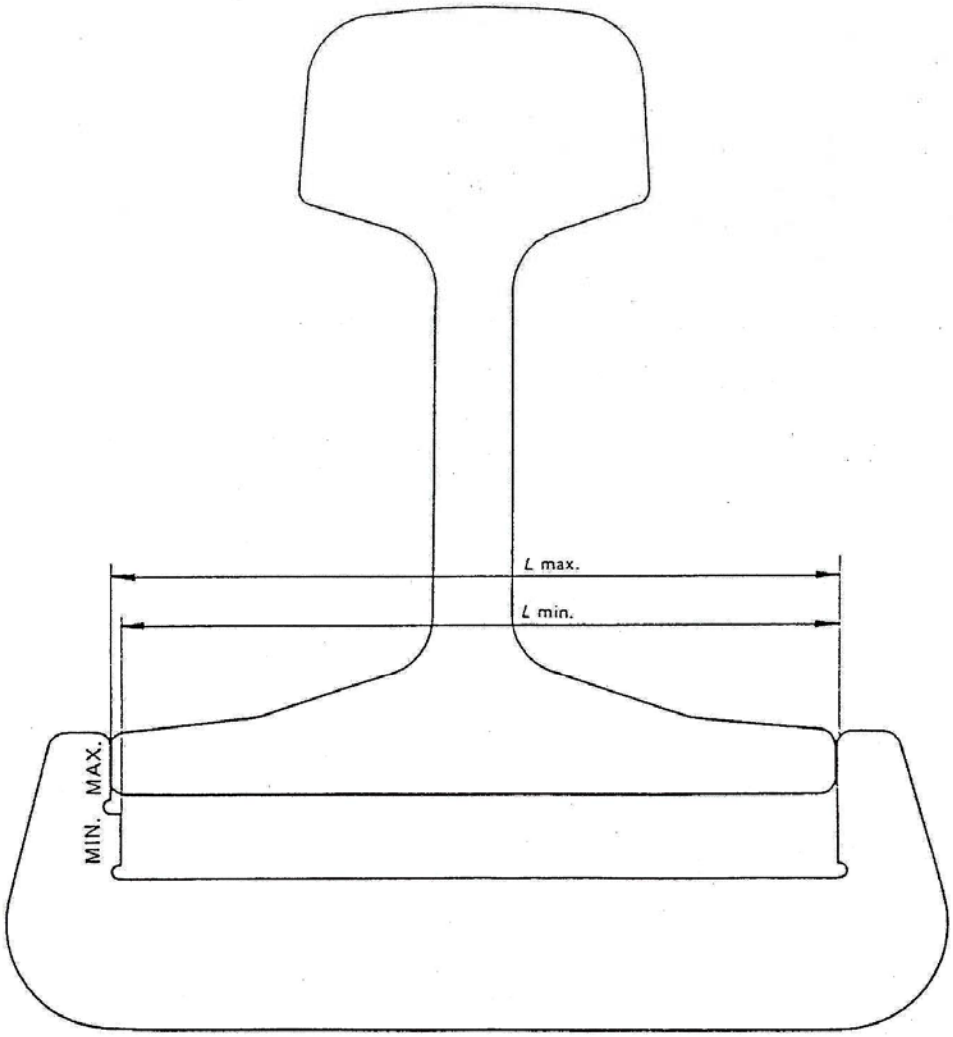
نود فولاد	نماد
نوع ۷۰	بدون نماد
نوع ۹۰A	
نوع ۹۰B	
نوع ۱۱۰	

پیوست ۱- ب - شابلونهای کنترل



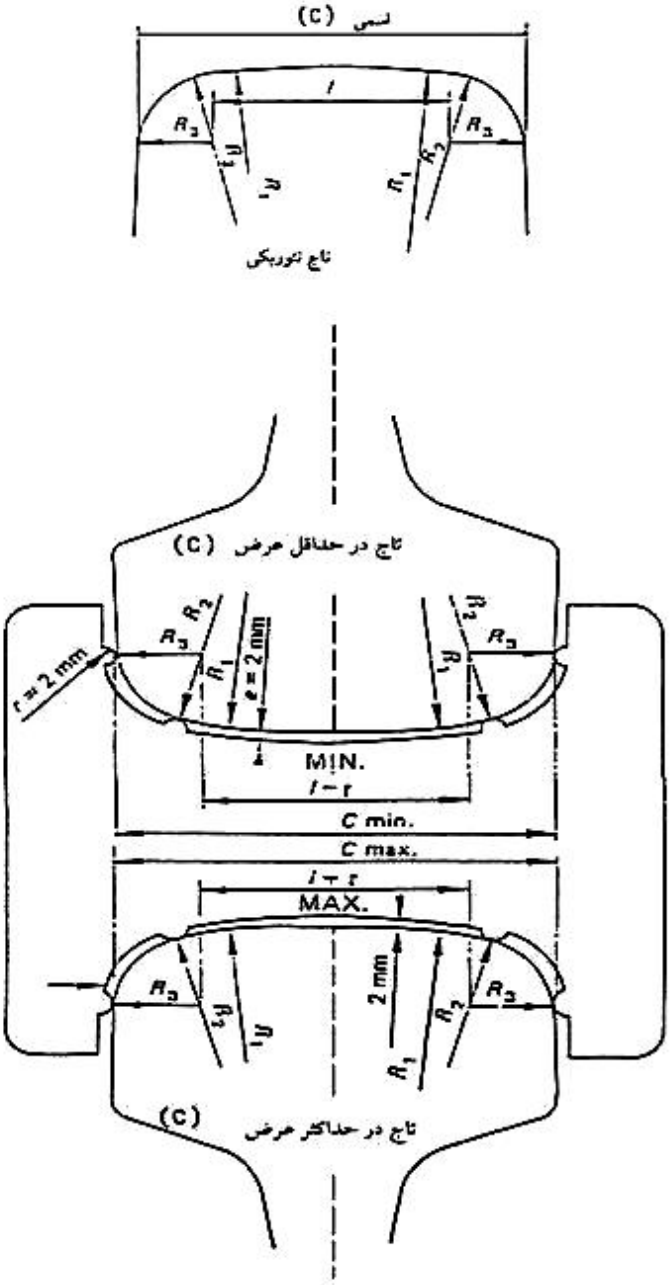
شکل ۱-۷- شابلون کنترلی برای ارتفاع ریل (H)

یادآوری: این شابلون باید از مواد مقاوم در برابر سایش ساخته شود.

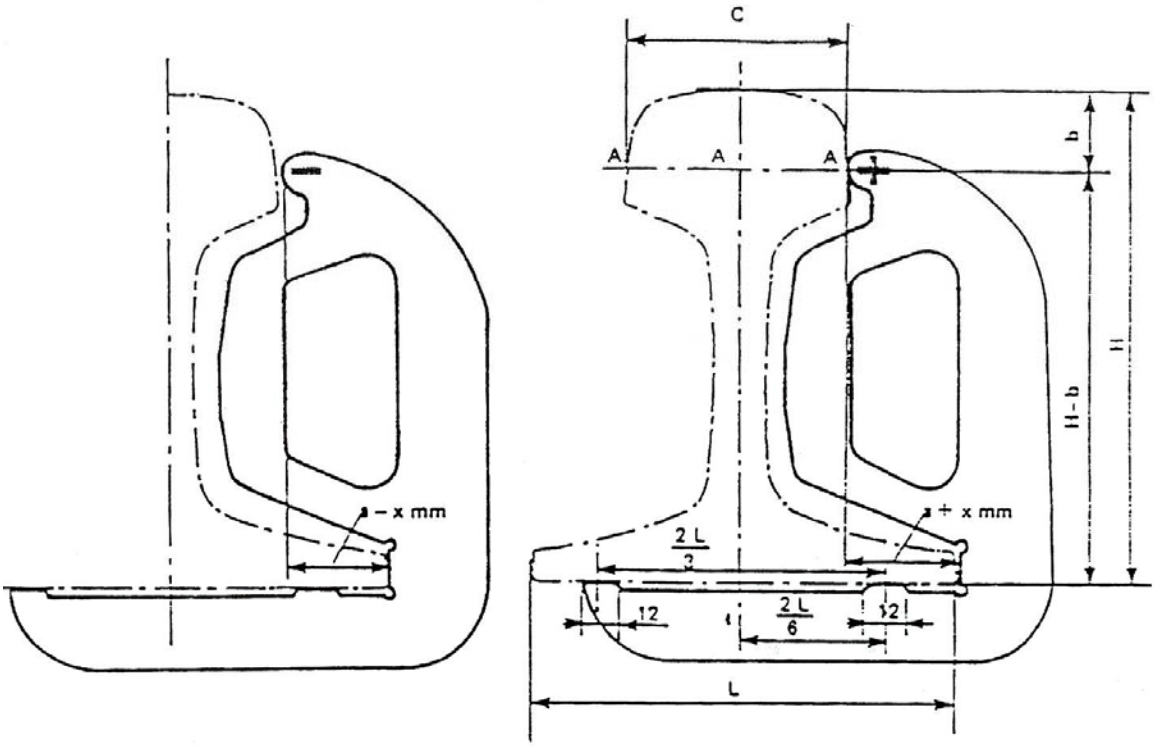


شکل ۱-۸- شابلون کنترل عرض پاشنه ریل

یادآوری: این شابلون باید از مواد مقاوم در برابر سایش ساخته شود.



شکل ۱-۹- شابلون کنترل عرض اسمی تاج ریل



شکل ۱-۱۰- شابلون کنترل تقارن هندسی ریل

– شابلون مثبت (+) که با سطح زیرین پاشنه ریل تماس داشته و از پهلو به یک طرف ریل فشار داده می‌شود.

– در حین کنترل نقطه مانع (+) باید با قارچ ریل تماس پیدا کند.

– شابلون منفی (–) که با سطح زیرین پاشنه ریل تماس داشته و از پهلو به یک طرف ریل فشار داده می‌شود.

– در حین کنترل نقطه مانع (–) نباید با قارچ ریل تماس یابد.

H: ارتفاع ریل

L: عرض کف پایة پاشنه ریل

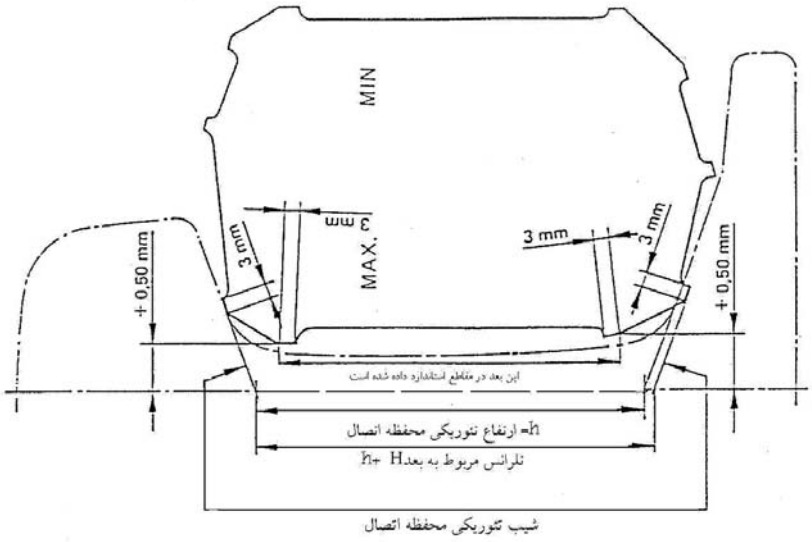
C: عرض اسمي تاج ریل

$$a = \frac{L - C}{2}$$

X: تقارن هندسي مربوط به مقطع ریل بر اساس جدول تلورانس ابعادي (جدول ۱)

b: فاصله از سر قارچ ریل تا گوشه پاييني شعاع تاج ریل (نقطه A)

براي طراحي شابلون مي‌توان H-b را به نزديكترين عدد آن بر حسب ميليمتر گرد نمود.



شکل ۱-۱۱- الف- شابلون کنترل شیب محفظه اتصالی(محل قرارگیری درزبند) و ارتفاع آن

برای کنترل ارتفاع محفظه اتصالی

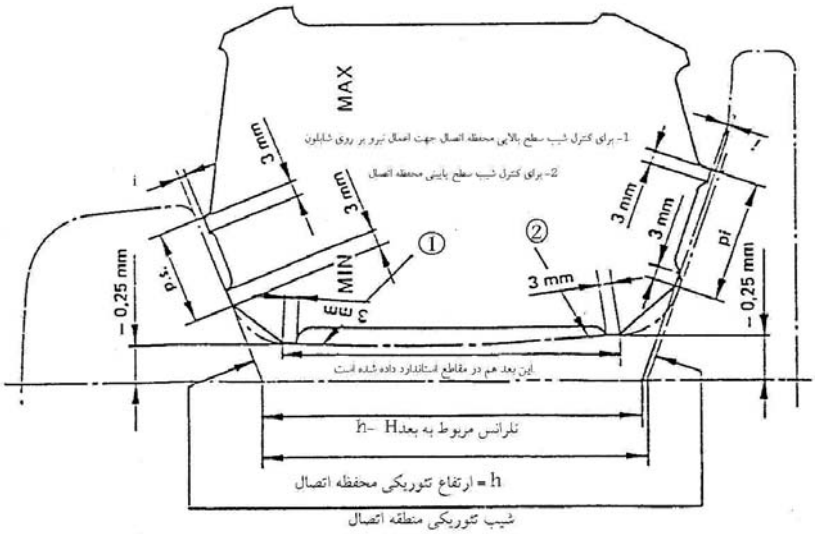
- فقط ممکن است که یک نقطه مانع از شابلون حداکثر با جان ریل تماس یابد.
- دو نقطه مانع از شابلون حداقل بایستی با جان ریل تماس داشته باشد.

p.s : سطح تئوریکی بالایی محفظه اتصال

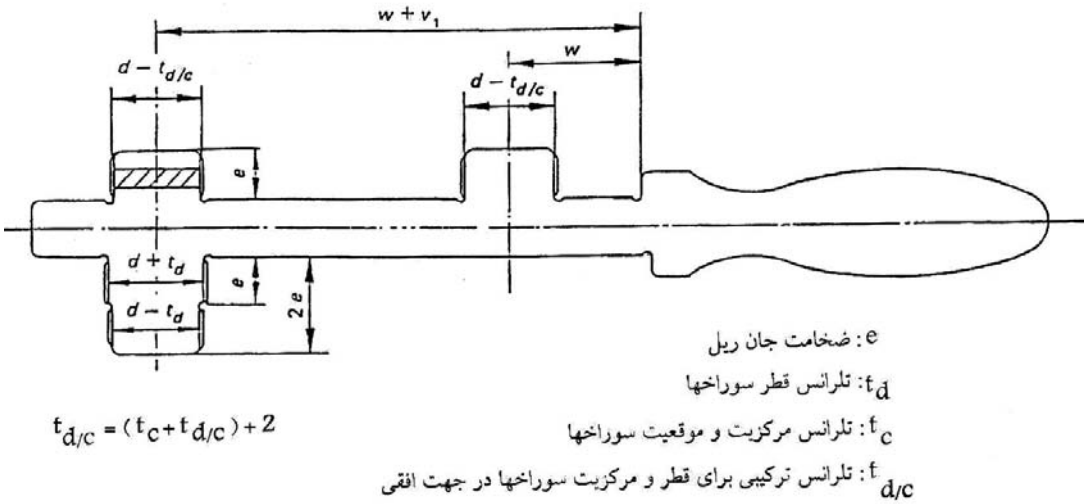
Pi : سطح تئوریکی پایینی محفظه اتصال

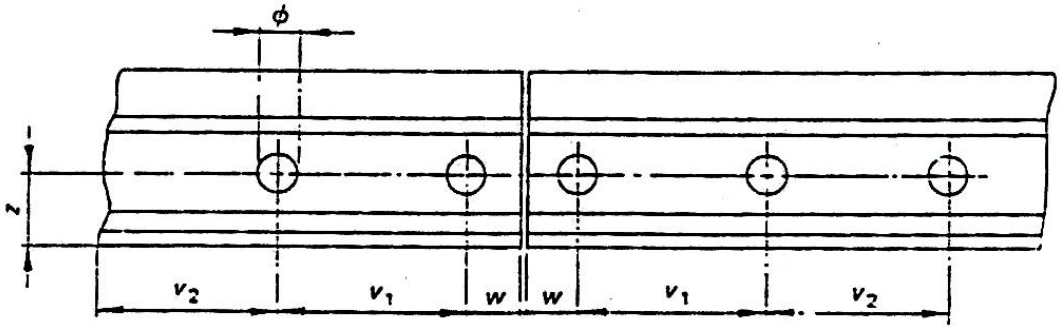
برای شیب پاشنه، مقدار i مربوط به سطح تئوریکی بالایی را در نظر بگیرید:

- روی شابلون : ۳/۶- ٪ سطح تئوریکی محفظه اتصال
- روی ریل همراه با شابلون : از صفر تا ۷/۲ ٪ سطح تئوریکی محفظه اتصال

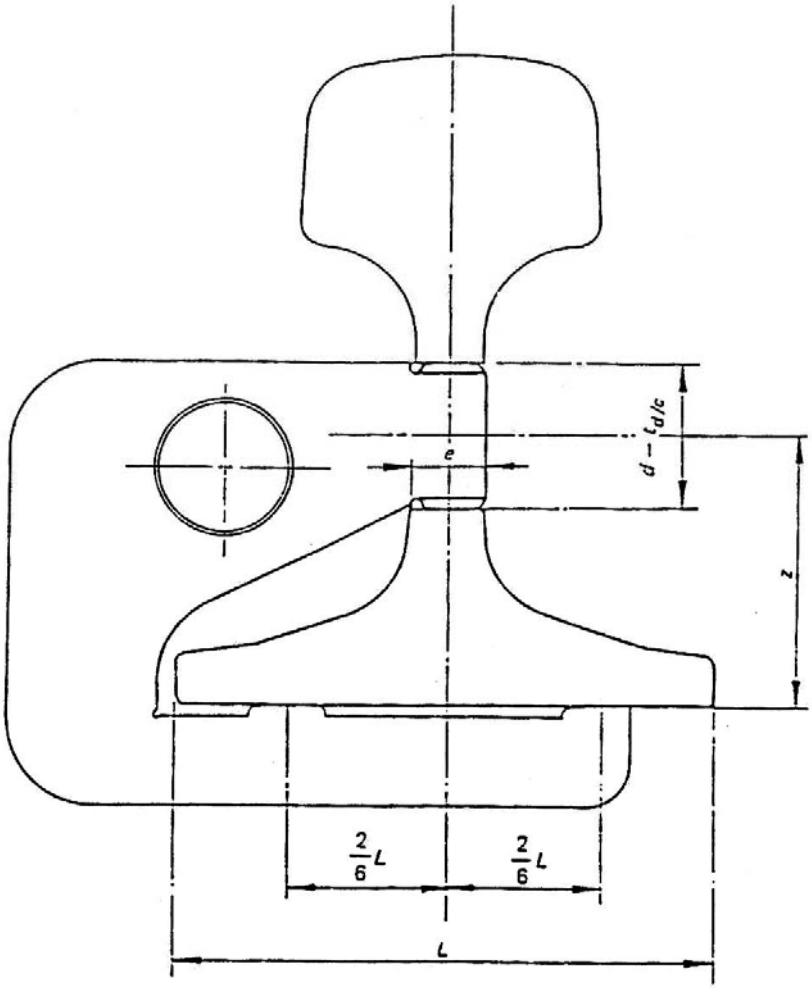


شکل ۱-۱۱-ب- شابلون کنترل شیب سطح محفظه اتصالی و ارتفاع آن





شکل ۱-۱۲- شابلون کنترل فواصل بین سوراخها و انتهای ریل و قطر سوراخها



شکل ۱-۱۳- شابلون کنترل فواصل بین سوراخها و کف به ریل

t: رواداری قطر سوراخ

e: ضخامت جان ریل

t_d: تلرانس قطر سوراخها

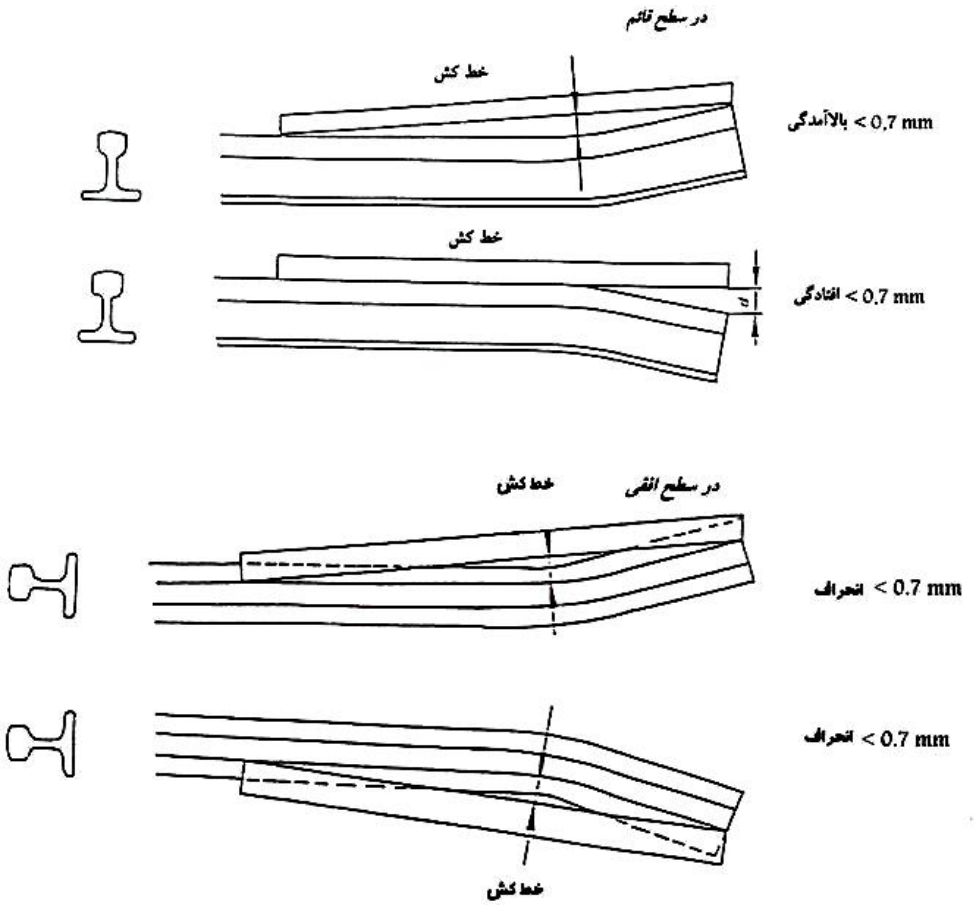
z: فاصله بین مرکز سوراخها و کف به ریل

t_c: تلرانس مرکزیت و موقیت سوراخها

d: قطر سوراخ

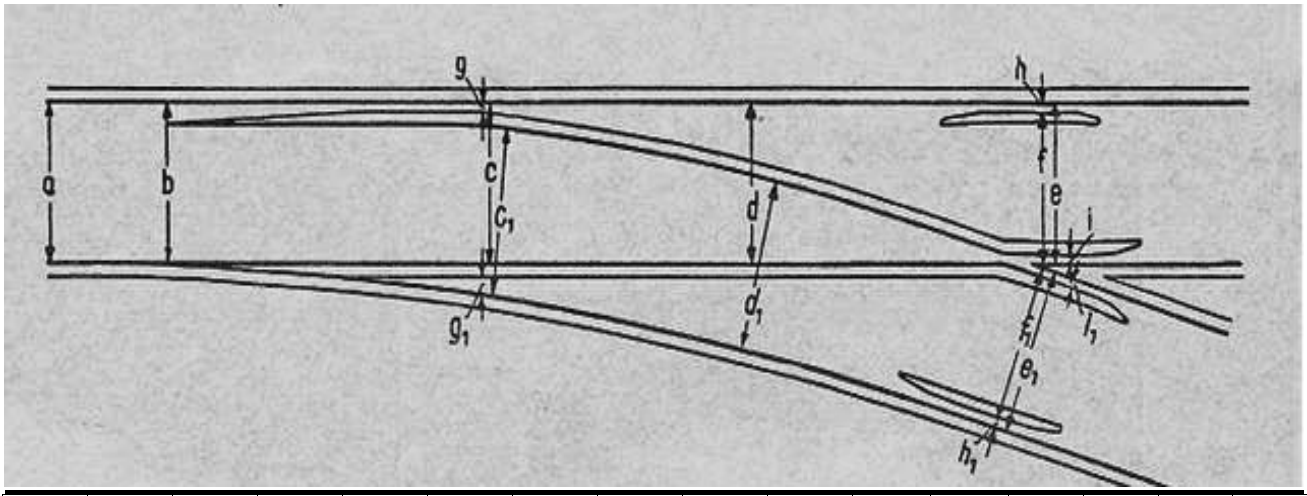
$t_{d/c} = (t_c + t_c) * 2$

$t_{d/c}$: تلرانس ترکیبی برای قطر سوراخها و مرکزیت سوراخها در جهت قائم



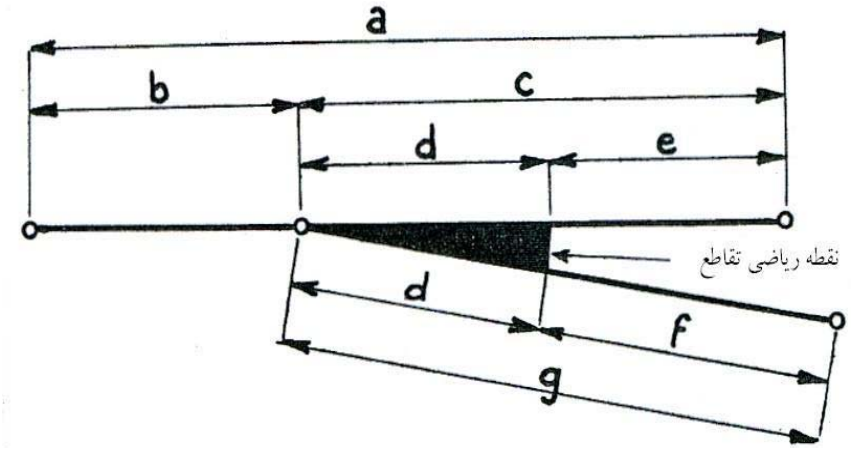
شکل ۱-۱٤- کنترل راست بودن دو انتهای ریل

پیوست ۱- پ- رواداری‌های سوزن



a	b	c	c1	d	d1	e	e1	f	f1	g	g1	h	h1	i	i1
۱۴۴۱	۱۴۴۵	۱۴۳۵	۱۴۴۱	۱۴۳۵	۱۴۴۱	۱۴۳۵	۱۴۳۵	۱۳۹۴	۱۳۹۴	۷۰/۷	۷۷/۶	۴۱	۴۱	۴۴	۴۴
+۱۰	+۱۰	+۱۰		+۱۰	+۱۵	+۸		+۴		+۱۰		+۴		+۴	
-۳	-۴	-۳		-۳	-۳	-۳		-۳		-۳		-۳		-۳	

شکل ۱-۱۵- رواداریهای سوزن ۱:۹ شعاع ۱۹۰



شکل۱-۱٦- طول ریلهای انشعاب ساده

جدول ۱-۷- اندازه گذاری ریلهای یک انشعاب الحاقی همسو

شیب	a	b	c	d	e	f	g
۱:۹	۲۸,۵۱۸	۹,۹۶۸	۱۸,۵۵۰	۱۲,۹۵۵	۵,۵۹۵	۶,۶۹۶	۱۹,۶۵۱
۱:۱۰	۳۰,۵۱۸	۹,۵۰۰	۲۱,۰۱۸	۱۴,۳۸۶	۶,۶۳۲	۷,۷۱۸	۲۲,۱۰۴
۱:۱۱	۳۰,۵۱۸	۹,۳۲۸	۲۱,۱۹۰	۱۵,۸۱۷	۵,۳۷۳	۶,۴۵۹	۲۲,۲۷۶
R300۱:۱۲	۳۳,۸۱۸	۱۱,۴۴۵	۲۲,۳۷۳	۱۷,۲۵۰	۵,۱۲۳	۶,۳۹۶	۲۳,۶۴۶
R800۱:۱۲	۴۸,۸۱۸	۱۹,۷۳۸	۲۹,۰۸۰	۱۷,۲۵۰	۱۱,۸۳۰	۸,۸۸۰	۲۶,۱۳۰
R800۱:۱۶,۶	۵۱,۸۱۸	۲۲,۰۷۱	۲۹,۷۴۷	۲۳,۸۶۵	۵,۸۸۲	۵,۸۸۲	۲۹,۷۴۷

فصل دوم

پابند فنری وسلو

۲-۱- کلیات

پابندها ادوات اتصال ریل به تراورس هستند و پابند فنری SKL۱ و SKL۱۴ نوعی پابند فنری است که برای رفع نقیصه صلب بودن خط و جذب ضربات وارده بر خط، طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرد. SKL۱ و SKL۱۴ علامات مشخصه‌ای هستند که طراح و تولیدکننده آن (شرکت وسلو آلمان)، برای این تیپها برگزیده است که مصطلح بوده و در راه‌آهن به همین نام خوانده می‌شود.

۲-۲- طبقه‌بندی

پابندهای فنری در انواع گوناگون و از سوی سازنده‌های مختلف، طراحی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند و از نظر شکل ظاهری با یکدیگر تفاوت دارند. در اینجا در خصوص مشخصات فنی پابند فنری SKL۱ و SKL۱۴ صحبت خواهد شد.

۲-۳- مشخصات

۲-۳-۱- ماده اولیه

فولادهای فنر ارائه شده در استاندارد DIN۱۷۲۲۱ برای تولید این پابند می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. کیفیت مواد اولیه مصرفی باید به وسیله گواهی کیفیت صادره بر اساس استانداردهای DIN۵۰۰۴۹-۲-۲ و UIC۸۶۴-۳V تأیید گردیده و بخشهای (۲۱-۲۱)، (۱-۲۲)، (۱-۲۳)، (۲۱-۲۳) آن برای بازرسی مواد اولیه معتبر می‌باشد. میلگردهای مورد استفاده برای تولید پابندهای فنری باید با علامت شناسایی ذوب مربوطه مشخص شود.

۲-۳-۲- آنالیز شیمیایی

متداول‌ترین میلگرد مصرفی برای تولید پابند SKL۱ و SKL۱۴، فولاد ۳۸Si۷ به شماره ۱/۰۹۷۰ است که براساس استاندارد DIN۱۷۲۲۱، ترکیب شیمیایی آن به شرح جدول (۲-۱) است.

جدول ۲-۱- ترکیب شیمیایی فولاد ۳۸Si۷ مورد استفاده برای تولید پابند فنری

فسفر P%	گوگرد S%	سیلیسیم Si%	منگنز Mn%	کربن C%
حداکثر ۰/۰۴۵	حداکثر ۰/۰۴۵	۱/۵-۱/۸	۰/۵-۰/۶	۰/۳۵-۰/۴۲

۲-۳-۳- خواص مکانیکی

خواص مکانیکی فولاد ۳۸Si۷ پس از انجام عملیات حرارتی کوئنچ- تمپر که در مورد پابندهای ارتجاعی انجام می‌شود، در جدول (۲-۲) آورده شده است.

جدول ۲-۲- خواص مکانیکی فولاد ۳۸Si۷

سختی HVN	درصد ازدیاد طول نسبی $\%$	استحکام کششی N/mm^2	استحکام تسلیم N/mm^2
۴۰۰-۴۶۰	حداقل ۶	حداقل ۱۱۳۰	۱۱۸۰-۱۳۷۰

۲-۳-٤- پوشش

پابند فنری می‌تواند پوشش گالوانیزه، صمغی و یا رنگهای کوره‌ای داشته باشد. وجود پوشش بر روی پابندها الزامی نیست، لیکن در صورت لزوم، نوع پوشش به درخواست خریدار بستگی دارد.

۲-۳-۵- ساختار میکروسکوپی

با توجه به اینکه پابندها پس از شکل‌دهی تحت عملیات حرارتی کوئینچ- تمپر قرار می‌گیرند، ساختار میکروسکوپی آنها به صورت مارتنزیت تمپر شده خواهد بود.

۲-۳-٦- نشانه‌گذاری

درج سال تولید، علامت مشخصه سازنده و نشان خریدار بر روی قسمت میانی پابندها الزامی است. محل درج این نشانها باید در نقشه مشخص گردد.

۲-۳-۷- وزن

وزن تئوریک این پابندها در صورت استفاده از میلگرد با قطر ۱۳ میلی‌متر ۴۶۲ گرم است.

۲-٤- ابعاد، رواداریها و نقشه‌ها

نقشه مربوط به فنر وسلو SKL۱۴ در پیوست (۲- الف) و نقشه مربوط به فنر وسلو SKL۱ در پیوست (۲- ب) ارائه شده کـه در آن ابعاد و رواداریهای مربوطه ذکر شده است.

۲-۵- ساخت

بطور کلی مراحل تولید پابند، به شرح زیر است :

الف- برش میلگرد کویل به اندازه‌های مناسب.

ب- شکل‌دهی، می‌تواند به صورت سرد و یا گرم انجام شود.

ج- عملیات حرارتی شامل کوئنچ- تمپر که می‌تواند بلافاصله پس از شکل‌دهی گرم انجام گرفته و یا پس از شکل‌دهی سرد و یا خنک شدن پابندی که در حالت گرم شکل‌دهی شده است، صورت پذیرد.

۲-٦- عملیات تکمیلی

۲-٦-۱- عملیات تکمیلی حرارتی

پابندها پس از شکل‌دهی باید تحت عملیات حرارتی کوئنچ- تمپر قرار گیرند. این عملیات ممکن است به دو صورت انجام شود:

الف) شکل‌دهی پابند در حالت گرم انجام گرفته و بلافاصله پس از آخرین مرحله آن، پابند در مخازن آب به سرعت سرد می‌شـود (کوئنچ) ، سپس پابند به کوره‌های بازگشت (تمپرینگ) منتقل گردیده و پس از طی دورهٔ عملیات حرارتی مناسب مجدداً سرد می‌شود.

ب) پابند پس از شکل‌دهی کامل (کار سرد یا گرم کردن) برای عملیات حرارتی آماده می‌شود. در این حالـت دمـای پابنـد، برابـر درجه حرارت محیط است. در کوره‌های خاصی، پابند مجدداً در زمان مناسب تا دمای آستنیته[1] کامل حـرارت داده شـده و سـپس بـه سرعت سرد می‌شود. مراحل بازگشت مشابه حالت قبل است.

پس از انجام عملیات حرارتی لازم است پابندها، اکسیدزدایی شوند.

۲-٦-۲- پوشش‌دهی

در صورت درخواست خریدار، پوشش‌دهی بر روی پابندها باید ضمن آماده‌سازی سطح آنها انجام پـذیرد. نـوع پوشـش شـامل آب دادن، رنگ و یا پوششهای صمغی باید قبلاً تعیین و مشخصات و شرایط کنترلی آن به اطلاع تولیدکننده رسیده باشد.

---

۱ - Austenite

۲-٦-۳- بسته‌بندی

هر ۱۰ عدد پابند باید سیم‌پیچی گردیده و در گونی‌های مناسب به تعداد ۵۰ عدد بسته‌بندی گردند، درج نوع محصول و تاریخ تولید و سایر علائم شناسایی پابند بر روی گونی‌ها ضروری است.

۲-٦-٤- انبارداری

پابندها باید در فضای سرپوشیده نگهداری و انبار گردند.

۲-۷- بازرسی فنی

۲-۷-۱- کنترل حین تولید

برگه‌ها و اسناد مربوط به کنترل کیفیت حین تولید پابندها باید در اختیار بازرسان خریدار قرار داده شود. در صورت نیاز، بازرسان می‌توانند برای کنترل مجدد ترکیب شیمیایی پابندها اقدام نمایند.

۲-۷-۲- بازرسی قطعات تمام شده

۲-۷-۲-۱- مدارک کنترلی

برگه‌های کنترلی حین تولید باید مؤید کیفیت پابندها مطابق مشخصات فنی ارائه شده باشد.

۲-۷-۲-۲- کنترل ابعادی

کلیه ابعاد (خصوصاً ابعادی که با حروف مشخص شده است)، باید قبل از آزمایش بارگذاری کنترل گردد. در مورد ارتفاع پابندها، میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای دو بازوی آن ملاک خواهد بود.

۲-۷-۲-۳- آزمایش غیرمخرب

پابندها باید توسط آزمایش غیرمخرب (ترجیحاً روش ذرات[۲] مغناطیسی)، از نظر وجود ترکهای سطحی مورد کنترل قرار گیرند. پس از انجام آزمایش باید حالت مغناطیسی از پابندها برطرف گردد.

تعداد نمونه‌ها و طرح کیفیت آماری مورد استفاده برای این آزمایش باید بر اساس یکی از استانداردهای معتبر نظیر DIN۴۰۰۸۰ انتخاب گردد.

---

۲ - Magnetic Particle

۲-۷-۲-٤- آزمایش کیفی (خستگی)

کیفیت مواد اولیه مصرفی به منظور تولید پابند باید قبل از هر گونه اقدامی برای ساخت انبوه، توسط آزمایش کیفی که شرایط آن بستگی به مشخصات پابند دارد، مورد تأیید قرار گیرد. آزمایش کیفی، آزمایش خستگی است که شرایط عادی آن در جدول (۲-۳) آورده شده است. آزمایش خستگی باید بر روی حداقل دو نمونه تهیه شده از هر ذوب انجام گیرد، بطوریکه کیفیت میلگرد مصرفی از هر ذوب بوسیله این آزمایش قبل از اقدام به تولید انبوه، تأیید شود. همچنین در هر محموله ارائه شده برای بازرسی و پذیرش نهائی، باید متناسب با تعداد ذوبهای مربوط به میلگردهای مصرفی، حداقل ۲ بار آزمایش خستگی بر روی پابندها انجام شود. این آزمایش می‌تواند در آزمایشگاه تولیدکننده و یا سایر آزمایشگاههای مورد تأیید راه‌آهن انجام گیرد. هزینه مربوط به این آزمایش بعهده تولیدکننده خواهد بود.

جدول ۲-۳- مشخصات آزمایش خستگی عادی

مشخصات	مقادیر
دامنه تغییر شکل نوسانی	۱/۵ میلیمتر
فرکانس	۱۰۰۰ سیکل در دقیقه
تغییر شکل ماندگار (۱) پس از آزمایش	۰/۵ میلیمتر
درجه حرارت آزمایش	دمای محیط
تعداد نوسان	۵ میلیون

۲-۷-۲-۵- آزمایش بارگذاری

برای انجام آزمایش بارگذاری میزان تغییر شکل و نیروهای فشاری باید از نقشه پابند استخراج گردیده و بر روی نمونه‌های کنترل شده طبق بند (۲-۷-۲-۲) اعمال گردد.

بارگذاری پابندها عبارتست از اعمال نیروی KN ۲۵ و نگهداری آن به مدت ۱۰ ثانیه و سپس کاهش نیرو، به طوری که بازوها تا ۴ میلی‌متر بالا بیایند. در این حالت، فشار ارتجاعی باقی مانده در بازوهای پابند باید حداقل برابر KN ۵ باشد.

۲-۷-۲-٦- سختی‌سنجی

سختی‌سنجی باید طبق روش ویکرز HV۳۰ و استاندارد DIN۵۰۱۳۳ بر روی پابندها انجام پذیرد. در محل سختی‌سنجی سطح پابند باید تقریباً تا ۱ میلی‌متر سائیده شود. با توجه به نوع فولاد مصرفی (۳۸Si۷) سختی پابندها باید بین HV ۴۰۰ تا HV ۴۶۰ باشد.

۲-۷-۲-۷- آزمایش شکست

برای آزمایش شکست و بررسی سطح مقطع، نمونه‌های پابند باید شکاف داده شده و در بیشترین مقدار تنش اعمالی، شکسته شوند. سطح مقطع شکست باید دارای دانه‌بندی ظریف باشد.

۲-۸- ضمانت

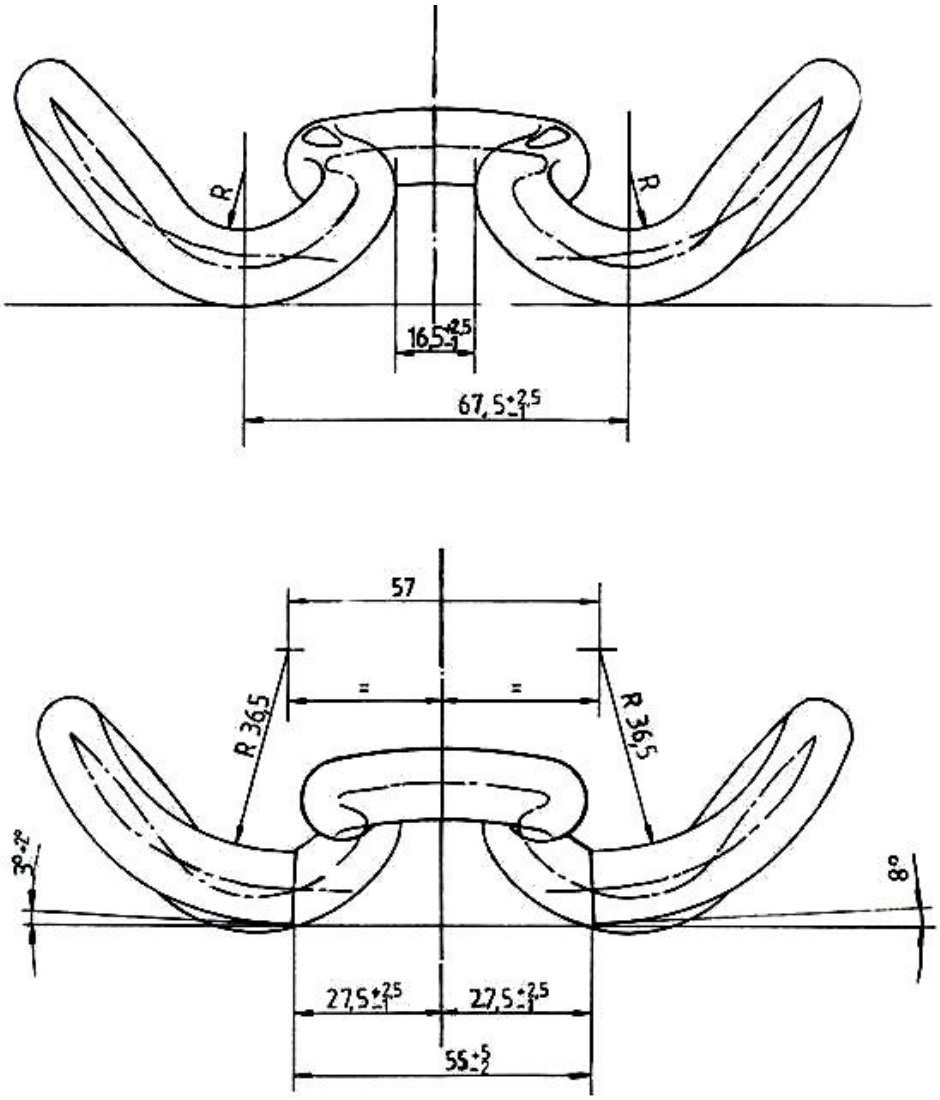
پابندها باید از تاریخ مشخص شده بر روی آنها، تا پایان دو سال توسط تولیدکننده تضمین گردند. پابندهایی که در هنگام بازرسی و پذیرش نهایی معیوب تشخیص داده شوند و یا در طی مدت زمان ضمانت خود، عدم تطابق آنها با مشخصات فنی خواستاری محرز گردد، باید بوسیله پابندهای نو و مطابق مشخصات در مدت حداکثر چهار هفته بوسیله تولیدکننده جایگزین گردد. در صورت عدم جایگزینی، تولیدکننده باید هزینه پابندهای معیوب را جبران نماید.

۲-۹- ملاحظات

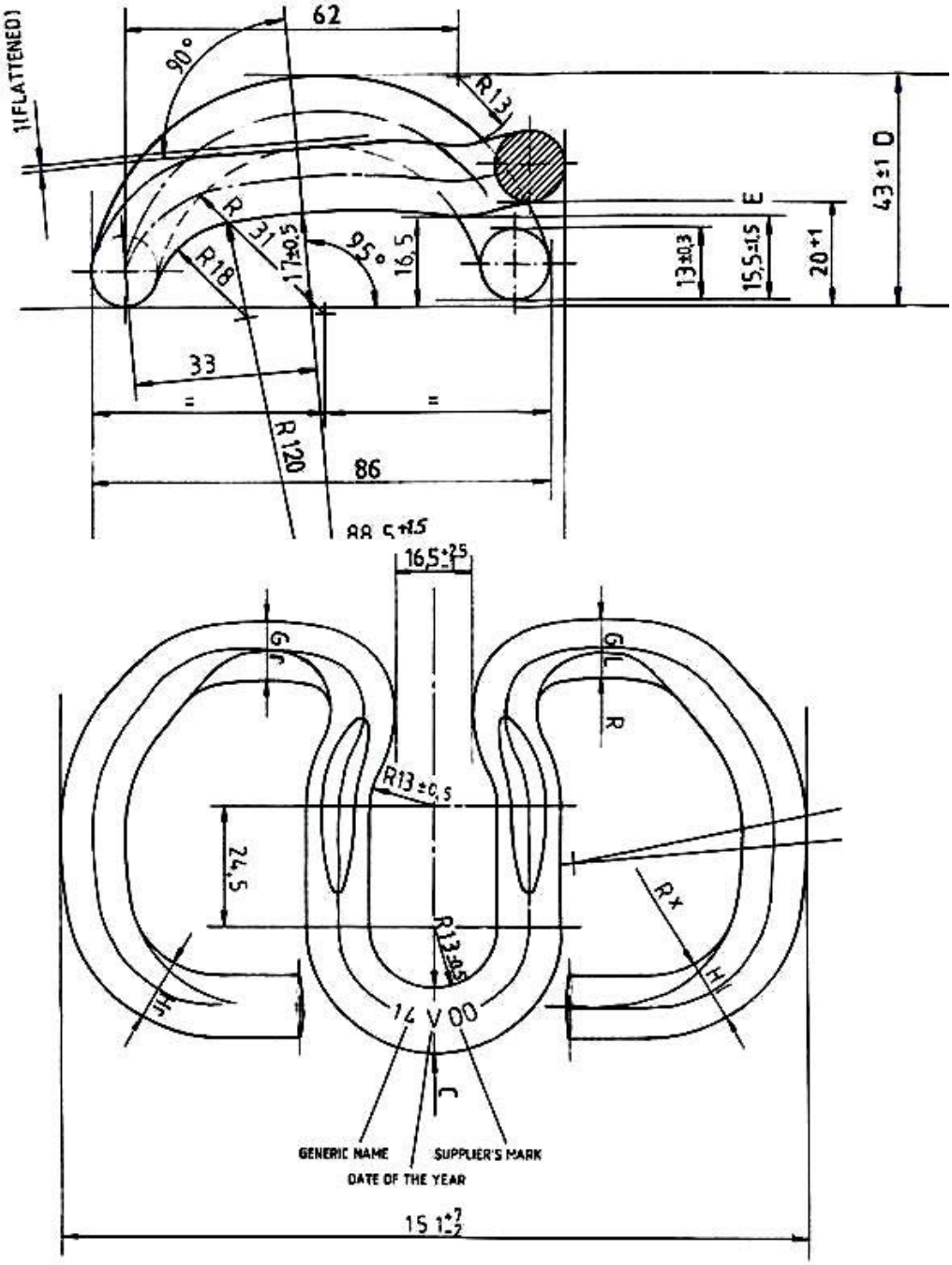
در هنگام بازرسی و پذیرش نهایی پابندها، استفاده از طرحهای کنترل کیفیت آماری الزامی است و طرح انتخابی باید با توجه به شرایط تولید و کنترلهای انجام شده در حین تولید از استانداردهای رایج نظیر DIN، BS یا MIL-STD استخراج گردد.

علاوه بر میلگرد به قطر ۱۳ میلی‌متر، از میلگردهایی با قطر ۱۴ میلی‌متر با همان مشخصات اعلام شده نیز می‌توان برای تولید این پابندها استفاده کرد که در این صورت وزن تئوریک آن ۵۳۵ گرم خواهد بود.

پیوست ۲- الف
نقشه پابند فنری وسلو SKL١٤



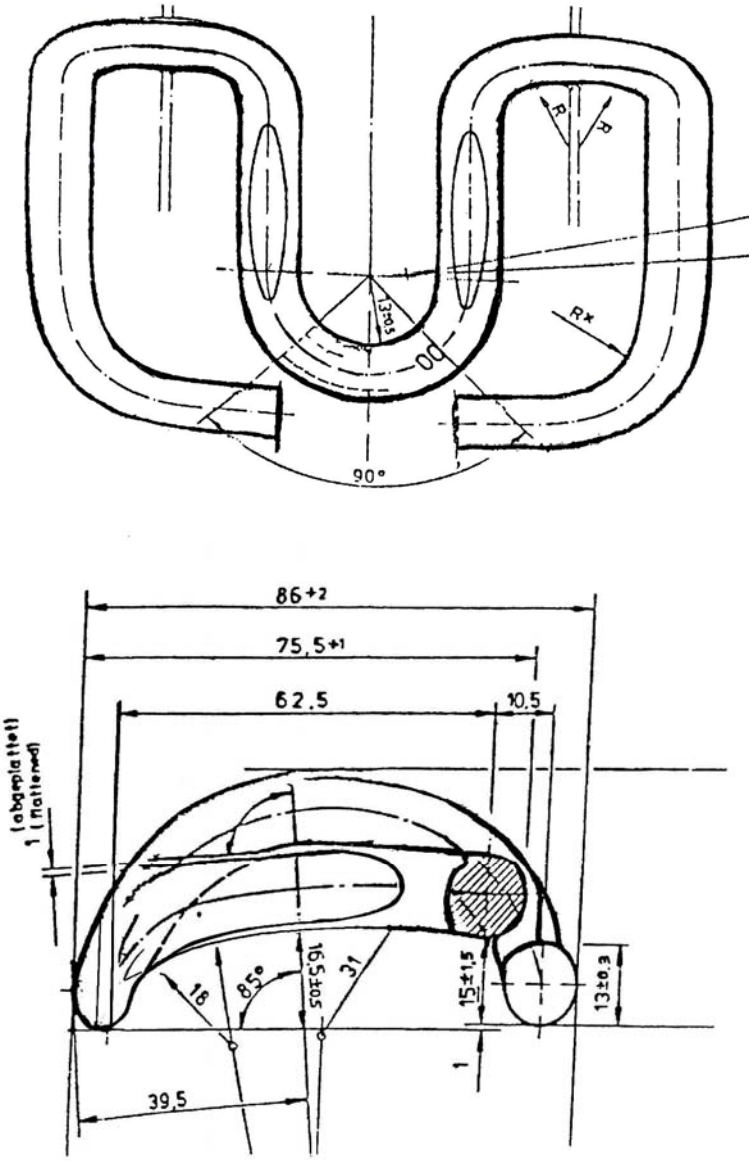
شکل ۲-۱-الف- نقشه فنر وسلو SKL١٤



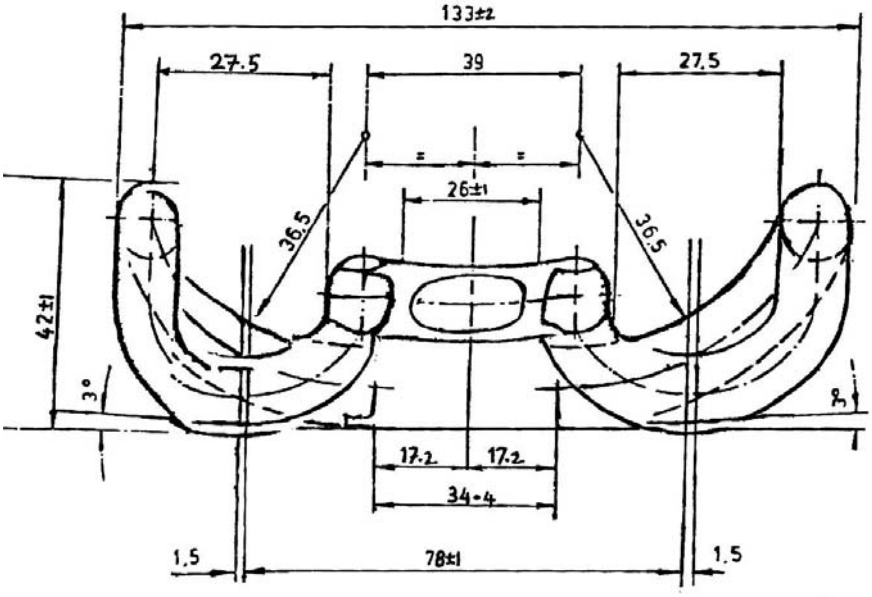
شکل ۲-۱-ب- نقشه فنر وسلو SKL۱٤

پیوست ۲- ب

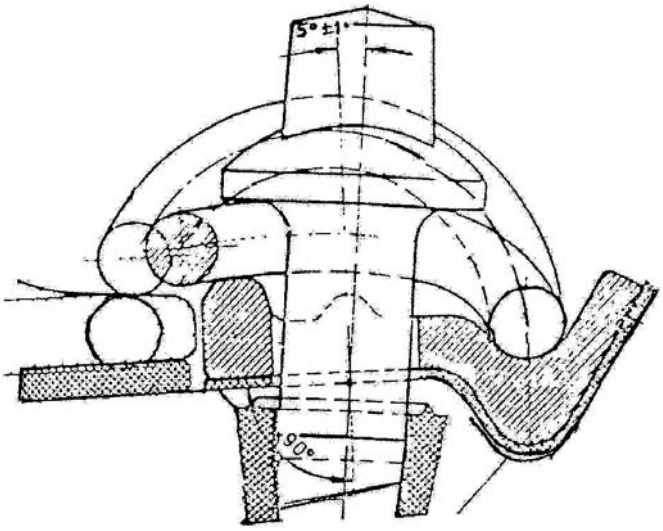
نقشه پابند فنری وسلو SKL۱



شکل ۲-۲-الف- نقشه فنر وسلو SKL۱



شکل ۲-۲-ب - نقشه فنر وسلو SKL۱



شکل ۲-۳- اجزاء و اتصال پابند فنری وسلو

فصل سوم

پابند فنری پاندرول

۳-۱- کلیات

از این قطعه به عنوان یکی از اجزای سیستم پابند پاندرول، برای اتصال ریل به تراورس استفاده می‌شود.

۳-۲- ترکیب شیمیایی

جنس پابند فنری پاندرول از نوع فولادهای فنری سیلیسیم منگنزدار بوده که با کیفیت مطلوبی عملیات حرارتی شده است. تجزیه شیمیایی این فولاد به شرح جدول (۳-۱) است.

جدول ۳-۱- ترکیب شیمیایی فولاد فنر پاندرول

%C	%Mn	%Si	حداکثر%p	حداکثر%S
۰/۵۵-۰/۶۲	۰/۷-۱	۱/۷-۲/۱	۰/۰۵	۰/۰۵

۳-۳- تعیین استاندارد

فولاد مورد استفاده برای ساخت پابند فنری پاندرول از درجه B.S 970 Part 5 (1972) 250 A 58 (انگلستان) است. معادل فولاد فوق در استاندارد DIN آلمان با شماره استاندارد ۱/۰۹۰۹ مشخص شده است. جدول زیر معادل این فولاد را در استاندارد کشورهای دیگر نشان می‌دهد:

جدول ۳-۲- استاندارد کشورهای مختلف در مورد فولاد فنری پاندرول

SAE آمریکا	AISI آمریکا	B.S بریتانیا	AFNOR فرانسه	Din آلمان
۵۱۶۰ H	۹۲۶۰H	۲۵۰A۵۸	۶۰ S ۷	۶۰ si ۷

۳-۴- خواص مکانیکی

خواص مکانیکی این فولاد در جدول (۳-۳) ارائه شده است.

جدول ۳-۳- خواص مکانیکی فولاد پاندرول

سختی راکول	انرژی ضربه J	کاهش سطح مقطع %	درصد ازدیاد طول نسبی L_d	استحکام تسلیم R_e N/mm^2	استحکام کششی R_m N/mm^2
۴۰-۴۴	۱۴-۲۰	۲۶-۳۰	۶	۱۰۸۰ -۱۱۳۰	۱۳۲۰ -۱۵۷۰

۳-۵- ساختار میکروسکوپی

ساختار داخلی این قطعه مارتنزیت تمپر شده است. برای تعیین ساختار میکروسکوپی این قطعه از تست متالوگرافی استفاده می‌شود.

۳-۶- روش تولید

برای تولید این نوع فنر پابند ، از میلگردهایی با قطر ۲۰ میلیمتر استفاده می‌شود. عملیات شکل دادن به صورت گرم بوده و در درجه حرارت ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد، انجام می‌شود.

۳-۷- عملیات حرارتی

پس از مرحله شکل دادن فنر، دما را به ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد کاهش داده و عملیات کوئنچ در روغن با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌گیرد. سپس عملیات تمپر در دمای ۵۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌گیرد.

۳-۸- پوشش

برای محفوظ ماندن قطعه در مقابل خوردگی و زنگ زدگی لازم است یک پوشش مناسب روی آن داده شود. پوشش پیشنهادی زاجکاری[1] است.

1 Black Oxide

۳-۹- کنترل کیفیت

تعیین ترکیب شیمیایی، استحکام کششی، سختی سنجی، انرژی ضربه و کنترل ابعادی و بررسی ساختار میکروسکوپی برای این قطعه الزامی است. بعلاوه می‌توان از طریق مغناطیسی کردن قطعه و تاباندن اشعه ماوراء بنفش، ترکهای موجود را بررسی کرد. برای تعیین رفتار قطعه در برابر خستگی، باید آزمایش خستگی با مشخصات جدول (۳-۴) صورت گیرد.

جدول ۳-٤- مشخصات آزمایش خستگی

تعیین عمر خستگی	تعداد نوسان	دامنه نوسان (میلیمتر)	مقدار نیرو KN	فرکانس HZ	تغییرات دائمی بوجود آمده
فنر پاندرول	۵ میلیون	۰/۵	۱۱-۱۰	۲۰	کمتر از ۱ میلیمتر

عمق لایه دی‌کربوریزه شده نیز باید تعیین گردد. مقدار مجاز برای این عمق ۰/۳ میلیمتر است و بیشتر از آن مجاز نیست.

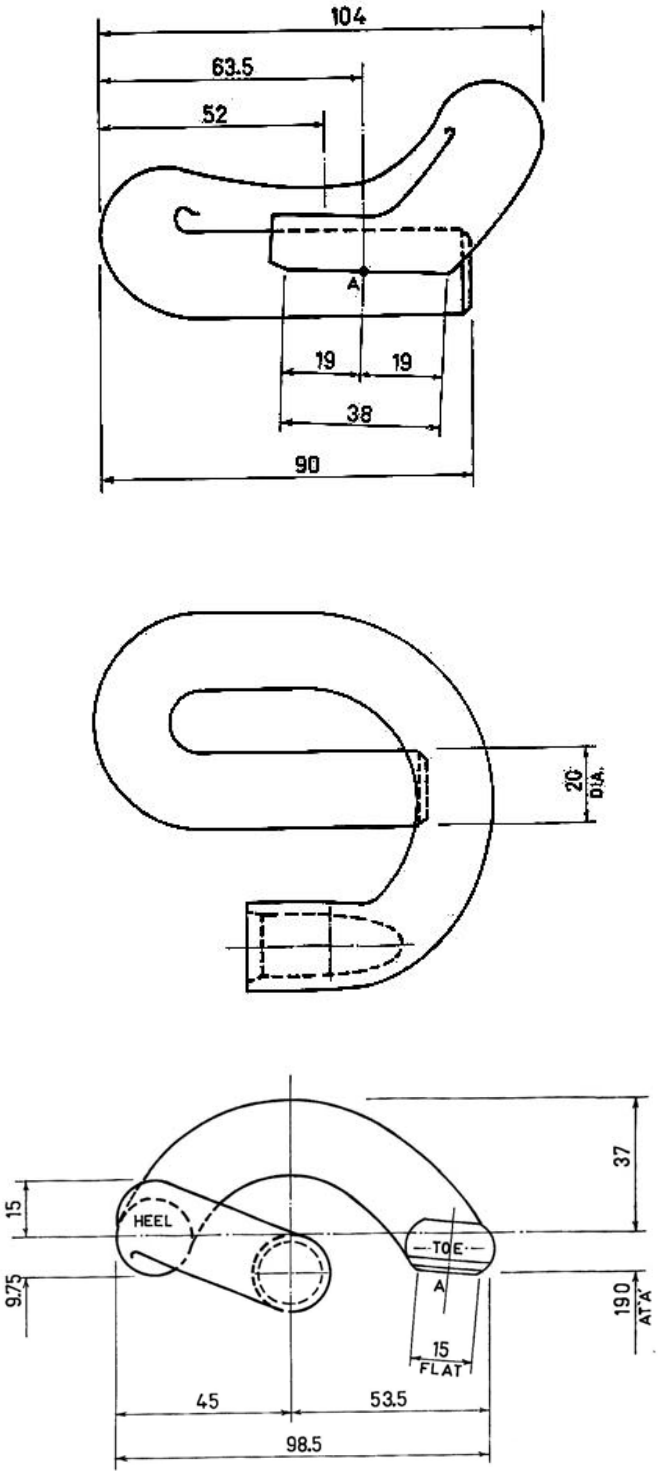
تعیین انجام دادن یا ندادن این تستها به عهده خریدار است، ولی در هر حال تولیدکننده موظف است برگه تایید کیفیت فنر تولیدی را تهیه و ارائه نماید.

۳- ۱۰- نقشه‌ها و رواداریها

ابعاد و نقشه‌های مربوط به پابند فنر پاندرول در پیوست (۳- الف) آورده شده است.

پیوست ۳- الف

پابند فنری پاندرول



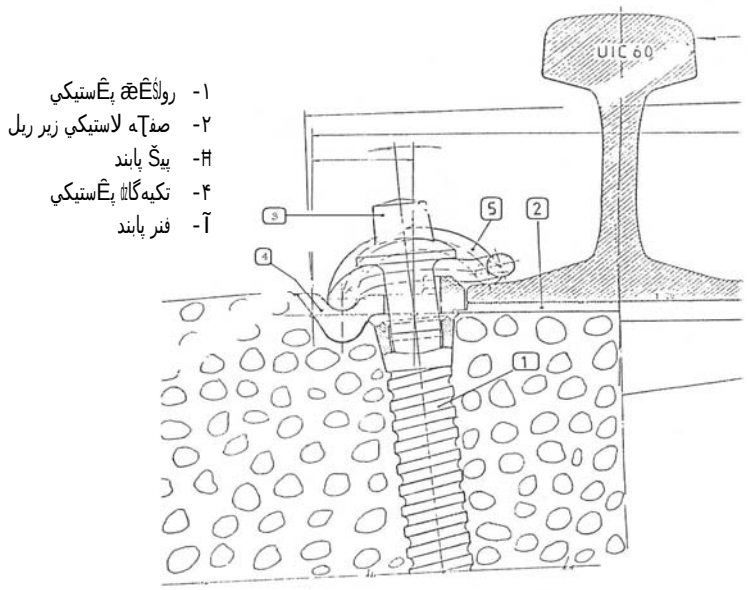
شکل ۳-۱- پابند فنری پاندرول

فصل چهارم

رولپلاک پلاستیکی

٤-١- کلیات

رولپلاک پلاستیکی قطعه‌ای است که درون تراورس بتنی قرار گرفته و مانع تماس مستقیم پیچ پابند (در سیستم پابندهای پیچی) با تراورس بتنی شده و بین آنها عایق الکتریکی نیز ایجاد می‌نماید. از آنجاییکه بتن از مقاومت سایشی و ارتعاشی ضعیفی در مقایسه با فلزات برخوردار است، اگر پیچ پابند در تماس مستقیم با بتن (در تراورس بتنی) قرار گیرد، موجب سایش و ریزش دیواره‌های بتن در سطوح تماس به سبب انتقال ضربات و ارتعاشات ریل به تراورس می‌گردد. لذا از رولپلاک به عنوان لایه‌ای که از مقاومت سایشی، ارتعاشی و انعطاف‌پذیری مطلوبی برخوردار است، بین پیچ پابند و تراورس بتنی استفاده می‌شود تا از وقوع چنین امری جلوگیری نماید. شکل (۴-۱) محل قرار گرفتن رولپلاک را نشان می دهد. در پیوست (۴- الف)، نقشه مربوط به رولپلاک پلاستیکی ارائه شده است.



شکل ٤-١- مجموعه پابند ریل (سیستم SKL١٤) و محل قرار گرفتن رولپلاک در تراورس بتنی

٤-٢- ماده اولیه

ماده اولیه برای تولید رولپلاک، پلی اتیلن سنگین با سختی زیاد است. رولپلاک درون تراورس بتنی، تحت شرایط آب و هوایی متفاوت قرار می‌گیرد، از این‌رو رولپلاک باید مقاومت مکانیکی و خواص شیمیایی خود را در درجه حرارت‌های زیاد و یا بسیار کم حفظ نماید. گریدهای پلی اتیلن سنگین که برای تولید رولپلاک مورد استفاده قرار می‌گیرد باید مشخصات زیر را داشته باشد:

٤-٢-١- وزن مخصوص

وزن مخصوص با استانداردهای DIN۵۳۷۹ و یا ASTM-D۷۹۹ تعیین می‌گردد. وزن مخصوص باید حداقل ۰/۹۴۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب باشد.

٤-٢-٢- اندیس ذوب مذاب [1]

اندیس ذوب مذاب مطابق با استانداردهای DIN۵۳۷۳۵ و یا ASTM-D۱۲۳۸ تعیین می‌گردد. اندیس ذوب مذاب در ازای وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم و دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد باید حداکثر ۰/۵ گرم در مدت ۱۰ دقیقه باشد.

٤-٢-٣- استحکام کششی و درصد ازدیاد طول

این آزمایش باید مطابق با استانداردهای DIN ۵۳۴۵۵ و یا ASTM-D۶۳۸ انجام پذیرد. شرایط آن به قرار زیر است:

- در دمای ۲۰ °c ، حداقل $۲۴ \frac{N}{mm^2}$ و درصد ازدیاد طول حداقل ۵۰٪
- در دمای ۸۰ °c ، حداقل $۸ \frac{N}{mm^2}$ و درصد ازدیاد طول حداقل ۵۰٪

[1] Melt Flow Index

٤-٢-٤- مقاومت الکتریکی

مطابق با DIN۵۳۴۸۲ یا ASTM-D۹۵۷ باید حداقل Ohm.Cm ۱۰۶ باشد.

٤-٢-٥- جذب آب

آزمایش جذب آب مطابق با استاندارد $\frac{23}{50-2}$ DIN۵۰۰۱۴ Test Method انجام می‌شود. مقدار جذب آب قابل قبول، تحت این شرایط آزمایش، باید صفر درصد باشد.

٤-٢-٦- سختی

آزمایش سختی مطابق استانداردهای ASTM-D۲۲۴۰ و DIN۵۳۵۰۵ انجام می‌شود. حداقل مقدار سختی قابل قبول ۵۹ shore D است.

٤-٢-٧- افزودنیها

استفاده از افزودنی‌های مجاز برای افزایش عمر رولپلاک مجاز است.

٤-٢-٨- فیلرها

استفاده از فیلر در ماده اولیه و رولپلاک تولیدی مجاز نیست.

٤-٢-٩- آلیاژهای پلیمری

استفاده از سایر پایه‌های پلیمری و آلیاژهای پلیمری حتی با پلی‌اتیلن سنگین مجاز نیست.

٤-٣- رولپلاک تولید شده

رولپلاک تولید شده باید دارای خواص فیزیکی، مکانیکی و ظاهری زیر باشد:

٤-٣-١- تراکم

مطابق با DIN۵۳۴۷۹ و ASTM-D۷۹۹ باید حداقل $\frac{gr}{Cm^3}$ ۰/۹۴۵ باشد.

٤-٣-٢- سختی

آزمایش سختی بر روی رولپلاک ها مطابق با DIN۵۳۵۰۵ و یا ASTM-D۲۲۴۰ انجام می‌شود. رولپلاکها باید دارای سختی حداقل Shore D ۵۹ باشند.

٤-٣-٣- آزمایش خمش

رولپلاکها از قسمت سر به دو نیم می‌شود و هر نیمه به شعاع ۵۰ میلیمتر از قسمت سر تا زاویه °۱۲۰ خم می‌شود. تحت این شرایط هیچگونه ترکی نباید در آنها مشاهده شود.

٤-٣-٤- استحکام کششی نهایی

از رولپلاکها نمونه‌های کششی تهیه شده و مطابق با ASTM-D۶۲۸ یا DIN۵۳۴۵۵، آزمایش کشش بر روی نمونه‌ها انجام می‌پذیرد. حداقل استحکام کششی مورد نیاز Mpa ۲۴ و حداقل درصد ازدیاد طول ۵۰٪ است. برای تهیه نمونه‌های دمبلی استاندارد، صفحه‌ای به ضخامت ۳ میلیمتر یا بیشتر از رولپلاک بوسیله روش پرس گرم تهیه می‌شود.

٤-٣-٥- اندیس ذوب مذاب

مقدار اندیس ذوب مذاب مطابق با ASTM-D۱۲۳۸ یا DIN۵۳۷۳۵ حداکثر ۰/۶ گرم در ده دقیقه می باشد.

٤-٣-٦- کنترل ابعادی

نمونه‌ها باید مطابق با ابعاد و اندازه‌های نقشه‌های ارائه شده، توسط واحد مصرف کننده کنترل شود. لازم به ذکر است که کنترل رولپلاک با پیچهایی که قرار است درون این رولپلاکها قرار گیرد، نیز بسیار اهمیت دارد. پیچها باید به صورت کاملاً چسبیده و روان تا حداقل ۲۵ میلی‌متری کلگی پیچ درون رولپلاک گردش نماید و پیچ درون رولپلاک تحت این شرایط هیچگونه لقی نداشته باشد.

٤-٣-٧- بازرسی چشمی

سطوح باید تمیز و عاری از هرگونه تغییر رنگ، سوختگی و یا برآمدگی‌های ناهمگون باشد. همچنین رولپلاکها باید کاملاً صاف بوده و هیچگونه انحناء در قسمت کلگی و یا وسط نداشته باشد. تولیدکننده می‌تواند به منظور جلوگیری از وقوع چنین امری، رولپلاک را پس از خروج از قالب درون دیرکهای چوبی (به شکل مخروط) قرار دهد تا از کج شدن آنها جلوگیری به عمل آورد.

٤-٣-٨- کنترل علائم روی رولپلاکها

در هر قطعه رولپلاک باید در قسمت سر، شماره قالب، سال ساخت، نشان HRR و همچنین علامت مشخصه سازنده در نقاط مشخص شده توسط واحد سفارش دهنده، کاملاً و به روشنی قابل رویت باشد.

٤-٤- صورت آزمایشهای لازم

آزمایشهایی که باید بر روی رولپلاک تولید شده انجام گیرد به شرح زیر است:

٤-٤-١- کنترل مواد اولیه

تأمین کنندگان مواد خام اولیه باید در هر محموله ارسالی خود، صورتی از تاییدیه مورد قبول را در ارتباط با ماده ارسالی به سازنده رولپلاک تحویل دهند تا سازنده، آنرا به بازرسان کنترل کیفیت به هنگام بازرسی فنی تحویل دهد. در جدول (۴-۱)، لیستی از درجات تجارتی پلی‌اتیلن داخلی که برای تولید رولپلاک مورد استفاده قرار می‌گیرد به تفکیک شرکت سازنده‌ای که مشخصات فیزیکی و مکانیکی تولید آنها مورد تایید راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران می‌باشد، ارائه شده است. لازم به ذکر است که بازرسان کنترل کیفیت می‌توانند به هنگام بازرسی حین تولید، از انبار مواد اولیه به منظور حصول اطمینان از انتخاب درست ماده اولیه از جانب تولیدکننده، دیدن نمایند.

جدول ٤-١- درجات تجارتی پلی‌اتیلن داخلی برای تهیه رولپلاک

شرکت سازنده	شماره درجه تجاری	تحت شرکت	نام ماده اولیه
پتروشیمی اراک	۴۴۰۰۵	هوخست	پلی‌اتیلن سنگین به صورت HDPE
پتروشیمی اراک	BL۴	هوخست	پلی‌اتیلن سنگین به صورت HDPE
پتروشیمی اراک	BL۶	هوخست	پلی‌اتیلن سنگین به صورت HDPE

باید توجه داشت تنها در صورتیکه آزمایشهای کنترلی تشریح شده در بندهای (۴-۳-۱) الی (۴-۳-۵) با مشخصات و مقادیر داده شده، مطابقت نداشته باشد، آزمایشهای کنترلی تشریح شده در بندهای (۴-۲-۱) الی (۴-۲-۹) باید به طور کامل بر روی مواد اولیه انجام گیرد.

٤-٤-٢- نحوه کنترل محموله تولید شده

بر روی محموله رولپلاک تولید شده، باید آزمایشهای کنترلی به شرح زیر انجام شود:

دانسیته: یک نمونه به ازای هر ۱۰۰۰۰ عدد رولپلاک تولید شده.

سختی: یک نمونه به ازای هر ۵۰۰۰ عدد رولپلاک تولید شده.

آزمایش خمش: یک نمونه به ازای هر ۱۰۰۰۰ عدد رولپلاک تولید شده.

استحکام کششی و درصد ازدیاد طول: یک نمونه به ازای هر ۱۰۰۰۰ عدد رولپلاک تولید شده.

اندیس ذوب مذاب: یک نمونه به ازای هر ۲۰۰۰۰ عدد رولپلاک تولید شده.

بازرسی چشمی: یک نمونه به ازای هر ۲۰۰۰ عدد رولپلاک تولید شده.

کنترل ابعادی: یک نمونه به ازای هر ۲۰۰۰ عدد رولپلاک تولید شده.

کنترل علائم بر روی رولپلاکها: یک نمونه به ازای هر ۲۰۰۰ عدد رولپلاک تولید شده.

٤-٥- شرایط پذیرش انباشته

۱- پیش از شروع تولید انبوه، ۲۰ عدد رولپلاک به ازای هر حفره قالب انتخاب و آزمایشهای (۴-۳-۱) الی (۴-۳-۷) به منظور اطمینان از صحیح بودن ماده اولیه انتخابی و رعایت پروسه تولید صورت می‌گیرد. نتایج آزمایشهای انجام گرفته بر روی رولپلاکها در اختیار طرفین قرارداد، قرار داده می‌شود. تولید کننده تنها در صورتی اقدام به تولید انبوه می‌کند که مشخصات بدست آمده از روی ۲۰ نمونه انتخابی، کاملاً مطابق با مشخصات فنی مورد قبول در این گزارش باشد.

۲- به هنگام پذیرش انباشته، حداقل پانصد هزار عدد، نمونه‌هایی به منظور انجام آزمایشهای از محموله تولید شده انتخاب و آزمایشهای کنترلی مطابق بندهای (۴-۳-۱) الی (۴-۳-۷) بر روی آنها انجام می شود. اگر نتایج بدست آمده با مشخصات داده شده در این گزارش مطابقت نداشته باشد، نمونه‌های بیشتری در زمانهای مشابه از محموله تولید شده برداشته و آزمایشات کنترلی که نتایج آنها منفی بوده، تکرار می‌گردد. اگر نتایج آزمایشهای تکراری باز هم منفی باشد، در این حالت بر روی کل محموله تولیدی به صورت صددرصد بازرسی کیفی انجام می‌گیرد و در صورت منفی بودن مجدد نتایج، کل محموله تولید شده مردود اعلام می‌گردد.

۳- بازرسان کنترل کیفی اگر در هر مرحله از تولید، اشکالات و نواقصی را مشاهده نمایند، موظفند آنرا کتباً به تولیدکننده اعلام تا تولیدکننده با متوقف کردن تولید، در صدد رفع اشکالات و نواقص برآید و مجدداً پس از برطرف شدن اشکالات و نواقص و با تایید بازرسان کنترل کیفی، اقدام به تولید انبوه نماید.

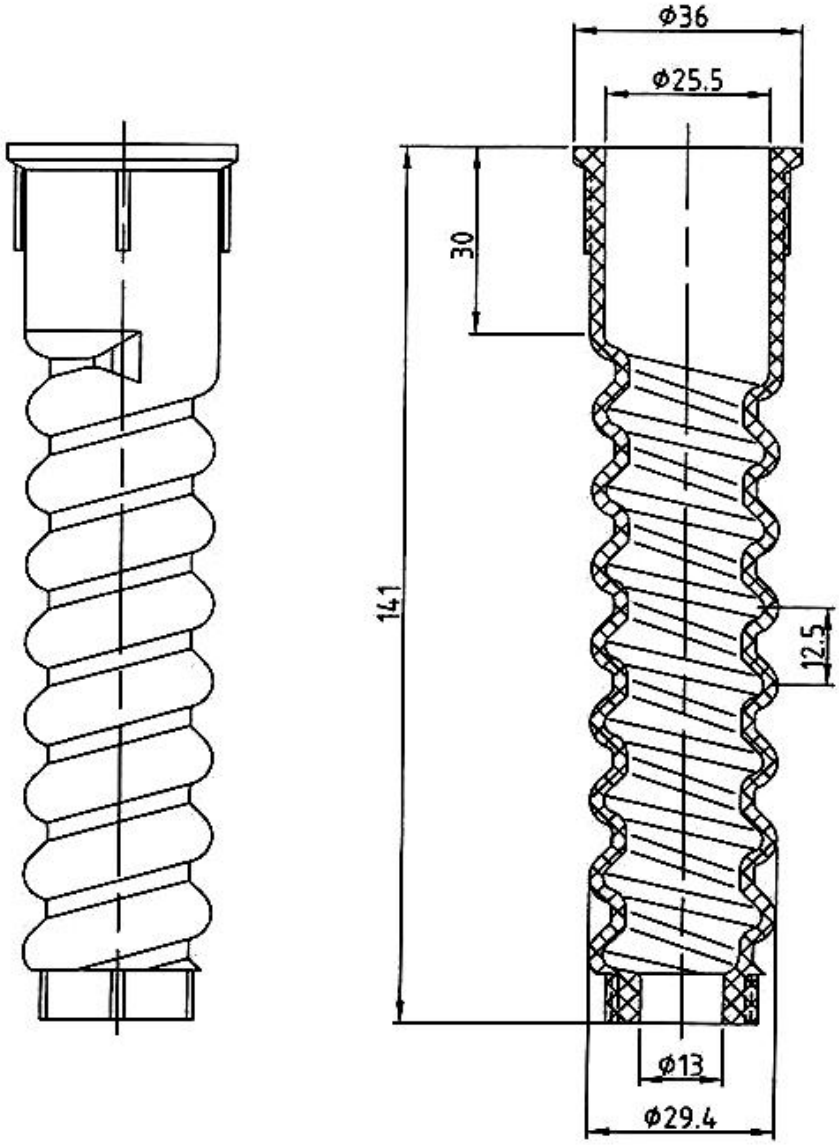
۴- رولپلاکهای تولیدی باید به تفکیک شماره قالب، درون جعبه‌های مقوایی بسته‌بندی شوند. تعداد رولپلاکهای درون جعبه به هنگام عقد قرارداد توسط واحد مصرف کننده تعیین می‌گردد.

٤-٦- تضمین

سازنده باید محصولات خود را به مدت یکسال پس از تولید، تضمین نماید.

پیوست ٤- الف

نقشه رولپلاک پلاستیکی



شکل ٤-٢- نقشه رولپلاک پلاستیکی

فصل پنجم

پیچ پابند وسلو

۵-۱- کلیات

پیچ تراورس بتنی وسیله‌ای است که در سیستمهای پابند پیچی، برای اتصال سیستم پابند به تراورس مورد استفاده قرار می‌گیرد. دامنه کاربرد این بخش برای پیچهایی است که در سیستمهای پابندهای از نوع K و وسلو برای تراورس بتنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سایر موارد تکمیلی و یا مواردی که به آنها اشاره نشده است، در فیش۱- UIC۸۶۴ موجود بوده و ملاک عمل خواهد بود.

۵-۲- مشخصات

۵-۲-۱- ماده اولیه

نوع فرآیند فولادسازی برای تولید میلگردهای مورد استفاده به منظور ساخت پیچهای تراورس به نظر سازنده بستگی دارد، لیکن در صورت درخواست خریدار، نوع فرآیند باید مشخص و اعلام گردد. میلگردهای مصرفی باید حداقل در درجه ۴/۶ بر اساس استاندارد UIC۸۶۴-۱ قرار گیرند.

۵-۲-۲- خواص فیزیکی و مکانیکی

در مورد پیچهای تراورس بتنی ملاک اصلی برای انتخاب مواد اولیه مناسب، خواص مکانیکی اشاره شده در جدول (۵-۱) است. لذا انواع مختلف فولادهای تولید داخل و همچنین میلگردهای وارداتی را که در درجه‌بندی‌های ارائه شده در این جدول قرار داشته باشند، می‌توان برای تولید پیچ تراورس بتنی مورد استفاده قرار داد.

جدول ۵-۱- درجه‌بندی و مشخصات کشش میلگردهای مورد استفاده برای تولید پیچ تراورس بتنی

درجه بندی بر اساس استحکام	۴/۶
حداقل استحکام کششی۱ به N/mm^2	۴۰۰
حداقل درصد ازدیاد طول ۲ نسبی در شکست	۲۲
حداقل استحکام تسلیم ۳ به N/mm^2	۲۴۰

بعنوان نمونه مشخصات فولاد St ۴۲-۲ که می‌توان در تولید این پیچها از آن استفاده کرد، در جدول (۵-۲) آورده شده است. با توجه به خواص مکانیکی، این فولاد در درجه ۴/۶ قرار می‌گیرد.

جدول ۵-۲- ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی فولاد St ٤٢-٢ بر اساس استاندارد DIN ۱۷۱۰۰

درصد ازدیاد طول نسبی	استحکام تسلیم N/mm^2	استحکام کششی N/mm^2	%S	% P	% Mn	% Si	% C
حداکثر ۲۲	حداقل ۲۶۰	۴۲۰-۴۵۰	حداکثر ۰/۰۴۵	حداکثر ۰/۰۴۵	حداکثر ۱/۶	حداکثر ۰/۵۵	حداکثر ۰/۲۲

۵-۲-۳- پوشش

با توجه به شرایط کاربرد این پیچها، استفاده از پوششهای سطحی برای اندود نمودن آنها در مقابل خوردگی توصیه می‌شود. بهترین نوع پوشش برای پیچهای تراورس بتنی، پوشش گالوانیزه گرم است. در هنگام سفارش تدارک این کالا، وجود پوشش و نوع آن قبلاً باید مشخص گردد.

۵-۲-٤- نشانه‌گذاری

بر روی قسمت کلگی پیچها، باید نشانه‌های زیر به صورت برجسته و در مرحله آهنگری گرم، حک شود:

- دو رقم انتهای سال تولید
- علامت سازنده
- نشان راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران (IIRR)

برجستگی علامتها باید در حدود ۱ میلیمتر باشد.

۵-۲-۵- وزن

وزن تئوریک این پیچها ۶۴۵ گرم است. رواداری مربوط به وزن پیچها در بخش ۱-۶-۲ از فیش۱- UIC۸۶۴ آورده شده است.

۱- Tensile Strength

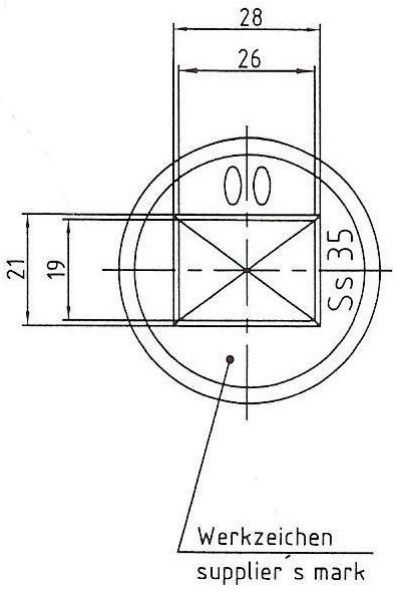
۲- Elongation

۳- Yield Strength

۵-۳- ابعاد، رواداریها و نقشه‌ها

۵-۳-۱- نقشه

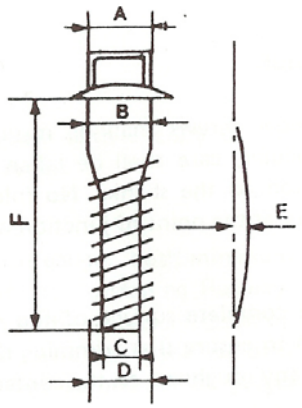
نقشه پیچ تراورس بتنی در شکل (۵-۱) ارائه شده است.



شکل ۵-۱- نقشه پیچ تراورس بتنی

۵-۳-۲- رواداریها

بخشهای مختلف پیچ در شکل (۵-۲) نشان داده شده است، در کلیه موارد بجز در مورد طول F ، رواداری قابل قبول برابر ۱ میلیمتر است. رواداری بخش F ، ٪۸ مقدار موجود در نقشه است.



شکل ۵-۲- بخشهای مختلف پیچ تراورس بتنی

۵-٤- ساخت

پیچهای تراورس بتنی باید از یک تکه واحد و بدون هیچگونه جوشکاری تولید گردند و کلگی آنها باید از طریق فورج گرم قطعه میلگرد مصرفی، شکل داده شود. عملیات رزوه‌زنی پیچها باید از طریق نورد گرم انجام شود. پوشش‌دهی بر روی پیچها باید بر اساس درخواست مصرف کننده انجام شود که نوع گالوانیزه گرم آن توصیه می‌گردد.

۵-۵- عملیات تکمیلی

۵-۵-۱- آزمایش‌های مواد اولیه

میلگردهای مورد استفاده برای تولید پیچ تراورس بتنی باید قبل از اقدام به تولید، مورد بازرسی قرار گیرند. به ازاء هر ۱۰ تن میلگرد لازم است سری آزمایش‌های کشش و خمش بر روی آنها انجام شوند. آزمایش‌های فوق‌الذکر باید بر روی نمونه‌هایی که در حالت سرد بریده و تراشکاری شده باشند، انجام پذیرد.

۵-۵-۲- آزمایش‌های پیچها

آزمایش‌های کشش، خمش، کنترل ظاهری و ابعادی و کنترل پوشش (در صورت پوشش دادن پیچها با مواد ممانعت کننده در مقابل خوردگی) باید در مرحله پذیرش نهایی بر روی پیچها انجام شود.

۵-۵-۲-۱- تناوب انجام آزمایش‌ها

آزمایش کشش و خمش در هر انباشته ۲۰۰۰ الی ۱۰۰۰۰ عددی، باید یک‌بار انجام شود. کنترل ظاهری و ابعادی پیچها طبق نقشه و رواداریهای مربوطه انجام می‌شود. استفاده از سایر طرحهای کنترل کیفیت آماری بلامانع است. برای قبول یا رد پیچها، از نمودارهای موجود در فیش UIC ۸۶۴-۱ استفاده شود.

۵-۵-۲-۲- استاندارد انجام آزمایش‌ها

روش‌های مورد استفاده برای انجام آزمایش‌ها باید مطابق با آخرین استانداردهای DIN یا ISO باشد.

۵-۵-۳- نتایج آزمایش‌ها

در آزمایش خمش به میزان ۹۰ درجه، نباید هیچگونه ترک، پوسته شدن و یا عیوب دیگر بر روی قطعه میلگرد و یا پیچ، ایجاد شود. در آزمایش کشش، نباید شکست نمونه در محل اتصال کلگی به بدنه پیچ واقع شود. در صورت درخواست پوشش برای پیچها، کلیه سطوح آن باید بوسیله پوشش محافظت شود. ترک یا پوسته شدن پوشش نباید بر روی قطعه وجود داشته باشد. توضیحات بیشتر در زمینه شرایط قبول یا رد پیچهای تولید شده در فیش UIC ۸۶۴-۱ ، بخش دوم، آورده شده است.

۵-۵-٤- بررسی اسناد و مدارک فنی تولید کننده

بازرسان باید قبل از اقدام به بازرسی محموله‌های آماده تحویل، با بررسی اسناد و مدارک کنترلی حین تولید سازنده از صحت عملیات اطمینان حاصل کنند.

۵-٦- بسته‌بندی

پیچها باید در گونی‌های ۵۰ عددی نایلونی بسته‌بندی شوند. توضیحات بیشتر در زمینه بسته‌بندی در بخش (۳-۲) از فیش ۱-UIC۸۶۴ آورده شده است.

۵-۷- تضمین

سازنده باید محصولات خود را به مدت یکسال پس از تولید تضمین نماید.

فصل ششم

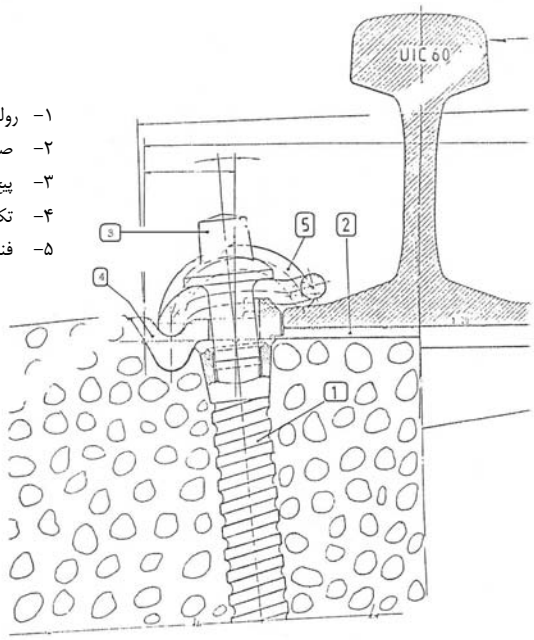
گایدپلیت

۶-۱- کلیات

گایدپلیت یکی از اجزا ادوات اتصال در سیستم پابند وسلو است که نقش آن، فراهم آوردن نشیمنگاه مناسب برای فنر وسلو است. اتصال آن از طریق پیچ به تراورس بتنی صورت می‌گیرد. شکل (۶-۱) محل قرارگیری گایدپلیت را در مجموعه سیستم پابند نشان می‌دهد. این قطعه در دو نوع فلزی و پلاستیکی تولید می‌شود. هنگام استفاده از گاید نوع فلزی، یک واسط پلاستیکی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد که عایق‌کننده نامیده می‌شود.

گایدپلیت پلاستیکی در کنار طرفین کف ریل، روی تراورس بتنی قرار گرفته و علاوه بر نقش فراهم آوردن بستر مناسب برای استقرار فنر وسلو، وظیفه عایق الکتریکی برای ادوات اتصال خط را نیز به عهده دارد. لازم به ذکر است که جذب ارتعاشات بوسیلهٔ قطعه فوق، نقش بسزایی در بکارگیری آن دارد.

گایدپلیتهای پلاستیکی باید از استحکام فشاری و ضربه‌ای زیادی برخوردار باشند، به همین علت در ساخت آنها از پلاستیکهای مهندسی با خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب، همانند پلاستیکهای تقویت شده (کامپوزیتهای پلاستیکی) استفاده می‌شود.



شکل ٦-١- مجموعه پابند ریل (سیستم وسلو SKL١٤) و محل قرار گرفتن گایدپلیت در تراورس بتنی

٦-٢- ماده اولیه

ماده اولیه برای تولید گایدپلیت پلاستیکی باید از نایلون ۶ یا ۶/۶ (پلی آمید ۶ یا ۶/۶) که با ۳۰٪ الیاف شیشه تقویت شده است، انتخاب گردد. از آنجاییکه ممکن است گایدپلیتها در مناطق بیابانی و گرمسیری، زیر تابش مستقیم اشعه نور خورشید مورد استفاده قرار گیرند، لذا باید ضمن مقاوم بودن در برابر درجه حرارتهای زیاد، در مقابل اشعه ماورا بنفش نور خورشید (عامل تخریب کننده پلیمر) نیز مقاوم باشند. از اینرو باید پلی آمید تقویت شده‌ای در تولید آنها مورد استفاده قرار گیرد که مقاوم در برابر درجه حرارتهای بسیار زیاد و اشعه ماورا بنفش باشد. ماده اولیه باید خواص زیر را دارا باشد:

٦-٢-١- تراکم

مقدار تراکم مطابق با ASTMD۷۹۹ یا ASTMD ۷۹۴ $\frac{gr}{cm^3}$ ۱/۴۵ -۱/۳ است.

٦-٢-٢- نقطه ذوب

نقطه ذوب مطابق با ASTMD۷۸۹ برابر ۲۵۰ تا ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد است.

٦-٢-٣- مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی برای نمونه قالب‌گیری شده (قطعه گاید پلیت)، باید حداقل 10^{12} ohm.cm مطابق با استاندارد ASTMD ۲۵۷ باشد. اگر از دستورالعمل DIN IEC ۹۳ یا DIN IEC۱۶۷ استفاده شود، مقامت الکتریکی باید بزرگتر از 10^{8} ohm.cm باشد.

٦-٢-٤- مدول برشی

مقدار مدول برشی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مطابق DIN ۵۳۴۴۵، باید بیشتر از $۱۵۰۰N/mm^2$ باشد.

٦-٢-٥- مقاومت ضربه‌ای

از ماده اولیه نمونه‌های مربوط به آزمایش ضربه مطابق با استاندارد DIN ۵۳۴۵۳ باید تهیه و آزمایش شود. در این آزمایش‌ها استحکام ضربه‌ای با ناچ باید حداقل $۶\frac{Kj}{m^2}$ و استحکام ضربه‌ای بدون ناچ باید حداقل $۴۰\frac{Kj}{m^2}$ باشد.

٦-٣- گایدپلیت تولید شده

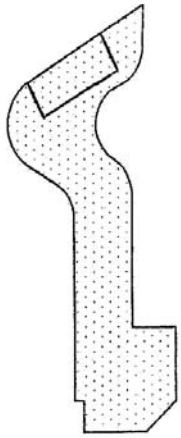
گایدپلیت تولید شده باید دارای خواص فیزیکی، مکانیکی و ظاهری زیر باشد:

٦-٣-١- جذب آب

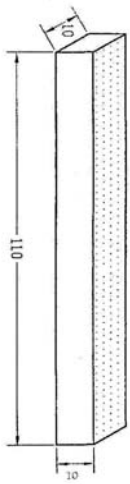
گایدپلیت درون آب در دمای حداقل $۹۵\ ^oc$ قرار داده می‌شود. تحت این شرایط باید بین ۰/۸ تا ۱/۲درصد وزنی خود در حالت خشک (حالتی که جوشانده نشده)، آب جذب نماید. همچنین رطوبت در قطعه گایدپلیت در حالت معمول باید بین ۱ تا ۲/۵ درصد وزنی باشد.

٦-٣-٢- استحکام کششی نهایی

از قطعه گایدپلیت، نمونه‌های آزمایش کشش مطابق با ASTMD۶۳۸ و یا DIN۵۳۴۵۹ تهیه می‌شود. تحت این شرایط، استحکام کششی باید حداقل ۱۱۰ Mpa و درصد ازدیاد طول نیز حداقل ۳ درصد باشد. نمونه آزمایش کشش در این حالت از قسمت مشخص شده در شکل (۶-۲- الف) تهیه می‌شود. ابعاد نمونه مربوطه در شکل (۶-۲-ب) نشان داده شده است. اگر نرخ اعمال کشش $۵\frac{mm}{\min}$ باشد، استحکام کششی باید حداقل ۹۵ Mpa باشد.



شکل٦-٢- الف- محل تهیه نمونه‌های مربوط به آزمایش کشش مطابق با استاندارد DIN با روش ارائه شده در شکل ب



شکل۶-۲- ب- ابعاد آزمایش کشش، فاصله گیره‌ها از هم ۶۰ میلیمتر و سرعت کشش ۵mm/min

۶-۳-۳- سختی

بر روی گایدپلیتها، آزمایش سختی مطابق با استاندارد ASTMD۷۸۵ (روش A) انجام می‌شود. سختی بـصورت راکـول گـزارش می‌گردد. در این حالت، سختی گایدپلیت باید حداقل ۹۵ راکول باشد.

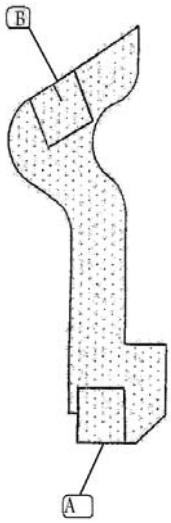
اگر آزمایش سختی مطابق با استاندارد DIN۵۳۴۵۶ و با ساچمه انجام شود، تحت این شرایط حداقل سختی بایـد N/mm^2 ۱۸۰ باشد. در این آزمایش، متوسط ۵ عدد خوانده شده در فاصله یک سانتی‌متری از گوشه‌های مختلف گایدپلیت گزارش می‌گردد.

۶-۳-۴- استحکام ضربه‌ای

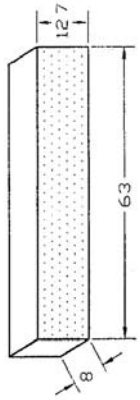
استحکام ضربه‌ای مطابق با استاندارد DIN۵۳۴۵۳ (به روش چارپی[1]) و یا ASTM (به روش ایزود[2]) بر روی نمونه‌های تهیه شده از قطعه گایدپلیت که در شکل (۶-۳) مشخص شده است، انجام می‌شود. تحت این شرایط باید استحکام ضربه‌ای بدون نـاچ حـداقل $\frac{Kj}{m^2}$ ۴۰ و استحکام ضربه‌ای با ناچ حداقل $\frac{Kj}{m^2}$ ۶ باشد.

1- Charpy

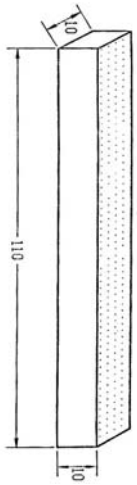
2- Izod



شکل٦-٣- الف- محل تهیه نمونه‌های آزمایش ضربه (A,B)



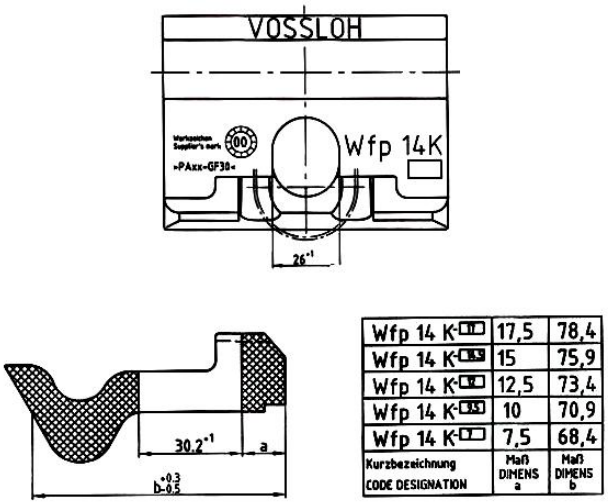
شکل٦-٣- ب- نمونه تهیه شده (A) برای آزمایش ضربه به روش ایزود



شکل ٦-٣- پ- نمونه تهیه شده (B) برای آزمایش ضربه به روش چارپی

۶-۳-۵- کنترل ابعادی

نمونه‌ها باید مطابق با ابعاد و اندازه‌های نقشه (شکل ۶-۴) و یا نمونه تحویلی به سازنده، کنترل شود.



Wfp 14 K	17,5	78,4
Wfp 14 K	15	75,9
Wfp 14 K	12,5	73,4
Wfp 14 K	10	70,9
Wfp 14 K	7,5	68,4
Kurzbezeichnung CODE DESIGNATION	Maß DIMENS a	Maß DIMENS b

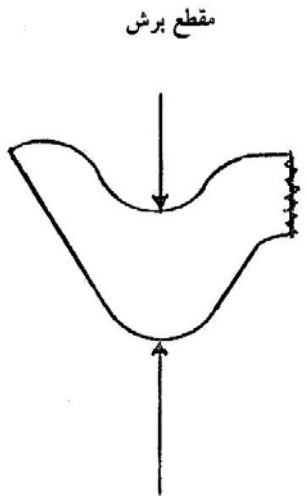
شکل ٦-٤ - ابعاد و اندازه‌های گایدپلیت

۶-۳-۶- بازرسی چشمی

سطوح باید تمیز و عاری از هرگونه نشانه سوختگی و شیار باشد.

۶-۳-۷- تخلخل

نمونه‌ها باید از قسمت برآمدگی گایدپلیت که در شکل (۶-۵) مشخص است، بریده شده و بدقت مورد بازرسی قرار گیرد. در نمونه‌ها نباید هیچگونه نشانه‌ای از تخلخل قابل رویت توسط چشم، وجود داشته باشد.



شکل ٦-٥- مقطع برش برای آزمایش خلل و فرج

٦-٣-٨- کنترل علائم روی گایدپلیتها

در هر قطعه گایدپلیت تولیدی، باید شماره قالب، سال ساخت و همچنین مارک سازنده در نقاط مشخص شده توسط سفارش دهنده، حک شده و به روشنی قابل رویت باشد.

٦-٤- صورت آزمایش‌های مورد نیاز

آزمایش‌هایی که باید بر روی قطعات گایدپلیت تولید شده انجام گیرد، به شرح زیر است:

٦-٤-١- نحوه کنترل مواد اولیه

تامین کنندگان مواد خام اولیه باید در هر محموله ارسالی خود، صورتی از تاییدیه مورد قبول خود را در ارتباط با ماده ارسالی به سازنده گایدپلیت تحویل دهند تا سازنده آنرا در اختیار بازرسان کنترل کیفیت به هنگام بازرسی فنی قرار دهد. در جدول (۶-۱) فهرستی از انواع تجارتی پلی آمید تقویت شده برای تولید گایدپلیت به تفکیک شرکت‌های سازنده‌ای که مشخصات فیزیکی و مکانیکی آنها مورد تائید راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران قرار دارد، ارائه شده است. ماده اولیه خریداری شده باید حتما دارای فیلر ضد اشعه ماوراء بنفش باشد.

جدول ٦-١- انواع تجارتی مورد قبول راه آهن

ردیف	انواع تجارتی	نام کمپانی
۱	B3EG6 SCHWARZ ULTRAMID B3EG6 HSL Black 23098	BASF
۲	MARANYL A190 Black 9069	ICI
۳	ZYTEL 70G30HSL Black RBk99	DUPONT
۴	DURETAN AKV30 Black H9005/0	BAYER
۵	DURETAN BKV30 Black H9005/0	BAYER

٦-٤-٢- نحوه کنترل محموله تولید شده

پس از آنکه نمونه‌های اولیه تولید شده در حضور بازرسان کنترل کیفی، مورد تائید قرار گرفت، بر روی محموله گایدپلیت مذکور آزمایش‌های کنترلی زیر انجام می‌شود:

٦-٤-٢-١- شناسائی

یک نمونه به ازای کل محموله، مورد شناسایی پایه پلیمر و درصد فیلر (میزان درصد الیاف شیشه) قرار می‌گیرد.

٦-٤-٢-٢- جذب آب

یک نمونه برای هر ۲۰۰۰ عدد گایدپلیت مورد بازرسی.

٦-٤-٢-٣- استحکام کششی

یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۲۰۰۰ عدد گایدپلیت تولید شده با آن حفره قالب.

٦-٤-٢-٤- سختی

یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰۰ عدد گایدپلیت تولید شده با آن حفره قالب.

٦-٤-٢-٥- مقاومت ضربه‌ای

یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰۰ عدد گایدپلیت تولید شده با آن حفره قالب.

٦-٤-٢-٦- درستی ابعادی

یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰ عدد گایدپلیت تولید شده با آن حفره قالب.

٦-٤-٢-٧- بازرسی چشمی

یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰ عدد گایدپلیت تولید شده با آن حفره قالب.

٦-٤-٢-٨- تخلخل

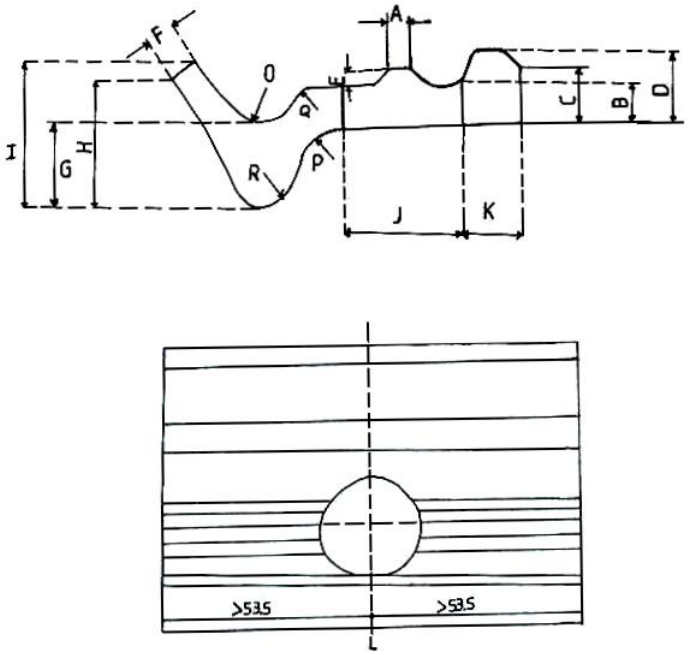
یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۲۰۰۰ عدد گایدپلیت تولید شده با آن حفره قالب.

٦-٤-٢-٩- وزن قطعه

بعد از آنکه نمونه‌های اولیه تولید شده مورد تائید قرار گرفت، متوسط وزنی قطعه گایدپلیت در هر حفره اندازه‌گیری می‌شود. نمونه‌های انتخابی از محموله (از هر حفره قالب) توزین و با مقادیر بدست آمده در تولید آزمایشی مقایسه می‌گردد.

٦-٥- گایدپلیت فلزی

گایدپلیت فلزی نوع دیگری از گایدپلیت است که در سیستم پابند وسلو مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته این نوع گایدپلیت با فنر وسلوی SKL۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماده تولیدی گایدپلیت ۲-ST۴۴ است. وزن قطعه تولیدی در حدود ۰/۸۸۶ کیلوگرم است. در شکل (۶-۶) و جدول (۶-۲)، نقشه گاید به همراه رواداریهای ابعادی آن آورده شده است. تعداد ۲۰ نمونه مورد بازرسی ابعادی قرار می‌گیرند. شرایط رد یا قبول نهایی بر اساس شکل‌های ارائه شده در فیش ۱-UIC۸۶۴، مشابه با شرایط پیچ پابند تراورس بتنی است.



شکل ٦-٦ – نقشه گایدپلیت فلزی

جدول ٦-٢- کنترل ابعادی گایدپلیت فلزی

کنترل ابعادی گاید پلیت فلزی تولید: تاریخ:

ردیف	کد ابعاد	استاندارد نقشه	نتیجه اندازه‌گیری شده بر حسب mm																			
١	A	٤	نمونه ١	نمونه ٢	نمونه ٣	نمونه ٤	نمونه ٥	نمونه ٦	نمونه ٧	نمونه ٨	نمونه ٩	نمونه ١٠	نمونه ١١	نمونه ١٢	نمونه ١٣	نمونه ١٤	نمونه ١٥	نمونه ١٦	نمونه ١٧	نمونه ١٨	نمونه ١٩	نمونه ٢٠
٢	B	١٠ ±٠/٥																				
٣	C	١٤ +١																				
٤	D	١٨ ±٠/٥																				
٥	E	٤ ±٠/٥																				
٦	F	٧ +١																				
٧	G	١٦ ±٠/٥										-										
٨	H	٢٨ +٢																				
٩	I	٣٢ +٢																				
١٠	J	٢٧ +١																				
١١	K	١٢ ±٠/٥																				
١٢	L	١١٠ ±٠/٨																				
١٣	O	R٨																				
١٤	P	R٩																				
١٥	Q	R٨																				
١٦	R	R٧/٥																				

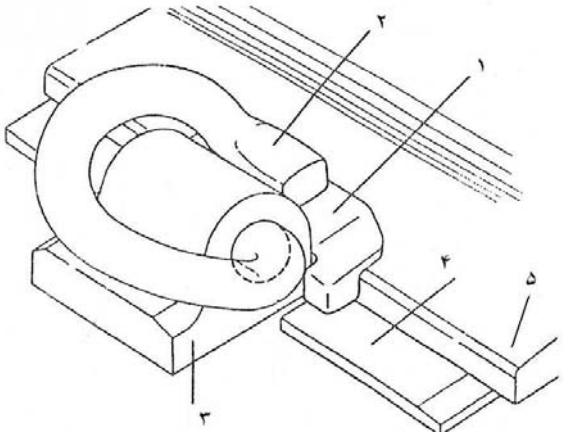
توضیحات:

فصل هفتم

اینسولیت

۷-۱- کلیات

اینسولیت قطعه‌ای است که از آن به عنوان عایق الکتریکی بین فنر پابند پاندرول و پایه ریل استفاده می‌شود. از آنجا که قطعه فوق باید از استحکام فشاری و ضربه‌ای قابل ملاحظه برخوردار باشد، در ساخت آن از پلاستیکهای مهندسی با خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب همچون پلاستیکهای تقویت شده (کامپوزیتهای پلاستیکی) استفاده می‌شود. شکل (۷-۱) محل قرار گرفتن قطعه اینسولیت درون سیستم پابند پاندرول را نشان می‌دهد. این قطعه باعث کاهش ارتعاشات سیستم پابند نیز می‌گردد، بنابراین استفاده و قرارگیری صحیح از آن مسئله مهمی است که همواره باید مورد توجه قرار گیرد.



Ĥ- Ołوکیل
ĥ- ğررلیلر
Ħ- Ǵلل
ħ- ÆĞستè ǴŢÅDž زهر رهل (yĩ)
Ĩ- Ǵلر رهل

شکل ۷-۱- اجزا پابند در سیستم پاندرول

۷-۲- ماده اولیه

ماده اولیه برای تولید اینسولیت از نایلون ۶۶ (پلی‌آمید ۶۶) که با ۳۰ الی ۳۵ درصد الیاف شیشه تقویت شده، تشکیل شده است. با توجه به اینکه اینسولیتها در مناطق بیابانی و گرمسیری و در زیر تابش مستقیم اشعه نور خورشید مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید ضمن مقاوم بودن در درجه حرارتهای زیاد، در مقابل اشعه ماورا بنفش نور خورشید (عامل تخریب کننده پلیمر) نیز مقاوم و پایدار باشند. از اینرو پلی‌آمید تقویت شده‌ای در تولید آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد که در برابر حرارت و اشعه ماورا بنفش مقاوم است. ماده اولیه اینسولیت باید دارای خواص فیزیکی زیر داشته باشد:

تراکم: مطابق با ASTM-D۷۹۹ یا DIN۵۳۷۹۴، ۱/۳ تا ۱/۴۵ $\frac{gr}{cm^3}$.

نقطه ذوب: مطابق با ASTM-D۷۸۹ ، $۲۷۰^{\circ}C$ تا $۲۵۰^{\circ}C$

مقاومت الکتریکی: مطابق با ASTM-D۷۹۸ کنترل گردد. برای نمونه قالب‌گیری شده حداقل $۲*۱۰^{۱۲}$ ohm.cm و تحت شرایط بند (۸-۳-۱)، حداقل $۲*۱۰^{۷}$ ohm.cm.

۷-۳- اینسولیت تولید شده

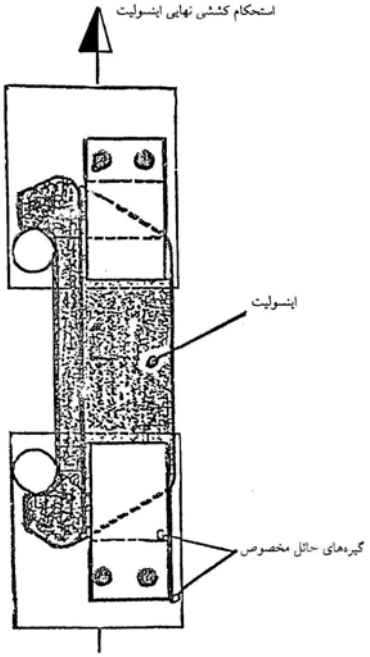
اینسولیت تولید شده باید خواص فیزیکی، مکانیکی و ظاهری زیر را داشته باشد:

۷-۳-۱- جذب آب

در این آزمایش، اینسولیتها درون آب در دمای حداقل $95°C$ قرار داده می‌شوند. تحت این شرایط باید بین ۰/۸ تا ۱/۲ درصد وزنی خود (در حالت خشک) آب جذب کنند.

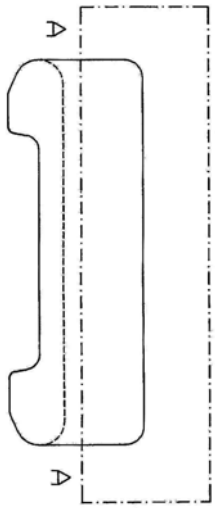
۷-۳-۲- استحکام کششی نهائی

نمونه‌ها باید درون یک گیره مخصوص که به‌همین منظور ساخته شده است، سفت و محکم گشته و نیروی کششی همانند شکل (۷-۲) به آنها اعمال گردد.

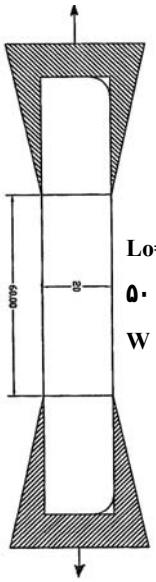


شکل ۷-۲- آزمایش کشش بر روی قطعه اینسولیت با استفاده از دستگاه آزمایش کشش و یا ماشینهای مشابه

تحت نیروی کششی حداقل ۴۵۰kg نباید هیچگونه علایمی از تخریب در اینسولیت اتفاق بیافتد. (یعنی ترک و یا تغییر شکلی در آن بوجود بیاید. علاوه بر آن برای اطمینان از آنکه ساختار قطعه تولید شده یکنواخت باشد، نمونه‌هایی مطابق با شکل (۷-۳- الف) از قطعه تهیه و استحکام کششی آنها، تحت شرایط مندرج در شکل (۷-۳- ب) تعیین می‌شود. در این حالت استحکام کششی باید حداقل ۹۰Mpa و درصد ازدیاد طول حداکثر ۱۵درصد باشد.



شکل ۷-۳- الف ـ نمونه آزمایش کشش



Lo= ۶۰ mm

سرعت کشش: ۵۰ mm/min

پهنا: W ≥ ۲۰ mm

شکل ۷-۳- ب ـ شرایط آزمایش کشش

۷-۳-۳- سختی

بر روی اینسولیتها، آزمایش سختی مطابق با استاندارد ASTM-D۷۸۵ (روش A) انجام شده و سختی بـصورت راکـول گـزارش می‌گردد. سختی اینسولیتها باید حداقل ۹۵ راکول باشد و متوسط دو عدد خوانده شده، گزارش شود.

۷-۳-٤- استحکام ضربه‌ای

استحکام ضربه‌ای مطابق با استاندارد ASTM-D۲۵۶ بر روی نمونه‌های تهیه شده از اینسولیت که در شـکل (۷-۴) نـشان داده شده است، انجام می‌شود. ضربه باید از قسمتی که توسط دستگاه فرز تراشیده نشده است، به نمونه وارد شود. نمونه‌هـای مربـوط بـه آزمایش ضربه باید به مدت ۲۴ ساعت در دمای معمولی درون آب قرار گیرند. تحت این شرایط استحکام ضـربه‌ای بـدون نـاچ[1] بایـد حداقل ۴۰kj/m2 و استحکام ضربه‌ای با ناچ باید حداقل ۶ kj/m^2 باشد.

نمونه برای آزمایش ضربه از مکان مشخص شده در اینسولیت (مطابق شکل ۷-۴- الف) بریده شده و سپس بـه وسـیله دسـتگاه فرز سطح برش صاف گشته و در نهایت به ابعاد و اندازه‌های مشخص شده، در شکل(۷-۴- ب) در می‌آید. لازم به ذکر است که تنها وجه بریده شده با دستگاه فرز تراشیده می‌شود و بقیه سطوح به همان حالت باقی می‌ماند. برای انـدازه‌گیـری مقاومـت ضـربه‌ای، در دستگاه آزمایش ضربه، ضربه به وجه مقابل وجه تراشیده شده، اعمال می‌گردد.

---

۱ - Ãاکّاو ÉاکّاÉ ÉاکّاÉ ÉاکّاÉ

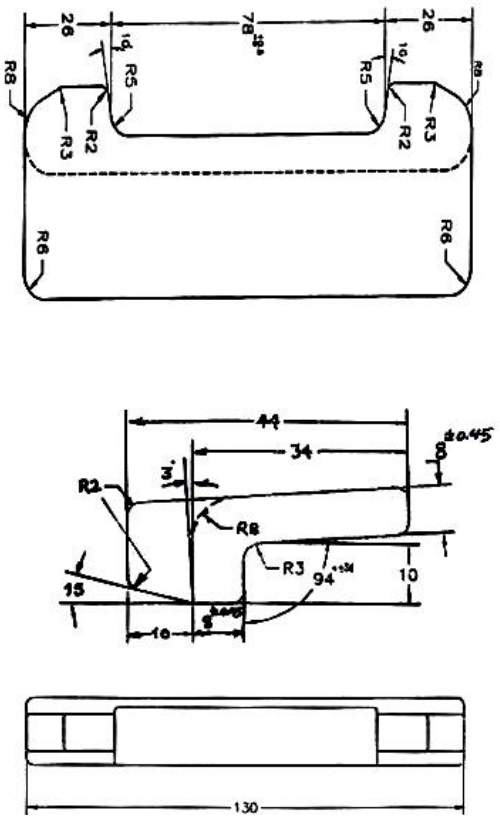
شکل ۷-٤- الف ـ مکان بریدن نمونه برای آزمایش ضربه از اینسولیت

L = ٦٣ تا ٦٥ میلیمتر
W = ۱۲/۷ ± ۰/۲ میلیمتر

شکل ۷-٤- ب- نمونه بکاررفتهٔ آزمایش ضربه

۷-۳-۵- کنترل ابعادی

نمونه‌ها باید مطابق با ابعاد و اندازه‌های شکل (۷-۵) یا نمونه تحویلی به سازنده، کنترل شود و ابعاد مهم که در شکل مشخص شده است، به دقت مورد بازرسی قرار گیرد.



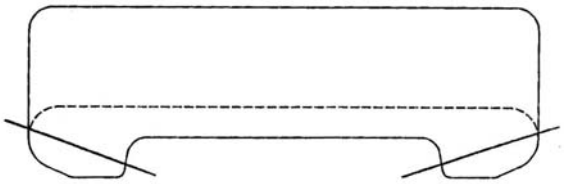
شکل ۷-۵- اینسولیت تراورس بتنی سیستم پابند پاندرول

۷-۳-٦- بازرسی چشمی

سطوح باید تمیز و عاری از هر نشانه سوختگی و فروفتگی باشد.

۷-۳-۷- تخلخل

نمونه‌ها باید از قسمت برآمدگی اینسولیت (شکل ۷-۶) بریده شده و بدقت مورد بررسی قرار گیرند. در نمونه‌ها نباید هیچگونه تخلخل قابل رویت توسط چشم، وجود داشته باشد.



شکل ۷-٦- سطح برش تعیین خلل و فرج در اینسولیت

۷-۳-۸- تعیین وزن اینسولیت

پس از آنکه نمونه‌های آزمایشی اولیه اینسولیت از لحاظ خواص فیزیکی و مکانیکی مورد تائید قرار گرفت، نمونه‌های هرحفره قالب وزن می‌شود. متوسط مقادیر بدست آمده، وزن مبنا برای هر قطعه اینسولیت تولید شده با آن حفره قالب است.

در تولید انبوه، نمونه‌های انتخاب شده از هر حفره قالب، وزن شده و با مقدار متوسط بدست آمده در تولید آزمایشی، مقایسه می‌گردد. اگر وزن نمونه از مقدار متوسط کمتر باشد، تولید متوقف شده و تولید کننده موظف است برای رفع این مشکل اقدام نماید.

۷-۳-۹- کنترل علائم روی اینسولیتها

در هر قطعه اینسولیت تولیدی، باید شماره قالب، سال ساخت و همچنین مارک سازنده در نقاط مشخص شده توسط سفارش دهنده به وضوح قابل رویت باشد.

۷-٤- صورت آزمایش‌های مورد لزوم

آزمایش‌هایی که باید بر روی قطعات اینسولیت تولید شده انجام گیرد، بشرح زیر است:

۷-٤-۱- نحوه کنترل مواد اولیه

تامین کنندگان مواد اولیه باید همراه هر محموله ارسالی خود، صورتی از تائیدیه مورد قبول خود را در ارتباط با ماده ارسالی به سازنده اینسولیت تحویل دهند. در جدول (۷-۱) فهرستی از انواع تجارتی پلی‌آمید تقویت شده برای تولید اینسولیت به تفکیک شرکت‌های سازنده که مشخصات فیزیکی و مکانیکی آنها مورد تائید راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران می‌باشد، ارائه شده است.

لازم به ذکر است که تولید کننده تنها مجاز است تا حداکثر ۱۰ درصد مواد باقی مانده در راه‌گاه تزریق (بصورت گرانول) را به ماده اولیه به هنگام تولید اضافه نماید. برای استفاده از موادی که درون راه‌گاه تزریق باقی مانده است باید قبل از سرد شدن، گرانول (دانه دانه) شده و در همان زمان مصرف گردد. دلیل این امر آنست که پلی‌آمیدها جاذب رطوبت بوده و به مرور زمان رطوبت را جذب می‌کنند، لذا اگر به هنگام تولید از پلی‌آمیدی که رطوبت جذب نموده استفاده گردد، درون قطعه تولیدی حفره‌های ریز ایجاد خواهد شد. این مسئله خود سبب کاهش مقاومت مکانیکی قطعه تولیدی می‌شود.

جدول ۷-۱- فهرست انواع تجارتی پلی آمید تقویت شده مورد تائید راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران

ردیف	نام و شماره گرید				نام شرکت تولیدکننده
۱	ULTRAMID	B3EG6 B3G6 HSL	SCHWARZ Blak	22098	BASF
۲	MARANYL	A190	Blak	9069	ICI
۳	ZYTEL	70G30HSL	Blak	RBk99	DUPONT
۴	DURETAN	AKV30	Blak	H9009/0	BAYER
۵	DURETAN	BKV30	Blak	H9005/0	BAYER

در پیوست (۷- الف)، نتایج آزمایش‌های مربوط به استحکام کششی و استحکام ضربه‌ای مطابق با روشهای (۷-۳-۲) و (۷-۳-۴) این دستورالعمل بر روی قطعه فابریک ارائه شده است. در پیوست (۷- ب) نیز نتایج آزمایش‌ها بر روی انواع مختلف تجارتی ارائه شده که مطابق با روشهای (۷-۳-۲) و (۷-۳-۴) این گزارش است.

تنها در صورتیکه آزمایش‌های کنترلی تشریح شده در بندهای (۷-۳-۱) الی (۷-۳-۸) با مشخصات و مقادیر داده شده مطابقت نداشته باشد، آزمایش‌های کنترلی تشریح شده در بندهای (۷-۲-۱)، (۷-۲-۲) و (۷-۲-۳) باید بر روی مواد اولیه انجام گیرد.

۷-٤-۲- نحوه کنترل محموله تولید شده

بر روی محموله اینسولیت مورد بازرسی، باید آزمایش‌های کنترلی زیر انجام پذیرد:

جذب آب: یک نمونه برای هر ۲۰۰۰ عدد اینسولیت مورد بازرسی.

استحکام کششی: یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۲۰۰۰ عدد اینسولیت تولید شده با آن حفره قالب.

سختی: یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰۰ عدد اینسولیت تولید شده با آن حفره قالب.

مقاومت ضربه‌ای: یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰۰ عدد اینسولیت تولید شده با آن حفره قالب.

درستی ابعادی: یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰ عدد اینسولیت تولید شده با آن حفره قالب.

بازرسی چشمی: یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰ عدد محصول تولید شده با آن حفره قالب.

تخلخل: یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۲۰۰ عدد محصول تولید شده توسط آن حفره قالب.

وزن اینسولیت: یک نمونه از هر حفره قالب به ازای هر ۵۰۰ عدد محصول تولید شده توسط آن حفره قالب.

۷-۵- شرایط پذیرش انباشته

پیش از شروع تولید انبوه، ۱۰ عدد اینسولیت به ازای هر حفره قالب انتخاب کرده و آزمایش‌های (۷-۳-۱) الی (۷-۳-۹) بمنظور اطمینان از صحیح بودن ماده اولیه انتخابی انجام می‌گیرند. نتایج آزمایش‌های انجام گرفته بر روی اینسولیتهای تولید شده در اختیار

طرفین معامله قرار داده می‌شود. تولیدکننده تنها در صورتی اقدام به تولید انبوه می‌کند که مشخصات بدست آمده از روی ۱۰ نمونه انتخابی کاملاً مطابق با مشخصات فنی مورد قبول در این دستورالعمل باشد.

به هنگام تولید انبوه، نمونه‌هایی مطابق با بند (۷-۴-۲) به منظور انجام آزمایش‌ها بر روی محموله تولید شده، انتخاب شده و آزمایش‌های کنترلی مطابق با بندهای (۷-۳-۱) الی (۷-۳-۹) بر روی آنها انجام می‌گیرد. اگر نتایج بدست آمده با مشخصات این گزارش مطابقت نداشته باشد، نمونه‌های بیشتری در زمانهای مشابه از محموله تولید شده برداشته و آزمایش‌های کنترلی با نتایج منفی تکرار می‌گردد. اگر نتایج آزمایش‌های تکراری باز هم منفی باشد، کل محموله تولید شده مردود اعلام می‌شود، مگر بجز در حالتی که نتایج آزمایش جذب آب، درستی ابعادی و بازرسی چشمی منفی باشد که در این حالت، بر روی کل محموله تولیدی بصورت ۱۰۰ درصد بازرسی کیفی انجام می‌پذیرد.

اگر در هر مرحله تولید، بازرسان کنترل کیفی اشکالات و نواقصی را مشاهده نمایند، موظفند آنرا کتباً به تولیدکننده اعلام کنند تا تولیدکننده با متوقف کردن تولید، درصدد رفع اشکالات و نواقص برآید و مجدداً پس از بر طرف شدن اشکالات و نواقص و با تأیید بازرسان کنترل کیفی، اقدام به تولید انبوه نماید.

اینسولیتهای تولیدی باید به تفکیک شماره قالب درون جعبه‌های مقوائی بسته‌بندی شوند. تعداد اینسولیت درون هر جعبه به هنگام عقد قرارداد توسط واحد مصرف‌کننده تعیین می‌گردد.

پیوست ۷- الف

۱- استحکام کششی

شماره نمونه	عرض (cm)	ضخامت (cm)	سطح (cm^2)	F ماکزیمم (kg)	تنش ($\frac{kg}{cm^2}$)	میانگین ($\frac{kg}{cm^2}$)
A۱	۲/۲۷	۰/۷۹	۱/۷۹۳	۲۱۰۰	۱۱۷۳	۱۰۸۰= (۱۰۸Mpa)
A۲	۲/۴۹	۰/۸	۱/۹۶۸	۲۰۰۰	۱۰۲۰	
A۳	۲/۵۹	۰/۸	۲/۰۴۸	۲۱۵۰	۱۰۴۹	

۲- استحکام ضربه‌ای

شماره نمونه	عرض	ضخامت	انرژی	استحکام ضربه ای	میانگین
	cm	cm	Kg.cm	$\frac{kgcm}{cm^2}$	$\frac{kg}{cm^2}$
A۱	۱/۳۷	۰/۷۹	>۷۵	>۷۰	> ۷۱
A۲	۱/۳۷۷	۰/۷۹	>۷۵	>۷۰	
A۳	۱/۲۸	۰/۸۱	>۷۵	>۷۲	
A۴	۱/۲۹	۰/۸۱	>۷۵	>۷۲	

پیوست ۷- ب

۱- استحکام کششی (L_0 = ٦ cm)

ردیف	نوع نمونه (وزن چهار عدد اینسولیت)	عرض (cm)	ضخامت (cm)	ΔL (cm)	استحکام کششی $\frac{N}{mm^2}$	درصد ازدیاد طول (٪)
۱	BASF- ULTRAMID B3EG6 گرم (۲۶۸)	۲/۱۸	۰/۷۲۲	۰/۷۲	۱۱۹/۵	٪۱۲
۲	BASF- ULTRAMID A3WG7 گرم (۲۷۳)	۲/۰۹	۰/۷۳	۰/۶	۱۲۱/۵۸	٪۱۰
۳	BASF- ULTRAMID A3WG6 گرم (۲۷۰)	۲/۳۱	۰/۷۵	۰/۵۱	۷۹/۲۲	٪۸/۵
۴	DUPONT- ZYTEL 70G30 HSL- RBK99 گرم(۲۶۳)	۲/۲۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۱۳۰	٪۱۰/۶
۵	DUPONT- ZYTEL 70G35 HSL- RBK39B گرم(۲۷۰)	۲/۱۴	۰/۷	۰/۷	۱۳۸/۸۵	٪۱۱/۶
۶	BAYER- AKV 30 H2 گرم(۲۶۴)	۲/۱۰	۰/۷۳	۰/۶۵	۱۲۵/۵۷	٪۱۰/۸
۷	BAYER- AKV 35 H2 گرم(۲۶۵)	۲/۰۴	۰/۷۵	۰/۶۹	۱۲۶/۶۳	٪۱۱/۵
۸	TECHNYL A218- V35 گرید فرانسوی (گرم ۲۷۳)	۲/۱۳	۰/۷۵	۰/۵۹	۱۱۷/۲۱	٪۹/۸

۲- استحکام ضربه‌ای

ردیف	شماره نمونه (گرم وزن چهار عدد)	عرض (cm)	ضخامت (cm)	ضربه نیرو (kgf)	استحکام ضربه $\frac{kj}{m^2}$
۱	BASF- ULTRAMID B3EG6 گرم (۲۶۸)	۰/۷۶۸	۱/۲۶	۴۵/۳	۴۶/۸۱
۲	BASF- ULTRAMID A3WG7 گرم (۲۷۳)	۰/۷۸	۱/۲۶	۳۹	۳۹/۶۸
۳	BASF- ULTRAMID A3WG6 گرم (۲۷۰)	۰/۷۷	۱/۲۶	۳۰	۳۰/۹۲
۴	DUPONT- ZYTEL 70G30 HSL- RBK99 گرم(۲۶۳)	۰/۷۹	۱/۲۷	۳۴/۵	۳۴/۳۸
۵	DUPONT- ZYTEL 70G35 HSL- RBK39B گرم(۲۷۰)	۰/۷۷	۱/۲۵	۵۸	۶۰/۲۵
۶	BAYER- AKV 30 H2 گرم(۲۶۴)	۰/۷۷	۱/۲۴	۳۳	۳۲/۲۱
۷	BAYER- ALV 35 H2.0 گرم(۲۶۵)	۰/۷۹	۱/۲۶	۲۴/۴	۲۴/۵۱
۸	TECHNYL A218- V35 (گرم ۲۷۳)	۰/۷۷	۱/۲۷	۳۱/۵	۳۲/۲۱

فصل هشتم

صفحات لاستیکی زیر ریل (پد)

۸-۱- کلیات

دراین فصل شرایط مربوط به کیفیت مواد، ساخت و قبول صفحات لاستیکی برای قرار دادن بین ریلها و صفحات زیر ریل یا بین ریلها و تراورسها بیان می‌شود. صفحات زیر ریل، که برای آنها باید منحنی بار- خمیدگی تعیین شده باشد، عمدتا با پابندهای ارتجاعی مورد استفاده قرار گرفته تا نیروی گیرش کنترل شده‌ای را بر پایه ریل اعمال کنند.

۸-۲- شرایط ساخت

۸-۲-۱- مواد اولیه

صفحات لاستیکی ممکن است از انواع زیر باشد:

- لاستیک طبیعی یا مصنوعی
- مواد پلاستیکی
- مواد کامپوزیت

۸-۲-۲- روش ساخت

روش خاصی برای ساخت، مشخص نشده است. در هر مرحله، سازنده باید با بکار بردن جدیدترین روشها، کنترلهای لازم بر تولید را اعمال نماید تا مطمئن شود که تولید منطبق با مشخصات موجود است.

۸-۲-۳- تعداد نمونه‌های آزمایشی

در سفارش خرید باید تعداد نمونه‌های تهیه شده توسط سازنده، برای راه‌آهن خریدار مشخص شود. همچنین تهیه و ارسال آنها بعهده سازنده خواهد بود.

۸-۲-٤- نقشه‌ها

راه‌آهن خریدار باید همراه آگهی مناقصه، یک کپی از نقشه‌ها را ضمیمه نماید.

۸-۲-۵- علائم روی نقشه

مشخصات زیر باید با خطی خوانا و پاک‌نشدنی در یکی از سطوح صفحات درج گردد:

- علامت اختصاصی سازنده
- دو رقم آخر سال ساخت

و بر حسب درخواست راه‌آهن:

- عدد چهار رقمی سال
- عدد مشخص کننده هر پخت
- کد مشخصات ویژه‌ای که خریدار مشخص نماید.

۸-۲-٦- موارد تکمیلی

باید صفحات مسطح و صاف بوده و برش گوشه‌ها بدون هیچگونه پرز و زائده‌ای باشد، مگر اینکه در درخواست مناقصه بگونه دیگری مشخص شده باشد. همچنین صفحات از جنس پلاستیک، باید عاری از اشکالات قالبگیری باشد.

۸-۲-۷- رواداریها

جز در مواردی که در نقشه‌ها آورده شده است، سایر رواداریهای مربوطه باید مطابق با موارد زیر باشد:

- طول: ۶ میلیمتر
- عرض: ۲ میلیمتر
- ضخامت: ۰/۵ میلیمتر
- گونیا بدون برش: ۲ میلیمتر

۸-۳- شرایط قبولی

۸-۳-۱- نوع و تعداد آزمایش‌ها

صفحات بر حسب مواد اولیه مورد مصرف باید تحت آزمایش‌های مشخص شده قرار گیرد. آزمایش‌ها مطابق با آنچه که آگهی مناقصه نشان می‌دهد، در آزمایشگاه انتخاب شده توسط راه‌آهن خریدار در کشور خود یا کشور سازنده، انجام خواهد شد. باید یک رشته کامل از آزمایش‌ها روی یک محموله شامل ۱۰۰۰۰ نمونه یا بخشی از آن انجام شود. اگر این مورد در آگهی مناقصه ذکر شده باشد، یک کنترل کیفیت آماری مجدد نیز باید انجام گیرد. تهیه نمونه‌های آزمایشی و تشکیلات لازم برای آزمایش نیز، باید به هزینه سازنده باشد، مگر آنکه آگهی مناقصه موارد دیگری را نشان بدهد.

۸-۳-۲- انتخاب و تهیه صفحات آزمایشی

صفحات تولید شده از هر پخت باید بصورت مجزا دسته‌بندی شود و نمونه‌ها باید طوری انتخاب شود که نماینده پخت موردنظر باشد. نمونه‌ها باید بر طبق دستورالعمل‌های بازرسی دریافت شده، علامت‌گذاری و مهر شود و قابل شناسایی باشد.

۸-۳-۳- تشکیلات مربوط به آزمایش

۸-۳-۳-۱- شرایط عمومی

آزمایشها و نتایج قابل قبول آنها برای انواع صفحات لاستیکی مورد استفاده در راه‌آهن، در پیوستهای ۱ تا ۳ فیش UIC۸۶۴-۵ آورده شده است. برای نمونه، مشخصات مربوط به صفحات لاستیکی شیاردار، در پیوست (۸- الف) آورده شده است. صفحات لاستیکی مورد آزمایش به منظور بدست آوردن گواهی قبولی، باید کلیه آزمایش‌های لازم را با رضایت پشت‌سر گذارند. گرچه آگهی مناقصه بر مبنای آزمایش‌های داده شده تهیه می‌شود، راه‌آهن خریدار ممکن است آزمایش‌های اضافی دیگری را نیز تحت شرایط خاص خود انجام دهد.

۸-۳-۳-۲- آزمایش‌ها

آزمایش‌ها باید در درجه حرارت ^{o}C ۳ ±۲۱ و بر طبق استانداردهای ملی آزمایشگاه انتخاب شده انجام شود، مشروط بر آنکه شرایط قرار داده شده مربوط به مشخصات را نقض نکند، مگر در مواردی که در آگهی مناقصه قید شده باشد.

۸-٤- بسته‌بندی

صفحات باید در بسته‌بندی‌های ۱۰۰ تائی تحویل داده شود، این بسته‌ها باید بطور مرتب روی یکدیگر چیده شده و بوسیله دو بند عمود بر یکدیگر بسته شوند، مگر در مواردی که در آگهی مناقصه بصورت دیگری خواسته شده باشد.

۸-۵- ضمانت‌نامه

سازنده باید تولیدات خود را در برابر اشکالات ساخت و مواد اولیه برای یک دوره سه ساله بعد از ساخت (که روی صفحه لاستیکی مشخص شده) ضمانت نماید، نظارت کارمندان راه‌آهن خریدار و یا آزمایش‌های انجام شده در زمان تحویل، هیچکدام نمی‌تواند مسئولیت سازنده را در این مورد محدود نماید.

پیوست ۸- الف

مشخصات فنی مربوط به صفحات شیاردار لاستیکی (طبیعی و مصنوعی) زیر ریل

الف- قبل از فرسایش

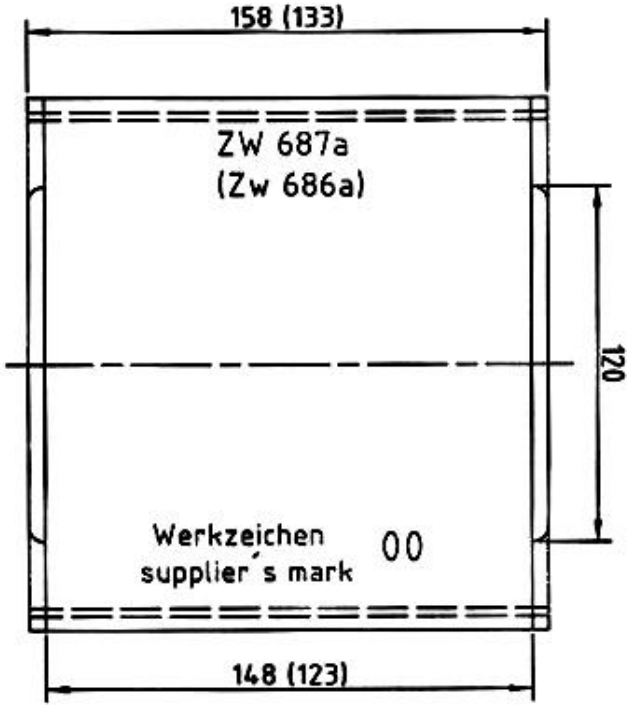
آزمایش	حد پذیرش (UIC ۸٦٤-٥)	ملاحظات
سختی (Shore A)	حداقل ۶۵	۱- حداقل در یک سانتیمتری گوشه صفحات و در ۵ محل، در بین شیارها ۲- کمترین عدد بدست آمده ملاک است.
استحکام کششی (N/mm^2)	حداقل ۱۲	میانگین پنج بار آزمایش
ازدیاد طول تا حد پارگی (٪)	حداقل ۲۵۰	میانگین پنج بار آزمایش
ضریب مربوط به ٪۱۰۰ ازدیاد طول (N/mm^2)	حداقل ۳ حداکثر ۵	میانگین سه بار آزمایش
ماکزیمم درصد تغییر شکل (ترموپلاستیسیتی) (٪)	۱- ۲۵ ۲- ۳۰	۱- تعیین میزان Set روی نمونه آزمایش کشش که در معرض ازدیاد طول ٪۵۰ قرارگرفته و بمدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۰ ^oC بوده است. ۲- فشردن قطعه تا ٪۵۰ طول اولیه در ۱۰۰^oC بمدت ۲۴ ساعت. ۳- این آزمایش تنها در مورد لاستیک سنتتیکی بکار می‌رود و میانگین سه بار آزمایش ملاک است.
مقاومت الکتریکی $M\Omega$	حداقل ۱۰۰۰	میانگین دو بار آزمایش
منحنی بار- تغییر مکان	مطابق منحنی موجود در فیش UIC	

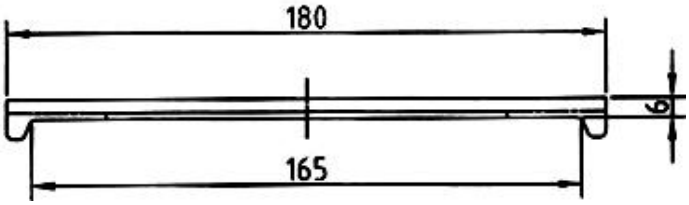
ب- پس از فرسایش

آزمایش	حد پذیرش (UIC ۸٦٤-٥)	ملاحظات
سختی (Shore A)	حداکثر ۱۵ واحد بیشتر از بزرگترین عدد خوانده شده در گرمایش قبل از فرسایش	هفت روز فرسایش در ۴۰°C-
استحکام و کششی (N/mm^2)	حداقل ۱۰	نحوه فرسایش ۱- در مورد لاستیک سنتتیکی بمدت چهار روز در دمای ۱۰۰±۲°C ۲- در مورد لاستیک طبیعی بمدت هفت روز در دمای ۷۰±۲°C
ازدیاد طول تا حد پارگی (٪)	حداقل ۱۸۰	
ابقاء خواص در خلال فرسایش (٪)	۷۰ ۶۰	۱- حداقل ابقاء استحکام کششی در نمونه پس از فرساش ۲- حداقل ابقاء ازدیاد طول در نمونه پس از فرساش
مدول ۱۰۰٪ ازدیاد طول (N/mm^2)	نباید بیش از ۴۰٪ با مقادیر قبل از فرسایش تفاوت داشته باشد.	

پیوست ۸- ب

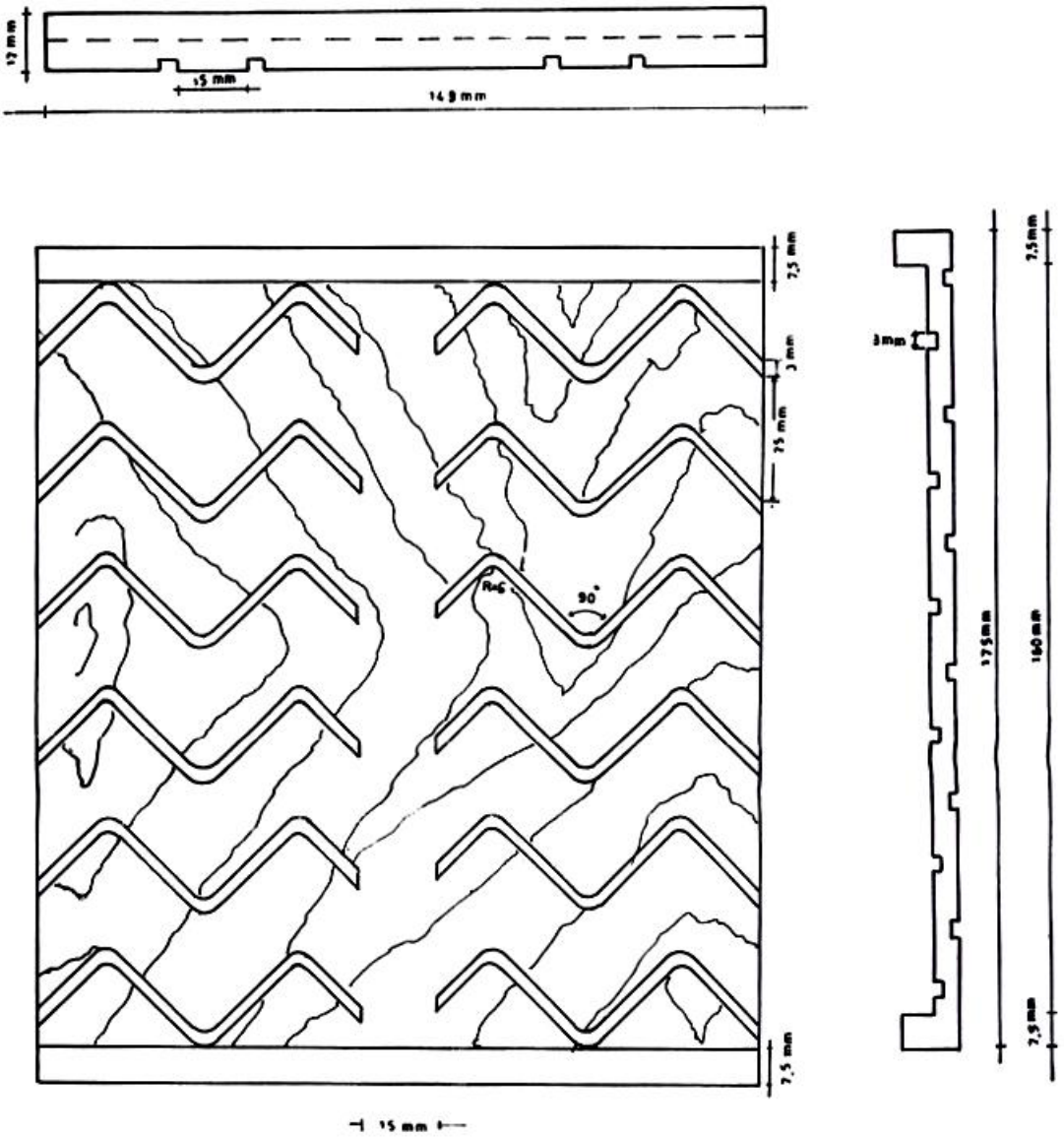
نقشه صفحات لاستیکی زیر ریل





شکل ۸-۱- نقشه صفحات لاستیکی زیر ریل

صفحات لاستیکی زیر ریل (پد شیاردار)



شکل ۸-۲- نقشه صفحات لاستیکی زیر ریل (پد شیاردار)

فصل نهم

شولدر تراورس بتنی

۹-۱-کلیات

شولدر تراورس بتنی در هنگام تولید تراورس، در داخل آن قرار می‌گیرد و وظیفه آن ایجاد مهاری برای قرار گرفتن فنـر پانـدرول بر روی تراورس بتنی است.

۹-۲- جنس قطعه

آلیاژی که به طور معمول برای تولید این قطعه بکار می‌رود. چدن مالیبل فریتی است، ولی با توجه بـه مزایـای نـسبی چـدن نشکن فریتی(چدن داکتیل)، استاندارد و مشخصات آن، نیز در ادامه معرفی شده است:

جدول ۹-۱- تجزیه شیمیایی چدن مالیبل

C%	Si %	Mn %	S %	P %
۲/۳-۲/۶۵	۰/۹-۱/۴	۰/۲۵-۰/۵۵	حداکثر ۰/۱۸	۰/۰۵-۰/۱۸

جدول ۹-۲- تجزیه شیمیایی چدن داکتیل

ردیف	%C	%Si	حداکثر %Mn	حداکثر %P	حداکثر %S	%Ni	%Cu	حداکثر %Cr
۱	۳/۴-۳/۶	۱/۹-۲/۱	۰/۲۵	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۶-۰/۷۵	حداکثر ۰/۱	۰/۰۵
۲	۳/۴-۳/۶	۱/۹-۲/۱	۰/۲۵	۰/۰۴	۰/۰۱	حداکثر ۰/۵	۰/۳-۰/۴	۰/۰۵

البته در برخی از کشورها برای تهیه شولدر از چدنهای مالیبل پرلیتی نیز با توجه به شرایط آب و هوایی استفاده می‌شود. استاندارد این نوع چدنها در کشورهای مختلف ASTMÑ۲Ì۱ğ، DIN GTS-ÑÌ و BS۱۰-۳۱۰ می باشد.

۹-۳- خواص مکانیکی

خواص مکانیکی هر دو نوع چدن در جداول (۹-۳) و (۹-۴) آورده شده است:

جدول ۹-۳- خواص مکانیکی چدن مالیبل

سختی HB	درصد ازدیاد طول	تنش تسلیم N/mm^2	استحکام کششی N/mm^2
۱۲۵-۱۴۹	≥۱۰	≥۱۹۰	≥۱۳۰

جدول ۹-٤- خواص مکانیکی چدن داکتیل

سختی برینل	علامت	شماره ماده	حداقل استحکام‌کششی N/mm^2	حداقل استحکام‌تسلیم N/mm^2	حداقل درصد تغییرطول‌نسبی
۱۲۵-۱۶۵	GGG-۴۰/۳	۰/۷۰۴۳	۳۹۰	۲۵۰	۱۵

۹-٤- عملیات حرارتی

۹-٤-۱- عملیات حرارتی مربوط به چدن مالیبل

عملیات حرارتی در مورد چدنهای مالیبل دقیقاً تابع ترکیب شیمیایی و ضخامت قطعه و توانایی‌های تکنولوژیکی تولید کننده است، در اینجا یکی از دوره های زمانی متداول تولید چدن مالیبل فریتی پیشنهاد می‌گردد:

ابتدا قطعه تا حدود ۲ الی ۳ ساعت در دمای $۹۲۰^\circ C$ -۹۰۰ نگهداشته شده (مدت زمان نگهداری بستگی به ابعاد قطعه دارد و بایستی زمینه به طور کامل آستنیتی شود) و سپس تا $۷۳۰^\circ C$ سرد شده و در این حال به مدت ۲۴ ساعت در این دما نگهداری می‌شود، (در این مرحله جوانه‌زنی فریت به آسانی صورت می‌گیرد و کاربیدهای تشکیل شده احتمالی نیز در زمینه حل می‌شود). سپس قطعه در هوا سرد می‌گردد.

۹-٤-۲- عملیات حرارتی در مورد چدن داکتیل

به منظور حصول ساختار کاملاً فریتی با خواص ذکر شده، نیاز به عملیات حرارتی آنیلینگ است. در زیر دو نوع عملیات حرارتی مناسب پیشنهاد می شود:

۱- حرارت دادن قطعات تا ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد و نگهداری در این دما به مدت ۲ ساعت، سپس سرد کردن آهسته در کوره تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد و نگهداری در این دما به مدت ۴ ساعت و سپس سرد کردن آهسته در کوره تا دمای محیط.

۲- این عملیات حرارتی در صورتی توصیه می‌شود که شمش مورد استفاده از نوع با درجه خلوص زیاد باشد. عملیات عبارت است از حرارت دادن قطعات تا ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد و نگهداری در این دما به مدت ۲ ساعت، سرد کردن در کوره با سرعت ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ساعت تا رسیدن به درجه حرارت محیط است.

در صورت استفاده از عملیات شن‌زنی یا ساچمه‌زنی پس از عملیات حرارتی باید نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

- مدت زمان تمیز کاری وشدت آن حتی‌المقدور کم باشد.
- پس از عملیات ساچمه‌زنی، عملیات حرارتی تبلور مجدد در $۵۵۰-۶۰۰^{\circ}C$ به مدت ۴ ساعت صورت گیرد.

۹-۵- روش تولید

روش مطلوب تولید شولدر، ریخته‌گری در ماسه است. سیستم سرد کردن باید به نحوی باشد که در تمام زمینه کاربید اولیه و پرلیت تشکیل شود. از آنجائیکه قطعه فوق سوراخ دارد، طراحی ماهیچه باید به نحوی باشد که کیفیت سطوح داخلی سوراخ به خوبی ایجاد شود.

۹-٦- ساختار میکروسکوپی

۹-٦-۱- ساختار میکروسکوپی چدن مالیبل

سطح مقطع این چدن، فریتی است که گرافیتهای برفکی شکل در زمینه آن پخش شده است. تعداد دانه‌های گرافیتهای برفکی باید ۱۰۰ الی ۱۵۰ عدد در واحد سطح (میلیمتر مربع) باشد و حداقل باید ۷۰ درصد زمینه را فریت تشکیل دهد، در ضمن نباید در گرافیت اولیه سمنتیت وجود داشته باشد.

۹-٦-۲- ساختار میکروسکوپی چدن داکتیل

ساختار زمینه باید کاملاً فریتی و عاری از هر گونه کاربید باشد. درصد کروی شدن گرافیتها باید بیش از ۹۰ درصد بوده و تعداد آنها در واحد سطح (میلیمتر مربع)، ۱۰۰ الی ۱۵۰ عدد باشد. قطر گرافیتها در محدوده ۲۵ الی ۳۵ میکرون مناسب است. همچنین ساختار زمینه باید عاری از هر گونه ناخالصی، حفره و فازهای مضر باشد.

۹-۷- کنترل کیفیت

۹-۷-۱-کنترل کیفیت چدن مالیبل

قطعه بعد از ریخته‌گری باید فاقد هرگونه ماسه‌سوزی، حفره، مک و دیگر عیوب سطحی قابل رویت باشد، ابعاد قطعه باید مطابق نقشه کنترل شود و از نظر ظاهری نیز کنترل گردد. آزمایش‌های مربوط به کشش، سختی، متالوگرافی و ضربه، باید روی قطعه انجام شود. همچنین بر روی نمونه‌های تولید شده توسط سازنده، باید آزمایش‌هایی برای بدست آوردن NDT[1] صورت گیرد.

۹-۷-۲- کنترل کیفیت چدن داکتیل

قطعات باید دارای کیفیت سطحی مطلوب و عاری از هر گونه حفره‌های گازی، انقباضی یا سطوح بسیار خشن باشد. هر گونه شکاف، ترک یا خراشیدگی موجب رد قطعات خواهد شد.

انجام آزمایش‌های کشش (تعیین استحکام کششی، استحکام تسلیم و تغییر طول نسبی)، مقاومت در برابر ضربه در دماهای ۲۰+، صفر، ۲۰- و ۴۰- درجه سانتی‌گراد، سختی‌سنجی و متالوگرافی لازم است.

با توجه به عدم تهیه نمونه‌های ضربه و کشش از شولدرها، لازم است در هنگام ریخته‌گری قطعات، نمونه‌های به شکل Y^2 تهیه و از این قطعات، نمونه‌های ضربه، کشش و غیره تهیه گردد.

۹-۸- بازرسی نمونه‌ای

با توجه به جنس و روش تولید شولدر تراورس بتنی باید بازرسیهای زیر انجام شود:

۹-۸-۱- تجزیه شیمیایی

سازنده موظف است که مدارک مربوط به کنترل تجزیه را در اختیار بازرسین کنترل کیفی قرار دهد، سپس این بازرسین تعداد n نمونه به صورت اتفاقی انتخاب نموده و تجزیه نمایند. این تجزیه باید با تجزیه ارائه شده در مشخصات فنی مطابقت نماید و در صورت عدم تطابق تجزیه با استاندارد ذکر شده، محموله مردود شناخته می‌شود. نمونه‌گیری باید به صورت زیر انجام شود:

$N \leq ۱۵۰۰ \rightarrow n = ۳$

که در آن N، تعداد شولدر در هر محموله و n تعداد نمونه انتخابی برای آزمایش است. بازای هر ۱۵۰۰ عدد اضافی محموله، مجدداً ۳ نمونه اضافی دیگر انتخاب می‌شود.

۹-۸-۲- کنترل ساختاری (میکروسکوپی)

از نمونه‌های استفاده شده در مرحله قبل، از هر شولدر سه نمونه در سه مقطع، برای متالوگرافی تهیه می‌شود. این سه مقطع به ترتیب مربوط به قسمت درگیر با بتن، بدنه اصلی و قسمت لوله‌ای شکل انتهایی است. سپس ساختار با میکروسکوپ مشاهده می‌شود و در صورت تطابق با استاندارد ذکر شده در مشخصات فنی، (ساختار چدن نشکن تمام فریتی) محموله مورد تائید قرار می‌گیرد و در

1 - Nil Ductility Temperature
2 - Y-Block

غیر اینصورت، اگر ساختار فوق با عملیات حرارتی قابل اصلاح باشد، کارخانه سازنده موظف بـه تـصحیح سـاختار آن اسـت . در غیـر اینصورت محموله مردود شناخته می‌شود. نمونه‌گیری باید به صورت زیر انجام شود:

$N \leq ۱۵۰۰ \rightarrow n=۳ \qquad \rightarrow m=۹$

که در آن n، تعداد نمونه ها در هر مقطع و m، تعداد کل نمونه‌های تهیه شده برای کنترل ساختاری است. بازای هر ۱۵۰۰ عـدد اضافی محموله، مجدداً ۳ نمونه اضافی دیگر انتخاب می‌شود.

۹-۸-۳- آزمایش‌های مکانیکی

۹-۸-۳-۱- آزمایش کشش

در این آزمایش، استحکام کششی و تنش تسلیم و درصد ازدیاد طول نسبی مورد نظر است. تهیه مقاطع کششی از نمونه‌هـای Y و یا U شکل در هر فرآیند ریخته‌گری و در هر محموله باید مطابق با استاندارد BS۲۷۸۹ -۱۹۵۸ انجام گیرد. نمونه‌های مربوط بـه کشش مطابق با استاندارد BS۱۸ Part۲ ماشین‌کاری می‌شود. اگر مشخصات مکانیکی نمونه مخصوص کشش مطابق با مشخـصات ارائه شده در مشخصات فنی شولدر باشد، محموله مورد تائید است. نمونه گیری باید به صورت زیر انجام شود:

$N \leq ۱۵۰۰ \rightarrow n=۱$

که در آن n، تعداد نمونه‌های تهیه شده برای آزمایش کشش است. بازای هر ۱۵۰۰ عدد اضافی محموله، مجدداً ۱ نمونه اضـافی انتخاب می‌شود. در صورت امکانات کافی، بهتر است که سه نمونه تهیه و متوسط نتایج این سه نمونه به عنوان معیار کنتـرل در نظـر گرفته شود.

۹-۸-۳-۲- آزمایش ضربه

در این مرحله هدف به دست آوردن مقاومت و استحکام ضربه شولدر در درجـه حرارتهـای مختلـف °C ۲۰+، °C ۲۰- و °C ۴۰- است. نمونه‌های ضربه مطابق با استاندارد BS۱۳۱ Part ۲ از نمونه‌های Y و U شکل تهیه می‌گردد:

$N \leq ۱۵۰۰ \rightarrow n=۳ \qquad \rightarrow m=۹$

که در آن n، تعداد نمونه ها برای هر درجه حرارت و m، تعداد کل نمونه‌های تهیه شده برای آزمـایش ضـربه اسـت. بـازای هـر ۱۵۰۰ عدد اضافی محموله، مجدداً ۳ نمونه اضافی تهیه می‌شود. برای هر درجه حرارت سه آزمایش انجام می‌شـود و متوسـط نتـایج بدست آمده درنظر گرفته می‌شود. با توجه به امکانات موجود و توافق طرفین می‌توان بطور اختیاری یکی از آزمایش‌های ضـربه و یـا ساختار میکروسکوپی (متالوگرافی) را انتخاب نموده و انجام داد.

۹-۸-۳-۳- سختی‌سنجی

عملیات سختی‌سنجی باید مطابق با استاندارد BS۲۴۰ Part ۱ انجام شود و سختی‌سنجی برینل با ساچمه‌ای به قطر ۱۰ میلیمتر و با نیروی Kgf ۳۰۰۰ صورت می گیرد. اگر سطح نمونه‌ها کوچک باشـد، بایـد از سـاچمه بـه قطـر ۵ میلیمتـر و نیـروی Kgf ۷۵۰

استفاده شود. فقط در صورتی‌که سختی در حد ارائه شده در مشخصات فنی باشد، محموله مورد تائید قرار می گیرد. تعداد نمونه‌ها باید ۱ درصد کل تعداد شولدرهای هر محموله باشد.

۹-۸-٤- بازرسی ابعادی

برای هر محموله باید مطابق با استاندارد BS۶۰۰۱ – level I، تعداد n نمونه بصورت تصادفی انتخاب گردد. (AQL=٪۲/۵) ابعاد آن باید مطابق با نقشه اجرایی و توسط شابلونهای مربوطه و دیگر ابزار اندازه‌گیری مورد توافق طرفین، مورد کنترل قرار گیرد. اگر ابعاد اندازه‌گیری شده مطابق با اندازه‌ها و رواداریهای موجود در نقشه باشد، محموله قابل قبول خواهد بود.

$N \leq ۵۰۰۰۰ \rightarrow n = ۲۰۰$

اگر از این تعداد نمونه حداکثر ۱۱ شولدر رواداری و ابعاد خارج از ابعاد ذکر شده در نقشه و مشخصات فنی داشته باشند، محموله مردود اعلام می‌گردد. ابعاد و اندازه‌های مربوط به شولدر در پیوست (۹–الف) آورده شده است.

۹-۸-۵- بازرسی ظاهری

مطابق با استاندارد ارائه شده در مرحله قبل، تعداد n نمونه تصادفی انتخاب می گردد و با AQL برابر ٪۲/۵ مورد بررسی قرار می گیرد که باید دارای شرایط زیر باشد:

۱- قطعات شولدر باید عاری از ماسه‌سوزی، حفره، مک گازی و سایر عیوب قابل مشاهده باشد.

۲- حد مجاز ارتفاع زوائد سطحی در قسمت انتهای شولدر تا ۰/۸ میلیمتر است.

۳- حد مجاز ارتفاع زوائد سطح در قسمت درگیر با بتن حداکثر تا ۲ میلیمتر است.

۹-۸-٦- بازرسی غیر مخرب (در ارتباط با ترک یا شکاف)

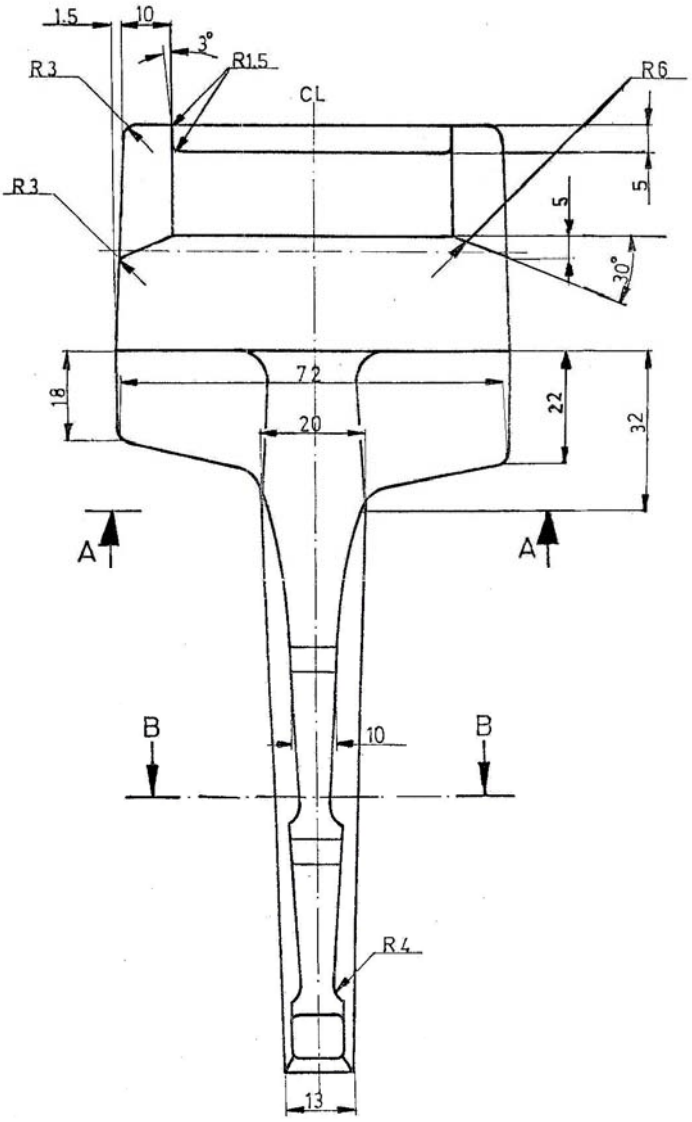
مطابق با استاندارد اعلام شده در مرحله قبل، تعداد n نمونه به صورت تصادفی انتخاب می‌شود. (AQL=٪۰/۴) به منظور نمایان کردن عیوب از روش ذرات مغناطیسی یا مایعات نفوذکننده و یا سایر روشها، استفاده می‌گردد. درصد مجاز عمق ترکهای سطحی در بدنه اصلی ریخته‌گیری، ۰/۵ میلیمتر است. در صورت مشاهده ترکهایی با عمق بیشتر باید از روش سنگ‌زنی برای از بین بردن آنها استفاده کرد (درحد مقدار مجاز ماشین‌کاری). سپس باید از آن بازرسی مجدد صورت گیرد.

۹-۹- شرایط قبول یا رد محموله‌ها

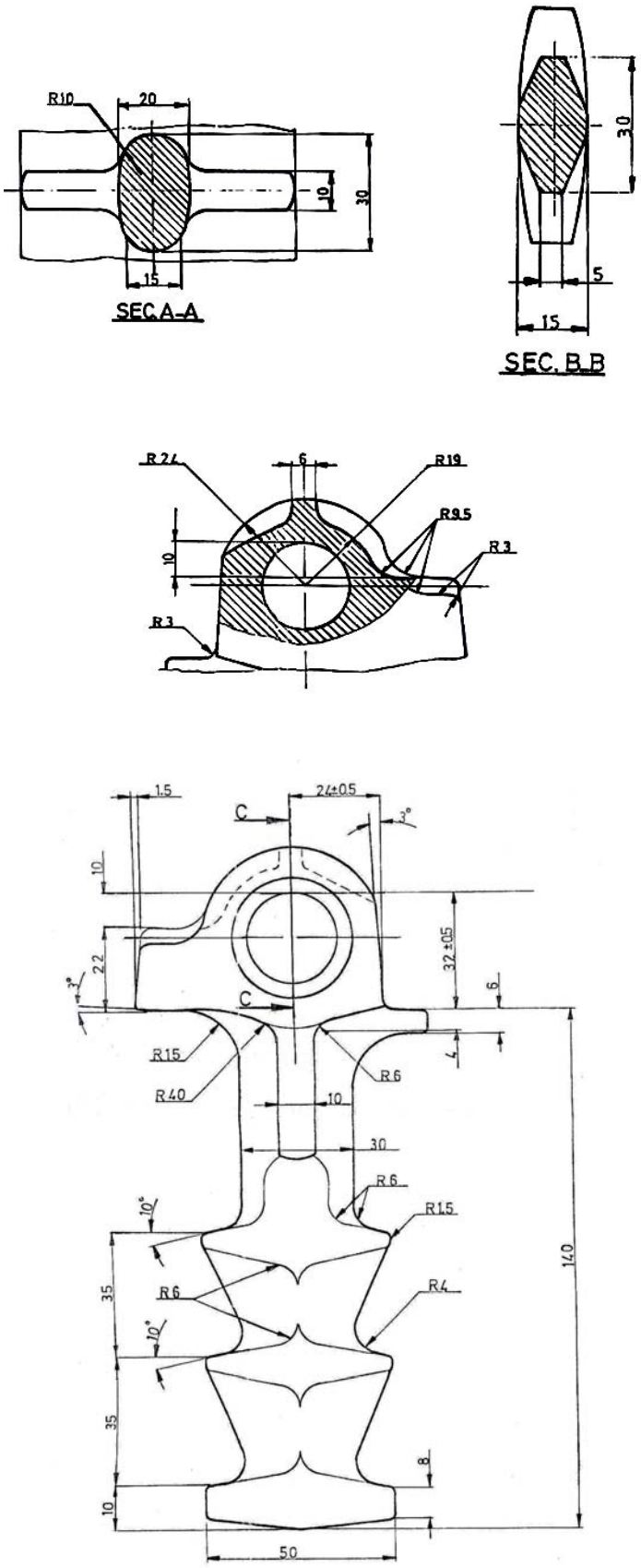
در صورت مشاهده اختلاف در نتایج آزمایش‌های انجام شده با استاندارد ارائه شده در مشخصات فنی در ارتباط با بندهای (۹–۸–۳)، (۹–۸–۴)، (۹–۸–۵) و (۹–۸–۶)، یکبار دیگر باید آزمایش‌ها تکرار شود. (در صورت موافقت کارفرما). در صورتیکه مجدداً مورد خطا مشاهده شود، محموله مردود شناخته می‌شود. در صورت تشخیص بازرسین کنترل می‌توان در مورد بندهای (۹–۸–۴)، (۹–۸–۵) و (۹–۸–۶) (با مشاهده مورد خطا)، محموله را مورد بازرسی ۱۰۰٪ قرار داد.

پیوست ۹- الف

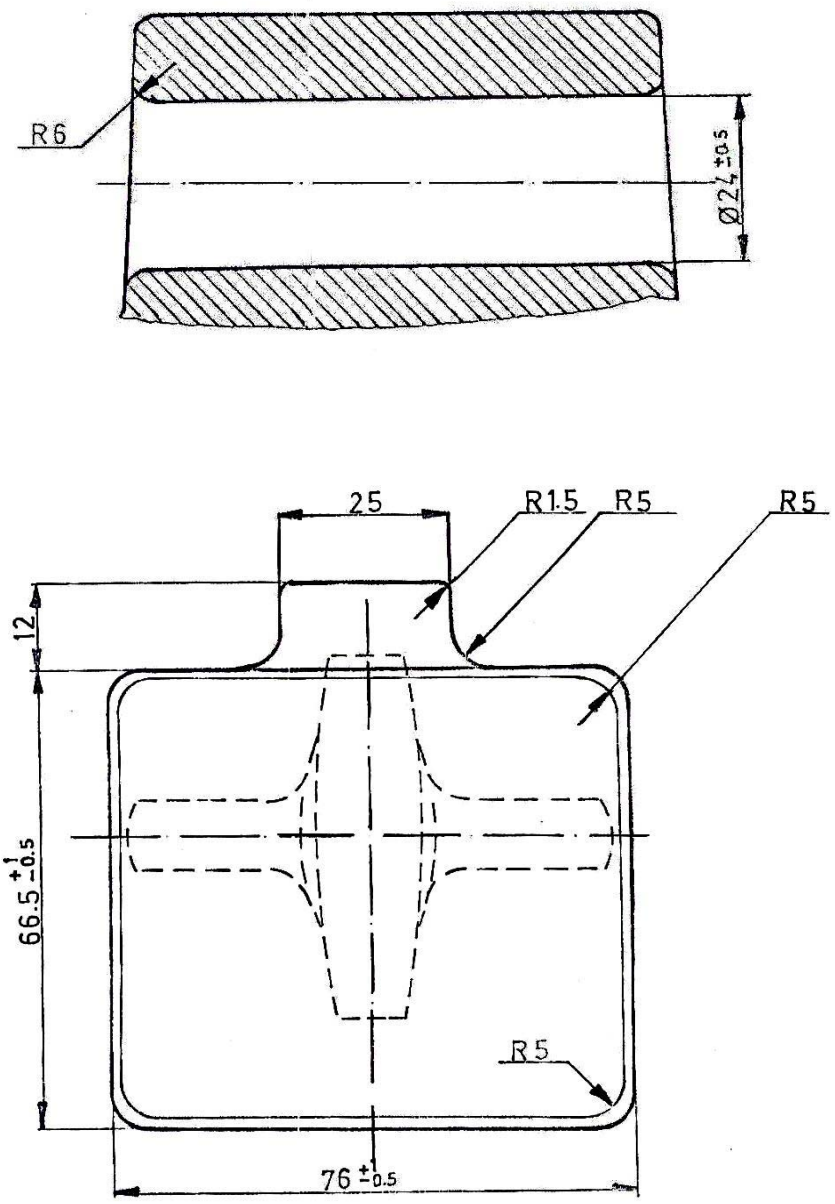
نقشه‌های شولدر تراورس بتنی



شکل۱۰-۱- الف- نقشه‌های شولدر تراورس بتنی



شکل۱۰-۱- ب- نقشه‌های شولدر تراورس بتنی



شکل ۱۰-۱- ج- نقشه‌های شولدر تراورس بتنی

فصل دهم

تراورس بتنی

۱۰-۱-کلیات

تراورس بتنی یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده روسازی خط آهن است. برای دستیابی به تراورس با کیفیت مناسب به یک رشته استانداردها و نکات اجرایی نیاز است. در حال حاضر در کشور، تراورسهای بتنی B۷۰ و B۵۸ در تیپ وسلو و پاندرول تولید می‌شوند. در این بخش، استانداردها و نکات اجرایی تهیه تراورس در قالب بخشهای زیر ارائه می‌شود:

۱- مصالح
۲- قالبها
۳- خط تولید
۴- انبار کردن
۵- بارگیری و تخلیه
۶- آزمایشها و کنترل کیفیت

هدف از تدوین این مطالب، گردآوری مشخصات فنی مواد اولیه، روش ساخت و چگونگی پذیرش تراورس بتنی است.

۱۰-۲- مصالح

۱۰-۲-۱- بتن

بتن باید دارای مقاومت ۲۸ روزه (۴۲ روزه در صورتی که از سیمان ضد سولفات استفاده شود) ۴۵۰ kg/cm^2 روی نمونه‌های استوانه‌ای ۱۵ سانتیمتر در ۳۰ سانتیمتر باشد. مقاومت ۷ روزه بتن باید حداقل ۸۰ درصد مقاومت ۲۸ روزه آن باشد.

۱۰-۲-۲- شن و سنگدانه

شن و سنگدانه باید از سنگهای سخت تهیه شده و از نوع شکسته با مقاومت فشاری ۱۰۰ تا ۱۲۰ مگاپاسکال باشد.

۱۰-۲-۲-۱- سنگدانه

دانه‌بندی استاندارد سنگدانه ریز (شن و ماسه) بشرح جدول (۱۰-۱) است.

جدول ۱۰-۱- دانه‌بندی استاندارد سنگدانه

الک(mm)	۹/۵	۴/۷۵	۲/۳۸	۱/۱۹	۰/۶	۰/۳	۰/۱۵
محدوده درصد گذشته	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۸۰ -۱۰۰	۵۰-۸۵	۲۵-۶۰	۱۰-۳۰	۲-۱۰

اگر عیار سیمان بتن از kg/m^3 ۳۰۰ بیشتر باشد و یا افزودنی‌های معدنی و حبابزا مصرف شود، حداقل درصد گذشته از الک ۰/۳ و ۰/۱۵ میلی‌متر را می‌توان به ترتیب به ۵ و صفر درصد کاهش داد. با توجه به عیار سیمان تراورس، موارد زیر باید رعایت شود:

- نباید بیش از ۴۵ درصد ماسه بین دو الک متوالی واقع شود و مدول زبری آن باید بین ۲/۳ و ۳/۱ باشد.
- مقدار ماسه‌ای سنگدانه‌های ریز باید مساوی یا بیشتر از ۷۵ درصد باشد. بهتر است این مقدار از ۹۰ درصد بیشتر نشود.
- افت وزنی ماسه در آزمایش دوام در برابر سولفات سدیم نباید بیشتر از ۱۰٪ و در برابر سولفات منیزیم نباید بیشتر از ۱۵٪ باشد.
- حداقل چگالی دانه‌های اشباع شده با سطح خشک ۲/۳۵ و حداکثر ظرفیت جذب آب در مناطق سرد یا گرم جنوبی ۳ درصد است.
- ماسه نباید در آزمایش واکنش‌زایی سنگدانه‌ها با قلیائیها (روش شیمیایی) طبق ASTM C۲۸۹ مردود شود و در صورت مشکوک بودن، باید آزمایش منشور ملات طبق ASTM C۲۲۷ انجام پذیرد و انبساط آن پس از شش ماه باید به ۰/۱ درصد محدود گردد.
- مقاومت سایشی سنگدانه (۴/۷۵-۲/۴) باید با روش D طبق ASTM C۱۳۱ انجام شده و نتیجه به ۴۰ درصد محدود شود.
- آزمایش عدد خرد شدن ضربه باید طبق BS۸۱۲ صورت گرفته و نتیجه آن با توجه به استاندارد BS۸۸۲ به ۲۵ درصد محدود شود.
- حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه ریز بتن تراورس پیش تنیده بر حسب ماسه گذشته از الک نمره ۴ (الک ۴/۷۵ میلیمتر) در جدول (۱۰-۲) آورده شده است.

جدول ۱۰-۲- حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه‌های ریز بتن

روش آزمایش	حداکثر درصد وزنی مجاز در نمونه	نوع ماده	
ASTM C۱۴۲	۳	کلوخه‌های رسی و ذرات پودر شونده	
ASTM C۱۱۷	۳*	درصد گذشته از الک نمره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر)	بتن در معرض سایش
	۵*		سایر بتن‌ها
ASTM C۱۲۳	۱	زغال سنگ، لیگنیت و سایر سنگدانه‌های سبک	
-	۱	میکا	
BS ۱۳۷۷	۰/۴	سولفاتها (So_3)	
BS ۸۱۲, ۱۸۸۱	۰/۰۴	کلریدها (CL)	

* در مورد ماسه شکسته، اگر ذرات گذشته از الک نمره ۲۰۰ عمدتاً عاری از رس باشد، مقادیر ۳ و ۵ را می‌توان به ترتیب به ۵ و۷ افزایش داد.

۱۰-۲-۲-۲- سنگدانه درشت (شن و سنگریزه)

دانه‌بندی استاندارد سنگدانه درشت باید مطابق با جدول (۱۰-۳) باشد.

جدول ۱۰-۳- دانه‌بندی استاندارد شن

اندازه الک (mm)	مخلوط (۱۳-۲۵)	مخلوط (۵-۲۰)	تک اندازه (۵-۱۳)	تک اندازه (۲/۵-۱۰)	تک اندازه (۲۰-۳۲)	تک اندازه (۱۰-۲۵)	تک اندازه (۱۰-۲۰)
۲۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰			۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	
۱۹	۲۰-۵۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰		۲۵-۶۰	۴۰-۸۵	۱۰۰
۱۲/۵	۰-۱۰		۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۰-۱۵	۱۰-۴۰	۹۰-۱۰۰
۹/۵	۰-۵	۲۰-۵۵	۴۰-۷۰	۸۵-۱۰۰	۰-۵	۰-۱۵	۲۰-۵۵
۴/۷۵		۰-۱۰	۰-۱۵	۱۰-۳۰		۰-۵	۰-۱۵
۲/۳۸		۰-۵	۰-۵	۰-۱۰			۰-۵
۱/۱۹				۰-۵			

موارد زیر باید رعایت شود:

- افت وزنی شن در آزمایش دوام در برابر سولفات سدیم و سولفات منیزیم نباید به ترتیب از ۱۲ درصد و ۱۸ درصد بیشتر باشد.
- حداقل چگالی دانه‌های اشباع شده با سطح خشک ۲/۴۵ و حداکثر ظرفیت جذب آب در مناطق سرد یا گرم جنوب ۲/۵ درصد باشد.
- حداکثر عدد آزمایش سایش (لوس‌آنجلس) طبق ASTM C۱۳۱ باید از مقادیر زیر برای روش مورد استفاده کمتر باشد (جدول ۱۰-۴).

جدول ۱۰-٤- مقادیر قابل قبول سایش لوس‌آنجلس طبق ASTM C۱۳۱

روش A	۲۵ درصد	برای حداکثر اندازه سنگدانه ۳۲ میلی‌متر روش A توصیه می‌شود.
روش B	۳۰ درصد	برای حداکثر اندازه ۲۰ میلی‌متر روش C,B به صورت همزمان توصیه می‌شود.
روش C	۳۵ درصد	
روش D	۴۰ درصد	اگر سنگدانه بخش قابل توجهی از سنگدانه های کوچکتر از ۴/۷۵ میلی‌متر داشته باشد روش D توصیه می‌شود.

– درصد دانه‌های پولکی بر طبق آزمایشBS۸۱۲ (بخش اول) برای سنگدانه‌های روی الک ۶/۳۵ میلی‌متر نباید از ۳۰ درصد بیشتر باشد. همچنین درصد دانه‌های سوزنی طبق آزمایش فوق برای سنگدانه‌های mm (۹/۵–۱۲/۵) نباید از ۴۵ درصد و برای سنگدانه‌هایmm (۱۲/۵–۱۹)، mm (۱۲/۵–۲۵)، mm (۱۲/۵–۳۲) نباید از ۴۰ درصد بیشتر باشد.

– عدد خرد شدن و عدد ضربه باید طبق استاندارد آزمایش BS۸۱۲ انجام گیرد و نتیجه آن برای سنگدانه‌های بزرگتر از ۴/۷۵ میلیمتر طبق BS۸۸۲ نباید از ۳۵ درصد بیشتر باشد.

– سنگدانه باید در آزمایش واکنش‌زایی سنگدانه‌ها با قلیائیها (روش شیمیایی) طبق ASTM C۲۸۹ مردود شود و در صورت مشکوک بودن باید آزمایش منشور ملات طبق ASTMC۲۲۷ انجام پذیرد و انبساط آن باید پس از شش ماه به ۰/۱ درصد محدود گردد.

– حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه درشت بتن تراورس پیش تنیده به شرح جدول (۱۰– ۵) است.

جدول ۱۰-۵- حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه درشت بتن

روش آزمایش	حداکثر درصد وزنی مجاز در نمونه	نوع ماده زیان‌آور	
ASTM C۱۴۲	۰/۲۵	کلوخه رسی	
ASTM C۱۴۴	۵	دانه‌های نرم	
–	۱	چرت[1]	شرایط محیطی شدید
	۳		شرایط محیطی متوسط
	۵		شرایط محیطی ملایم
ASTM C۱۱۷	۱	ذرات گذشته از الک نمره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلی‌متر)	
ASTM C۱۲۳	۱	زغال سنگ، لیگنیت یا سایر مصالح سبک	
–	۳	مجموع دانه‌های سست (کلوخه رسی، دانه نرم چرت، شیل و شیست هوازده)	
BS ۱۳۷۷	۰/۴	سولفاتها (SO_3)	
BS ۸۱۲,۱۸۸۱	۰/۰۲	کلریدها CL	

1 Chert

– اگر شن از شکستن حاصل شده باشد و ذرات گذشته از الک نمره ۲۰۰ تقریباً عاری از رس باشد، می‌توان حداکثر درصد وزنی مجاز ذرات گذشته از الک نمره ۲۰۰ را از ۱ به ۱/۵ درصد افزایش داد.

۱۰-۲-۳- سیمان

سیمان مصرفی باید طبق استاندارد ایران شماره ۳۸۹ و یا ASTM C۱۵۰ باشد. مصرف سیمانهای نوع I (پرتلند معمولی)، نوع II (پرتلند اصلاح شده)، نوع V (پرتلند ضدسولفات)، پرتلند پوزولانی یا پرتلند سرباره‌ای نیز بلامانع است. سیمان‌های پرتلند پوزولانی یا سرباره‌ای (سیمانهای آمیخته) باید طبق استانداردهای شماره ۳۴۳۲ و ۹۹۰ ایران یا ASTM C۵۹۵ باشد. برای دستیابی راحت‌تر به مقاومتهای مورد نظر توصیه می‌شود که از سیمان نوع I با گرید ۳۲۵ طبق استاندارد ایران استفاده گردد.

۱۰-۲-٤- آب

در مورد آب مصرفی، موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

۱– آب مصرفی برای شستن سنگدانه‌ها، ساخت بتن و عمل آوردن باید زلال، تمیز و بدون بو باشد.

۲– آب مصرفی باید آشامیدنی بوده و با استانداردهای آب قابل شرب منطبق باشد. در صورتی می‌توان آب غیرآشامیدنی را بکار برد که با ضوابط زیر سازگار باشد.

– مقاومت ۷ و ۲۸ روزه آزمونه‌های ملات ساخته شده با آب غیر آشامیدنی باید مطابقASTM C۱۰۹ حداقل معادل ۹۰ درصد مقاومت‌های نظیر آزمونه‌های مشابه ساخته شده با آب مقطر باشد.

– زمان گیرش سیمان با آب غیر آشامیدنی مطابق ASTM C۱۹۱ نباید بیش از یک ساعت زودتر یا ۱/۵ ساعت دیرتر از نتیجه حاصل از زمان گیرش سیمان با آب مقطر باشد.

– آزمایش انبساط یا سلامت سیمان با آب غیر آشامیدنی مطابق ASTM C۱۵۱ نباید بیشتر از مقدار مجاز مربوط به آب مقطر باشد.

۳– PH آب مصرفی در بتن نباید کمتر از ۵ و بیشتر از ۸/۵ باشد. آزمایش تعیین PH آب باید مطابق ASTM D۱۲۹۳ صورت گیرد.

۴– حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی بتن تراورس پیش تنیده به شرح جدول (۱۰–۶) است.

جدول ۱۰-٦- حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی

روش آزمایش	حداکثر غلظت مجاز (PPM)	نوع ماده
ASTM D۱۸۸۸	۱۰۰۰	ذرات جامد معلق
ASTM D۱۸۸۸	۱۰۰۰	مواد محلول
ASTM D۵۱۲	۵۰۰	کلرید CL
ASTM D۵۱۶	۱۰۰۰	سولفات SO_3
ASTM D۱۰۶۷	۶۰۰	قلیائیها($Na_2O+۰/۶۵۸K_2O$)

۵- به منظور حفاظت در برابر خوردگی، حداکثر کلرید قابل حل در آب در بتن سخت شده ۲۸ روزه نباید از ۰/۰۶ درصد وزن سیمان بیشتر شود.

۶- مقدار سولفات قابل حل در آب بر حسب SO_2 در مخلوط بتن و با احتساب سولفات موجود در سیمان نباید از ۴ درصد بیشتر شود. مقدار کل سولفات نیز نباید از ۵ درصد تجاوز کند.

۱۰-۲-۵- میلگردها

در مورد میلگردهای مصرفی، موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

۱- میلگردها باید از نوع ST-۱۶۰ طبق استاندارد DIN آلمان باشد. می‌توان از استانداردهای A۴۲۱، A۴۱۶، A۷۲۲ و ASTM برای میلگردهای با مقاومت زیاد برای پیش تنیدگی استفاده نمود. این میلگردها بدون پوشش است. مقاومت مشخصه میلگردها باید منطبق بر مقاومت مشخصه محاسباتی آنها باشد.

۲- میلگرد باید طبق آئین‌نامه آبا نمونه‌گیری و آزمایش شده و مورد پذیرش یا رد قرار گیرد. نمونه‌ها در آزمایشگاه به طول لازم بریده و مورد آزمایش قرار می‌گیرد. قطر، مقاومت حد تسلیم کششی و مقاومت نهائی گسیختگی کششی به همراه کرنش گسیختگی باید گزارش شود. حد تسلیم در صورت واضح نبودن نظیر کرنش ۰/۲ درصد خواهد بود و در هیچکدام از نمونه‌ها نباید از مقاومت مشخصه تسلیم کمتر باشد. اگر مقاومت یک یا چند نمونه کمتر از حد تسلیم باشد، باید ۵ نمونه دیگر تهیه و آزمایش شود. در این حالت باید متوسط حد تسلیم ۱۰ نمونه به مقدار ۰/۶S بیشتر از حد مقاومت مشخصه تسلیم باشد (S انحراف معیار مقاومت حد تسلیم ۱۰ نمونه است)، در غیر این صورت میلگرد قابل قبول نخواهد بود. مقاومت نهائی گسیختگی باید حداقل ۱/۲۵ برابر مقاومت حد تسلیم باشد و حداقل کرنش گسیختگی باید ۸ درصد باشد (طول نمونه آزمایش باید ۱۰ برابر قطر آن باشد).

۳- سطح میلگردها در هنگام مصرف باید عاری از زنگ زدگی باشد به نحوی که فقط در اثر مالش دست، اثر زنگ بر دست باقی نماند. اگر بتوان با استفاده از پارچه زبر یا گونی، زنگ را از سطح میلگرد پاک کرد، این میلگرد قابل مصرف است، وگرنه باید با استفاده از ماسه پاشی یا روش مشابه، زنگ را پاک کرد. در این صورت اگر در اثر زنگ زدائی، قطر میلگرد بیش از ۷/۵ درصد کم شود (کاهش سطح بیش از ۱۵ درصد)، میلگرد قابل مصرف نیست.

۴- رواداری قطر میلگردها نسبت به مقدار قید شده در نقشه‌ها و مشخصات فنی ۷/۵درصد است. قطر میلگرد باید با دقت ۰/۱± میلیمتر گزارش گردد.

۵- میلگردها باید با دقت ۱± میلیمتر در اندازه‌های لازم بریده شود. افزایش یا کاهش طولی بیش از این مقدار قابل قبول نیست. برش باید با وسایل مکانیکی و بدون استفاده از وسایل حرارتی و شعله انجام شود.

۶- سطح میلگردها باید بدون رنگ، ضدزنگ، چربی و روغنها و مواد افزودنی (بویژه کندگیرها) باشد. وجود گل ولای، قیر، مواد نفتی، یخ و حتی دوغاب سخت شده سیمان نیز باعث می‌شود که مصرف میلگرد مردود تلقی شود. باید دقت شود که در هنگام استفاده از مواد رها ساز (روغن قالب) و یا بستن میلگردها، این آلودگیها در سطح میلگرد قرار نگیرد.

۷- پس از نصب پلاکهای بزرگ و کوچک و قراردادن آرماتورها در داخل آنها، دو سر میلگردها باید پرچ شده و به صورت دکمه‌ای در آید. اینکار باید توسط پرچ مخصوص میلگردها به نحوی انجام شود که امکان خروج آنها از پلاک میسر نشود.

۸- هنگام جایگذاری میلگردها در قالب باید دقت شود که میلگردها تابیدگی نداشته باشد. این مسئله قبل از اعمال پیش‌تنیدگی نیز باید کنترل گردد.

۱۰-۲-٦- قطعات مصرفی

رولپلاک، پلاک بزرگ و کوچک و مهره‌هایM۱۶ و M۲۰ و پیچ‌های کششی ثابت باید دارای برگ تاییدیه کارفرما باشد و توسط نظارت کنترل گردد تا شرایط اولیه را داشته باشد. مشخصات فنی پلاک بزرگ و کوچک در پیوست (۱۰- الف) و مشخصات فنی درپوش پلاستیکی در پیوست (۱۰- ب) آورده شده است.

۱۰-۲-۷- مواد افزودنی

مواد افزودنی از قبیل روان کننده‌ها، فوق روان کننده‌ها، زودگیر کننده‌ها و حبابزاها و ... را می‌توان برحسب نیاز مصرف کرد. مواد افزودنی باید مطابق استاندارد ASTM C۴۹۴ و یا ASTM C۲۶۰ باشد. در هر حال مصرف هر نوع ماده افزودنی حاوی کلرید در تراورسهای بتنی پیش تنیده به هیچ عنوان مجاز نیست. رعایت بند (۳-۶) آئین‌نامه بتن ایران (تجدید نظر اول) الزامی است.

۱۰-۳- قالبها

قالبها ترجیحاً از نوع فولادی بوده و باید قبل از بتن‌ریزی به خوبی تمیز شود. حداکثر پستی و بلندی مجاز سطوح (ناهمواریهای مجاز) آنها یک میلیمتر بوده و حداکثر تغییر شکل جانبی دیواره قالب در طول تراورس (شکم دادن) به ۳ میلیمتر محدود می‌شود. حداکثر روادای مجاز عرض و ارتفاع قالب ۳± میلی‌متر بوده و روادای مجاز طول تراورس به رواداری مجاز میلگردهای پیش‌تنیده محدود می‌شود. قبل از بتن‌ریزی، باید قالب با استفاده از روغن‌های مخصوص پوشانده شود.

۱۰-٤- خط تولید

۱۰-٤-۱- مقادیر و نسبتها

۱- حداقل مقدار سیمان ۳۵۰ کیلوگرم در یک مترمکعب بتن و حداکثر مقدار آن ۵۵۰ کیلوگرم در یک مترمکعب بتن است. بدیهی است که مقدار سیمان باید با توجه به طرح اختلاط و با عنایت به کارآیی مورد نیاز و مصرف افزودنی‌های تصویب شده برای تأمین مقاومت و دوام مطلوب تعیین شود.

۲- حداکثر نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ و برای مناطق گرم و مرطوب جنوب کشور که در معرض یون کلر قرار دارند، ۰/۴ توصیه می‌گردد. البته لازم به ذکر است که نسبت آب به سیمان طرح اختلاط براساس طرح مخلوط آزمایشگاهی بدست می‌آید.

۳- کارآیی بتن با توجه به نیازهای مقاومتی، دوام، مصرف سیمان و تجهیزات موجود تعیین می‌گردد.

۴- مواد بتن باید الزاماً توزین شده و مصرف گردد. استفاده از سیستمهای حجمی به جز در مورد آب و افزودنیهای مایع، مجاز نیست. رواداری برابر مقادیر مطابق جدول (۱۰-۷) است.

جدول ۱۰-۷- میزان رواداریهای مربوط به مصالح مختلف بتن

نام مصالح	سنگدانه	آب	سیمان	افزودنیها
میزان رواداری٪	±۲	±۱	±۱	±۳

این رواداریها، دقت دستگاههای توزین کننده و درجه‌بندی آنها را نشان می‌دهد. مسلما باید سالی یکبار باسکولها و وسایل اندازه‌گیری دستگاه بتن‌ساز مرکزی، کنترل و کالیبره گردد.

۱۰-٤-۲- شرایط بتن‌ریزی

دمای بتن در هنگام قالب‌گیری نباید از ۳۰ درجه سانتیگراد تجاوز نماید. پس از قالب‌گیری تا شروع بخاردهی این دما نباید از ۳۲ درجه سانتیگراد تجاوز کند. در هوای سرد، حداقل دمای مجاز بتن باید ۵ درجه سانتیگراد باشد. توصیه می‌شود که حداقل دمای بتن برای تولید تراورس به ۱۳ درجه سانتیگراد محدود گردد تا دستیابی به مقاومت مورد نظر آسان‌تر صورت گیرد.

دمای آب در هوای سرد نباید از ۶۰ درجه سانتیگراد تجاوز کند، مگر آنکه ابتدا با سنگدانه مخلوط شده و سپس سیمان به آنها اضافه گردد. همچنین دمای سیمان مصرفی نباید از ۶۰ درجه سانتیگراد تجاوز کند. میلگردها و قالب نباید دمای بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد داشته باشند. در هوای سرد استفاده از آب گرم توصیه می‌شود و گرم کردن سنگدانه یا سیمان توصیه نمی‌گردد.

۱۰-٤-۳- خط تولید

خط تولید کارخانه شامل قسمتهای زیر است که در مورد تک تک آنها توضیح داده شده است.

۱۰-٤-۳-۱- برش میلگرد و پرچ اولیه

در این قسمت میلگردها باید به اندازه لازم بریده شوند. اندازه لازم در میلگردهایی که در تراورسهای وسلو B۷۰ بکار می‌رود، ۲۵۱۰ میلیمتر و اندازه لازم در تراورسهای وسلو B۵۸ معادل ۲۴۱۰ میلیمتر است. در حال حاضر به دلیل طول قالبها، طول میلگرد به

۲۵۰۵ میلیمتر تقلیل یافته است. رواداری مجاز در نظر گرفته شده در طول میلگردها ۱± میلیمتر است. در قسمتی که آرماتورها باید بریده شوند، ابتدا رول آرماتور را بر روی غلتک مخصوص خوابانیده و با دستگاه کشش، آرماتور را می‌کشند. فک دستگاه کشش در صورتیکه آرماتورها زنگ زده باشند، کمی بد عمل کرده و طول آرماتورهای زنگ زده مقداری بلندتر یا کوتاهتر شده که پس از پرچ‌کردن و پلاک زدن هنگام کشش، درست عمل نکرده و پلاک انتهایی را کج خواهد کرد.

۱۰-٤-۳-۲- رولپلاک‌گذاری

در تراورس وسلو، رولپلاک در قالب جاگذاری می‌شود. رولپلاکها بر روی پیچهای سر پلاستیکی پابند پایین بسته و در جای خود محکم می‌شوند. بدلیل نداشتن مشخصات فنی پیچها یا رولپلاکها و موارد دیگر مانند دپوی بد رولپلاکها، مشاهده می‌شود که گاهی پیچها شکسته شده و یا رولپلاکها به سادگی از جای خود بیرون می‌آیند. باید دقت شود که پابندهای پلاستیکی سالم بوده و رولپلاکها کاملا در جای خود محکم شوند.

۱۰-٤-۳-۳- روغن‌زنی قالبها

برای جداسازی و جلوگیری از چسبندگی بتن به قالبها، از روغن استفاده می‌شود. در کارگاه با توجه به حساسیت قسمتهای نشمینگاه تراورسهای وسلو، این قسمتها را با گریس آغشته می‌کنند که باعث می‌گردد تا این نواحی در هنگام تخلیه آسیب ندیده و سالم بمانند. اما بدنه و کف قالبها با ترکیبی شامل روغن و گازوئیل پوشش داده می‌شود. این مواد با پمپ بصورت پودری بر بدنه قالب پاشیده می‌شود. از مسائل قابل توجه روغن‌زنی بیش از حد به قالبها است که با توجه به رقیق بودن این مواد، بسرعت در کف قالب جاری می‌شوند که این امر باعث سست شدن لایه‌های تراورس و شکل نامطلوب ظاهری آن می‌گردد.

۱۰-٤-۳-٤- آماده سازی قالب

در حال حاضر، در کارخانه‌های ساخت تراورس بتنی سه نوع قالب موجود است:، وسلوB۷۰ ، وسلو B۵۸ و پاندرول B۷۰ که برای استفاده از آنها باید قالبها تمیز و سندبلاست شوند. بنابراین باید کف قالبها همواره تمیز و عاری از مصالح اضافه دیگر باشد. در کارگاه، آماده کردن قالبها به این ترتیب انجام می‌گیرد که قالب پس از تخلیه تراورس و چند بار برگرداندن آن به منظور تخلیه مواد و مصالح نخاله وارد خط تولید می‌گردد. پس از بررسی کردن وضعیت، پابند رولپلاک گذاری می‌گردد.

۱۰-٤-۳-۵- پرچ میلگردها

در کارگاه در قسمت پرچ میلگرد، میلگردها برش داده شده و بسته به نیاز کار درون پلاکهای کوچک و یا بزرگ قرار داده و به سمت دستگاه پرچ فرستاده می‌شوند و میلگرد پرچ می‌گردد. در پرچ کردن، نکته حائز اهمیت خروج از مرکزیت پرچ، بسبب وارد آمدن نیروی پیش‌تنیدگی و در نهایت بریده شدن پرچ است. این موضوع به دفعات در کارگاه اتفاق می‌افتد و دلیل آن عدم توجه به راندمان کاری دستگاه و نیز سرویس به موقع دستگاهها است.

۱۰-٤-۳-٦- کشش میلگردها

میلگردهای آماده شده تا ۲۸۰ بار معادل ۴/۵ تن توسط دستگاه جک[2] کشیده می‌شوند، این نیرو بعنوان حداقل تعیین می‌گردد و نیروی اعمالی نباید از این مقدار کمتر باشد.

۱۰-٤-۳-۷- آماده سازی قالبهای پیش‌تنیده شده برای بتن‌ریزی

بعد از اعمال پیش‌تنیدگی، هنگامی که قالب در آستانه بتن‌ریزی است، نفرات موجود بر سر مسیر قالب، اقدام به کنترل وضعیت قرارگیری پلاکها و میلگردها و رولپلاک و شولدر می‌کنند و در صورت بروز مشکلی برای هر یک، اقدام به تعویض یا در صورت لزوم خارج کردن قالب از خط تولید می‌نمایند.

۱۰-٤-۳-۸- بتن‌ریزی و تراکم بتن

بتن بعد از تهیه شدن درون قالب ریخته می‌شود. بتن باید بعد از تخلیه از دیگ یا جام به درون قالبها، ترجیحاً با یک شمشه درون قالب جای داده شود. در این عمل سعی می‌شود بتن در محل نهایی خود ریخته شود و از جابجایی بی‌مورد آن خودداری شود. عمل تراکم بتن با هدف خروج هوا از بتن و ایجاد بتن اشباع شده صورت می‌گیرد. در ساخت تراورس و در صورت بکارگیری بتن با اسلامپ کمتر از ۵ سانتی‌متر، این کار ترجیحاً به کمک میز لرزان و ماله یا تیر لرزنده فشاری انجام می شود. پرداخت سطح بتن با ماله لرزنده به منظور دستیابی به سطح مطلوب صورت می‌گیرد. تمیزکاری بتن اطراف و لبه‌های قالب باید بلافاصله پس از پرداخت سطح و یا همزمان با آن انجام شود. مدت پرداخت سطح به کمک ماله ۳۰ ثانیه و مدت لرزاندن بستگی به بتن تهیه شده و مشخصات دستگاه لرزاندن دارد و از ۴۰ ثانیه تا ۲ دقیقه متغیر است.

۱۰-٤-۳-۹- بخاردهی و عمل‌آوری بتن تراورس

هدف از بخاردهی و عمل‌آوری بتن، کسب مقاومت در زمان کوتاهتر و بالا بردن کیفیت مکانیکی و دوام بتن است. حداکثر دمای نگهداری ۶۵ درجه سانتیگراد است و تحت هیچ شرایطی دما نباید بیشتر از ۷۵ درجه سانتی‌گراد باشد. علاوه بر این، نرخ افزایش یا کاهش دما به ۲۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت محدود شده است. تونلهای بخار باید کاملاً ایزوله و دارای دماسنج دیجیتالی کالیبره باشند.

۱۰-٤-۳-۱۰- اعمال پیش‌تنیدگی

عملیات پیچ بازکنی به این صورت است که پس از اینکه تراورسهای تولیدی به مدت ۲ ساعت بعد از پایان بخاردهی استراحت کردند، اگر مقاومت فشاری آزمونه‌های آگاهی طبق دستورالعمل، حداقل Kg/cm^2 ۴۵۰ شود، پیش‌تنیدگی اعمال می‌شود. در عملیات پیچ بازکنی، پیچهای کششی و ثابت به وسیله آچارهای مخصوص باز شده وقالب تراورس توسط لیفتراک به جلو رانده می‌شود و در

2 - Screw jack

کنار میز تخلیه قرار می‌گیرد. بهتر است که در هنگام باز کردن پیچهای کششی، پیچها بطور هماهنگ باز شوند، زیرا باید تمام تنشها یکسان پخش شود تا تنش غیر یکنواخت در یک میلگرد باعث فشار نامناسب به بتن و احیاناً ترک نگردد.

۱۰-٤-۳-۱۱- تخلیه قالب

بعد از اینکه قالب تراورسها به طرف میز تخلیه آورده شد، توسط جرثقیلی که به قلابهایی مجهز است، برداشته شده و بر روی میز تخلیه قرار می‌گیرد و تراورسها با ضربات متوالی تخلیه می‌گردند.

۱۰-٤-۳-۱۲- درپوش‌گزاری

درپوش‌گزاری به دو قسمت تقسیم می‌شود:

۱- درپوش‌زنی محل پیچهای کششی و ثابت: بعد از تخلیه تراورسها و قبل از دپوی آنها باید محل پیچهای کششی و ثابت با درپوشهای لاستیکی پوشانده شود تا امکان ورود آب و زنگ زدن میلگردها وجود نداشته باشد. پر کردن محل پیچهای کششی و ثابت، با ملات ماسه و سیمان مجاز نیست.

۲- درپوش‌گزاری محل رولپلاکها: به منظور جلوگیری از پر شدن محل رولپلاکها از مواد خارجی و همچنین برف و باران در فصل زمستان باید از درپوشهای پلاستیکی استفاده شود. مشخصات درپوش پلاستیکی در پیوست (۱۰-ب) آورده شده است.

۱۰-٤-۳-۱۳- انبارکردن تراورسها

تراورسها در هر شیفت کاری باید به صورت کاملاً مجزا و قابل رویت علامت‌گذاری شوند. همچنین در صورت چیده شدن با لیفتراک، نباید بیشتر از ۶ ردیف تراورس رویهم قرار گیرد. در این قسمت تراورسهای خراب که دارای کرم خوردگی، ترک و پریدگی بتن هستند، جدا می‌شود.

۱۰-٤-۳-۱٤- بارگیری

تراورسهای تولیدی حداقل باید هفت روز انبار گردد و بعد از بدست آمدن نتایج آزمایش‌های فشاری هفت روزه و مقاومت خمشی، با تأیید و هماهنگی دستگاه نظارت در خط اعزام قرار گرفته و سپس بارگیری شده و از کارخانه خارج شوند. در مورد نحوه بارگیری، این نکته قابل ذکر است که بارگیری تراورسها در عین حال که باید کمترین ضایعات را از لحاظ شکستگی و لب پریدگی‌های بزرگ داشته باشد، ایمنی لازم را نیز باید دارا باشد.

۱۰-۵- انبار کردن

۱۰-۵-۱- سیمان

سیمان باید در سیلوهای فلزی طبق استاندارد شماره ۲۷۶۱ ایران انبار شود. حداکثر زمان نگهداری و انبار کردن سیمان در سیلوهای فلزی استاندارد با توجه به لزوم دستیابی سریع به مقاومتهای مطلوب، دو ماه تعیین شده است.

در صورت استفاده از سیمان نوع I (پرتلند معمولی) با گرید ۴۲۵ و یا گرید ۵۲۵، حداکثر زمان نگهداری باید به یک ماه محدود شود.

۱۰-۵-۲- سنگدانه‌ها

سنگدانه‌ها باید طوری انبار شوند که جدایی در دانه‌بندی در توده آنها به حداقل برسد. همچنین باید از آلودگی آنها به مواد زیان‌آور جلوگیری شود. برای به حداقل رساندن جدایی، توصیه می‌شود سنگدانه‌ها حتی‌الامکان به صورت تک اندازه درآید. در سنگدانه‌ها با حداقل اندازه اسمی بزرگتر از ۲۰ میلیمتر، نسبت اندازه بزرگترین دانه به کوچکترین دانه در هر دپو باید به ۲ محدود گردد. در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه کمتر از ۲۰ میلی‌متر، می‌توان نسبت مذکور را تا حد ۴ افزایش داد. برای سنگدانه‌های ریز (شن) محدودیتی وجود ندارد.

۱۰-۵-۳- میلگردها و قطعات مصرفی

کلیه قطعات مصرفی و میلگردها باید در محل سر پوشیده و به دور از آفتاب و باران انبار گردند تا از پوسیدگی و زنگ‌زدگی در امان باشند. قطعات پلاستیکی باید از تابش اشعه ماوراء بنفش خورشید دور نگه داشته شوند. سطح انبار باید از زمین طبیعی حداقل ۲۰ سانتی‌متر بالاتر باشد و باید با موزائیک پوشانیده شده باشد.

۱۰-۵-٤- تراورس

در مورد انبار کردن تراورس، موارد زیر باید رعایت گردد:

۱- تراورسهای تولیدی در یک نوبت کاری، باید در یک انبار به صورت مجزا چیده شوند و هر انبار با انبار کناری حداقل ۱/۵ متر فاصله داشته باشد.

۲- انبارها باید کاملاً مجزا و قابل تشخیص باشند.

۳- تراورسهای تولیدی باید در یک ردیف چیده شوند. در صورتی که از لیفتراک برای چیدن تراورسها استفاده شود، حداکثر ۶ عدد تراورس و در صورتیکه از جرثقیل دروازه‌ای استفاده شود، حداکثر ۱۰ عدد تراورس را می‌توان روی هم قرار داد.

۴- حداقل فاصله تراورسها در طول هر انبار ۱۰ سانتی‌متر است. در ارتفاع نیز در بین تراورسها، قطعات چهارتراش قرار داده می‌شود. ضخامت این قطعات ۵ سانتی‌متر است.

۵- در ردیف اول هر دپو، باید بین تراورسها و زمین، چوبهایی به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر قرار داده شود تا تراورسها مستقیماً با خاک تماس نداشته باشند.

۶- برای جلوگیری از نفوذ آب باران و یخ‌زدگی تراورسها، باید در محل رولپلاک در تراورسهای بالاترین ردیف، درپوش نصب گردد.

۱۰-۶- بارگیری و تخلیه

باید دقت کافی در بارگیری و تخلیه تراورسها صورت گیرد، زیرا کوچکترین ضربه ناشی از افتادن از روی واگن حامل آنها بر روی زمین، موجب شکستگی و یا ایجاد ترک در تراورس شده و از عمر مفید آن می‌کاهد.

۱۰-۷- آزمایشهای کنترل کیفیت

۱۰-۷-۱- تهیه نمونه

۱- برای ساخت و عمل آوردن آزمونه‌های آزمایش بتن در کارگاه (آزمونه آگاهی)، برای آزمونه‌های استوانه‌ای استاندارد از دستورالعمل ASTM C۳۱ و برای آزمونه‌های مکعبی از دستورالعمل BS۸۸۱ استفاده شود.

۲- به منظور ساخت و عمل‌آوردن آزمونه‌های آزمایش بتن در آزمایشگاه (آزمونه‌های آزمایشی) برای آزمونه‌های استوانه‌ای استاندارد از دستورالعمل ASTM C۱۹۲ و برای آزمونه‌های مکعبی از دستورالعمل BS۸۸۱ استفاده شود.

۳- برای ساخت آزمونه‌های از نوع آزمایشی که در حالت استاندارد (یک روز در حالت مرطوب داخل قالب و سپس داخل آب با دمای استاندارد) نگهداری می‌شوند، برای هر نوبت نمونه‌برداری، ساخت حداقل پنج آزمونه لازم است. فاصله زمانی هر نوبت نمونه‌برداری به شرح زیر بوده و هر کدام که بیشتر است، باید انتخاب گردد:

- برای هر ۵۰۰ عدد تراورس حداقل یک نوبت نمونه‌برداری.
- برای هر نوبت کاری حداقل یک بار نمونه‌برداری و حداکثر سه بار نمونه‌برداری.

۱۰-۷-۲- آزمایش اسلامپ

آزمایش اسلامپ بتن مطابق دستورالعمل ASTM C۱۴۳ انجام می‌گیرد و میزان آن نباید از میزان تعیین شده در مشخصات فنی تولید بتن مطابق طرح اختلاط مربوطه، تجاوز نماید. اسلامپ بتن باید صفر باشد و حداکثر تا ۲۰ میلیمتر، قابل قبول است.

۱۰-۷-۳- آزمایش مقاومت فشاری

حداقل مقاومت فشاری نمونه‌ها بعد از عملیات بخاردهی برابر ۴۵۰ Kg/cm^2 است. برای آزمایش مقاومت فشاری، سه نمونه مکعبی به ابعاد ۱۵×۱۵×۱۵ سانتی‌متر در هنگام بتن‌ریزی تهیه شده و همراه با تراورسها در داخل تونل بخار قرار داده می‌شود. بعد از عملیات بخاردهی و قبل از تخلیه تونلها، ابتدا یکی از نمونه‌ها از تونل خارج شده و آزمایش مقاومت فشاری روی آن صورت می‌گیرد و در صورت داشتن حداقل مقاومت فشاری برابر با ۴۵۰ Kg/cm^2، دستور تخلیه تونلها صادر می‌گردد. در غیر این صورت، مجدداً تراورسها همراه با دو نمونه دیگر به مدت ۲ ساعت دیگر بخاردهی شده و نمونه دوم تحت آزمایش مقاومت فشاری قرار می‌گیرد. در

صورتیکه نمونه دوم نیز جواب نداد، تخلیه تراورسها به روز بعد موکول شده و در روز بعد، نمونه سوم تحت آزمایش مقاومت فشاری قرار داده می شود. اگر این نمونه نیز جواب نداد، کل محموله علامتگذاری شده و تونلها تخلیه می‌گردند و یک عدد از تراورسها برای آزمایش لنگر منفی ارسال می‌گردد که این آزمایش، ملاک رد یا تأیید تراورسها خواهد بود.

۱۰-۷-٤- آزمایش گشتاور منفی

۱- انجام آزمایش خمشی استاتیکی بر روی یک عدد تراورس بتنی برای هر نوبت کاری و یا حداکثر ۷۵۰ عدد تراورس ضروری است. تراورس مذکور به انتخاب ناظر مقیم و در حضور وی مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

۲- اگر آزمونه آگاهی جواب نداد، باید یک تراورس از تونل مورد نظر با انتخاب ناظر مقیم، مورد آزمایش قرار گیرد.

۳- برای انجام این آزمایش از دستگاه خمش استفاده می‌گردد. در این آزمایش تراورس روی دو تکیه‌گاه قرار گرفته و از پایین جک نیرویی به تراورسها وارد می‌شود. این نیرو به تدریج زیاد می شود، بطوریکه در وسط تراورس و در سطح تحتانی آن ترک ایجاد می‌گردد. در این حالت حداقل نیروی وارده باید ۴/۸ تن برای هر تکیه‌گاه باشد.

۴- نیروی لازم برای ترک‌دهندگی تراورس نمونه (P_{cr}) در آزمایش لنگر خمشی سه نقطه، باید از حداقل نیروی ترک‌دهندگی طرح (PM_{cr}) بیشتر باشد. در این صورت مجموعه تراورسهای مرتبط با نمونه از لحاظ آزمایش لنگر منفی مورد پذیرش قرار می‌گیرد. PM_{cr}، حداقل نیروی لازم برای ایجاد ترک به عمق ۱۰ میلیمتر و قابل مشاهده از فاصله ۳۰ میلیمتر است.

۵- اگر جواب آزمایش بند قبل، حداقل نیروی ترک دهندگی طرح را ارضاء ننماید، بنا به درخواست پیمانکار از همان مجموعه تراورس مرتبط با نمونه اول، دو عدد تراورس دیگر انتخاب شده و تحت آزمایش قرار می‌گیرند. در این رابطه یک عدد تراورس با نظر پیمانکار P_{cr2} و یک عدد تراورس دیگر با نظر مشترک پیمانکار و ناظر مقیم P_{cr3} انتخاب می‌شود.

۶- در صورتیکه نمونه اول تراورس جواب ندهد باید:

$$P_{cr2} \geq P_{Mcr} \quad , \quad P_{cr3} \geq P_{Mcr}$$

$$\frac{P_{cr1} + P_{cr2} + P_{cr3}}{3} \geq P_{Mcr}$$

در این صورت مجموعه تراورسهای مرتبط با نمونه‌ها از لحاظ آزمایش لنگر منفی مورد پذیرش قرار می‌گیرند.

۷- اگر دو نمونه از مجموعه سه نمونه جواب ندهد، ولی میانگین نتایج از حداقل نیروی ترک‌دهندگی طرح بیشتر باشد، با اعمال جریمه ۵ درصد بر روی قیمت تمام شده، تراورس ها قابل پذیرش اند.

۸- اگر میانگین نتایج سه نمونه از حداقل نیروی ترک‌دهندگی طرح کمتر باشد یعنی:

$$\frac{P_{cr1} + P_{cr2} + P_{cr3}}{3} \langle P_{Mcr}$$

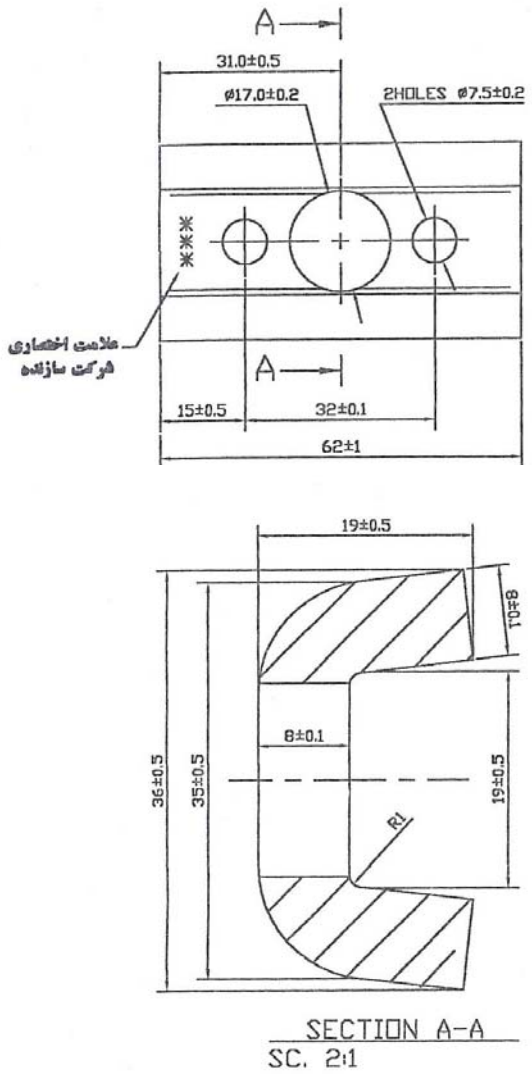
در این صورت مجموعه تراورسهای مرتبط با نمونه‌ها از لحاظ آزمایش لنگر منفی مردود تلقی می‌گردد.

۹- تراورسهای مردود از لحاظ آزمایش خمش استاتیکی با اعمال جریمه متناسب با کاهش مقاومت بر قیمت تمام شده، با نظر کارفرما برای استفاده در مصارف خاص قابل تحویل اند. مسلماً این جریمه بیش از ۵ درصد خواهد بود.

۱۰-۷-۵- سایر آزمایش‌ها و موارد تکمیلی

سایر آزمایش‌ها و موارد تکمیلی و شرایط رد یا قبول آنها که در این بخش آورده نشده است، در کـدهای PrEN۱۳۲۳۰-۱ و ۲-PrEN۱۳۲۳۰ و PrEN۱۳۲۳۰-۳ آورده شده است و ملاک عمل خواهد بود.

پیوست ۱۰- الف
مشخصات فنی پلاک کوچک

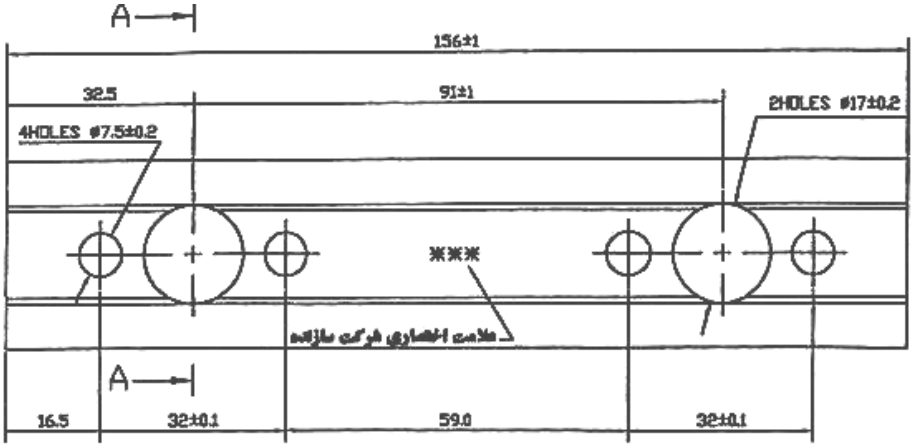


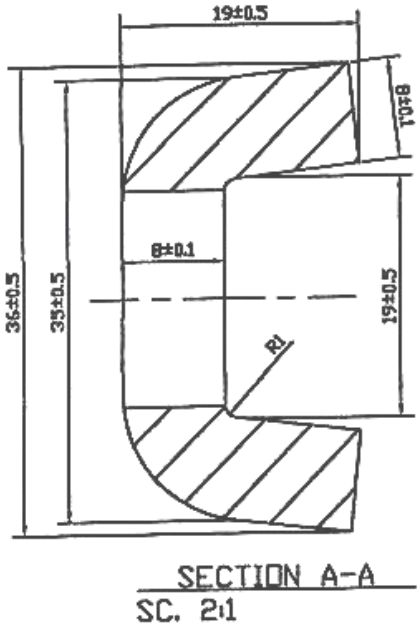
تذکرات مهم:

- تمام اندازه‌ها بر حسب میلیمتر باشند.
- پلاک از طریق سوراخ بزرگ تحت نیروی تقریبی ۱۰ تن و از طریق هر یک از سوراخهای کوچک تحت نیروی تقریبی ۵ تن قرار گیرد.
- تحت شرایط فوق هیچگونه خمش و یا تغییری نباید در پلاک بوجود آید.
- وضعیت ظاهری پلاک باید عاری از هرگونه آثار چربی، زنگ‌زدگی، پوسته اکسیدی، ترک، چروک سوراخکاری و ... باشد.
- علامت اختصاری شرکت سازنده باید به طور خوانا بر روی پلاک حک شده باشد.

شکل ۱۰-۱- مشخصات فنی پلاک کوچک

مشخصات فنی پلاک بزرگ



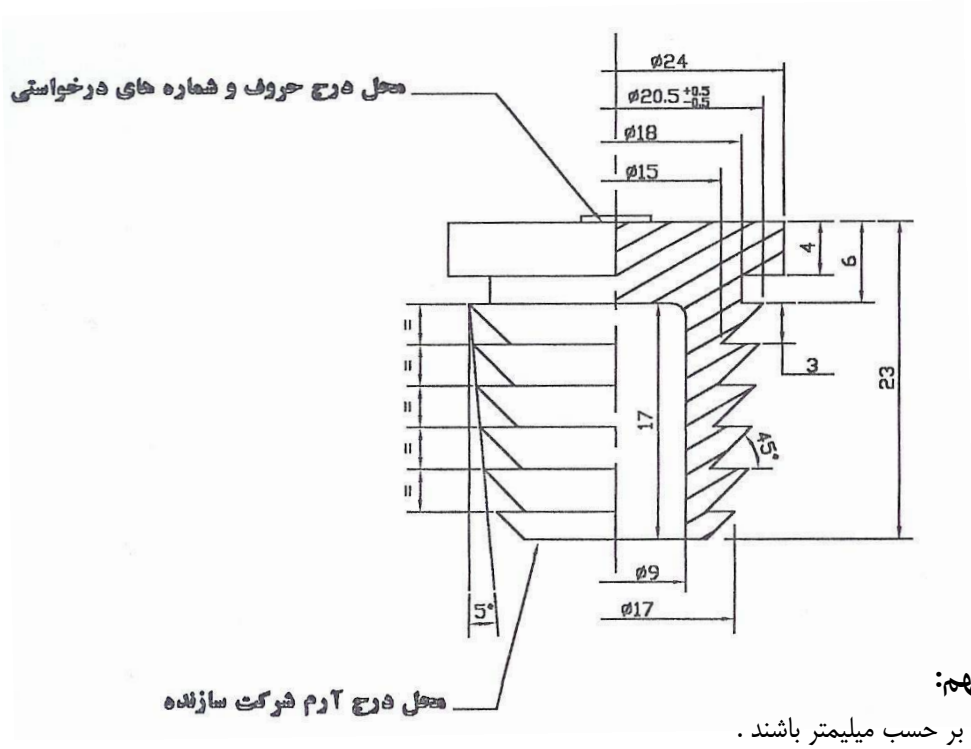


تذکرات مهم:

- تمام اندازه‌ها بر حسب میلیمتر باشند.
- پلاک از طریق سوراخ بزرگ تحت نیروی تقریبی ۱۰ تن و از طریق هر یک از سوراخهای کوچک تحت نیروی تقریبی ۵ تن قرار گیرد.
- تحت شرایط فوق هیچگونه خمش و یا تغییری نباید در پلاک بوجود آید.
- وضعیت ظاهری پلاک باید عاری از هرگونه آثار چربی، زنگ‌زدگی، پوسته اکسیدی، ترک، چروک سوراخکاری و ... باشد.
- علامت اختصاری شرکت سازنده باید به طور خوانا بر روی پلاک حک شده باشد.

شکل ۱۰-۲- مشخصات فنی پلاک بزرگ

پیوست ۱۰- ب
مشخصات فنی درپوش پلاستیکی



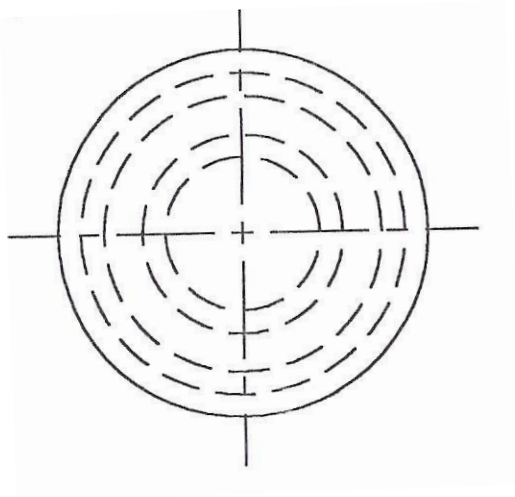
تذکرات مهم:

تمام اندازه‌ها بر حسب میلیمتر باشند .

مواد مصرفی باید کاملا نو و آراسته باشند.

قطعه باید عاری از هرگونه عیوب ظاهری همچون اعوجاج، چروک ، جابجایی قالب و غیره باشد.

بر روی قسمت کله‌گی درپوش، اعداد مورد نظر مطابق مشخصات برگه ضمیمه درج شده باشند .



شکل ۱۰-۳- مشخصات فنی درپوش پلاستیکی

فصل یازدهم

بالاست

۱۱-۱- مقدمه

بالاست از مصالح دانه‌ای تشکیل شده که بین ریل و زیربالاست قرار گرفته و وظایف زیر را بر عهده دارد:

۱- بستر مناسبی برای استقرار تراورس ایجاد می‌کند.

۲- بار را از تراورس به سطح بیشتری از زیرسازه انتقال می‌دهد.

۳- ضریب ارتجاعی بستر زیر تراورس را افزایش می‌دهد.

۴- باعث ثبات طولی و عرضی خط می‌گردد (ثبات عرضی خط کاملاً به بالاست مربوط می‌شود).

۵- باعث راحتی در اجرای تعمیرات و نگهداری سطح تراز و هم‌محوری خطوط می‌گردد.

۶- زهکش مؤثری برای خط ایجاد می‌کند، همچنین در برابر یخ‌زدگی مقاوم است.

۷- در محافظت از سطح فوقانی زیرسازه کمک می‌کند.

برای دستیابی به اهداف فوق‌الذکر، یک بالاست خوب باید خواص زیر را داشته باشد:

- سخت و محکم باشد.
- در مقابل عوامل فرسایش جوی مقاوم و بادوام باشد (مقاوم در برابر خشک و تر شدن متوالی و نیز مقاوم در برابر یخ‌زدگی و ذوب شدن متوالی).
- سنگ سازنده آن خلل و فرج نداشته، جاذب آب نیز نباشد.
- در مقابل عوامل سایشی و نیروهای لرزشی حاصل از حرکت قطار مقاوم بوده و براحتی خرد نگردد.
- براحتی قابل تهیه و ارزان باشد.
- ذرات آن گوشه‌دار بوده و ضریب ارتجاعی کافی داشته باشد.

- بمنظور جلوگیری از حرکت افقی تراورس، گیرائی کافی داشته وشکل ذرات و دانه‌بندی آنها مناسب باشد.
- آب باران را در خود جمع نکند، یعنی اینکه عاری از خاک و مواد زائد باشد.

۱۱-۲- مشخصات کیفی بالاست

۱۱-۲-۱- مواد زائد

مواد زائد در بالاست تهیه شده نباید بیش از مقادیر ذکر شده در جدول (۱۱-۱) باشند:

جدول ۱۱-۱- مقدار مواد زائد در بالاست

نوع	روش آزمایش	حداکثر مقدار مجاز (٪)
مواد نرم و ترد (شکننده)		۵
مواد ریزتر از سرند شماره ۲۰۰	ASTM- C۱۱۷	۱
کلوخ گلی	ASTM- C۱۴۲	۰/۵

۱۱-۲-۲- وزن مخصوص و پوکی مصالح

بالاست باید از مصالح سنگی دارای چگالی مناسب تهیه شده و در برابر حضور آب کمترین تـأثیر را بپـذیرد. در ایـن راسـتا، وزن مخصوص ظاهری مصالح بالاست برطبق ASTM- C۱۲۷ باید حداقل برابر $۲/۶ \frac{t}{m^3}$ بـوده وحـداکثر مقـدار جـذب آب مـصالح آن مطابق ASTM- C۱۲۷ برابر ۱ درصد و در بدترین حالت ۲ درصد باشد. همچنین در آزمایش تورق باید مقدار پولکهای ایجاد شده بر طبق BS-۸۱۲ کمتر یا مساوی ۵ درصد باشد.

۱۱-۲-۳- مقاومت در برابر یخبندان

از آنجا که استفاده از خط در تمام فصول و شرایط بارندگی قطع نمی‌گردد، لذا مصالح بالاست بایـد مقاومـت کـافی بـرای حفـظ کیفیت خود در طی تغییر فصول مختلف را داشته باشد. در این خصوص مقدار حداکثر افت وزنی مصالح سـنگی بالاسـت در ازای ۱۲ سیکل یخبندان باید از ۸ درصد کمتر باشد.

۱۱-۲-٤- مقاومت در برابر سایش مطابق آزمایش لوس‌آنجلس

درصد سایش بالاست تهیه شده بر مبنای آزمایش لوس‌آنجلس، نباید در ازای ۱۰۰۰ دور بیش از ۳۰ درصـد باشـد. روش انجـام آزمایش در ASTM- C۵۳۵ برای ذرات بزرگتر از ۲/۵۴ سانتیمتر و در ASTM- C۱۳۱ برای ذرات کوچکتر از ۲/۵۴ سـانتیمتر ارائـه شده است.

۱۱-۲-۵- مقاومت در برابر سایش برطبق آزمایش میکرودوال

از آنجا که مصالح بالاست در شرایط بارندگی نیز تحت تأثیر بارهای ضربه‌ای و لرزشی عبور قطارها قرار می‌گیرد، از طرف دیگر با توجه به اینکه در آزمایش لوس‌آنجلس مصالح دانه‌ای در اثر ضربات ناشی از سقوط گلوله‌های فولادی دچار شکست می‌شود، لذا برخی از مصالح سنگی خوب از قبیل گرانیت بدلیل ساختار تشکیل دهنده آنها عدد سایش بزرگتری نشان داده و رد می‌گردند، در حالیکه در واقعیت، عملکرد خوبی دارند. اما سنگهای دیگری که کیفیت ضعیف آنها در عمل به اثبات رسیده، بدلیل ساختار خاص کریستالی، عملکرد بهتری در این آزمایش نشان می‌دهند. لذا بهترین آزمایش برای کنترل کیفیت مصالح در برابر سایش آزمایشی است که بدون وارد کردن ضربه به ذرات، شرایط حضور آب را نیز درنظرگرفته باشد. آزمایش میکرودوال که در کشورهای اروپایی بیشتر رایج است، عامل فرسایش را در حضور آب به نمونه ۵ کیلوگرمی وارده نموده و افت وزنی نمونه پس از آزمایش را ملاک عمل قرار می‌دهد (از آنجا که آزمایش میکرودوال در کشورما مرسوم نیست. روش انجام این آزمایش در پیوست (۱۱- الف) این دستورالعمل آورده شده است). افت وزنی حداکثر مصالح در آزمایش میکرودوال در حضور آب باید کمتر از ۱۵ تا ۲۰ درصد باشد.

۱۱-۲-٦- آزمایش سلامت مصالح

از آنجا که اعمال دوره های مختلف سرما و گرما یا خشک و تر شدن و نیز سایر عوامل شیمیایی دیگر بر روی مصالح سنگی، رفته رفته باعث فرسایش آنها می‌گردد، برای کنترل میزان سلامت مصالح معمولاً انجام آزمایش خوردگی سولفات توصیه می‌شود. این آزمایش عبارت است از سنجش افت وزنی مصالح در ازای دوره های مختلف خشک و تر شدن در محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم. مقدار افت وزنی مصالح در ازای ۵ سیکل متوالی خشک و تر شدن در محلول سولفات سدیم باید بر طبق ASTM C۸۸ از مقدار ۵ درصد و حداکثر مطلق ۸ درصد کمتر باشد.

۱۱-۲-۷- مقاومت فشاری خشک و اشباع شده مصالح سنگی

از آنجا که مصالح باید دارای مقاومت کافی برای تحمل تمام تنشهای متمرکز وارده باشند، مقدار مقاومت تک محوری مغزه استوانه‌ای مصالح سنگی مورد کنترل قرار می‌گیرد. حداقل مقاومت تک محوری نمونه استوانه‌ای سنگ به قطر حداقل۵ سانتیمتر و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر (H=2D) در شرایط خشک و اشباع شده باید بترتیب بیشتر از مقادیر ۱۲۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. بارگذاری مغزه سنگ باید با سرعتی در حدود ۰/۲ تا ۱ مگاپاسکال در ثانیه انجام شود و به نقطه شکست رسانیدن سنگ حداقل ۳۰ ثانیه طول بیانجامد.

۱۱-۳- مشخصات سنگ مورد مصرف

سنگ مورد مصرف برای تهیه بالاست منحصراً باید از سنگ استخراج شده از معادن کوهی باشد. ابعاد لاشه‌ها باید طوری باشد که بالاست تهیه شده از آنها صددرصد شکسته و تیز گوشه باشد. سنگهایی که هنگام شکستن سطوح صافی در سنگ شکسته‌های آن ها ایجاد شود، برای بالاست مناسب نیست. سنگ مورد استفاده بایستی دارای سختی زیاد و از نوع سنگ‌های آذرین مانند بازالت ـ دیوریت ـ کوارتز و گرانیت باشد. از سنگ آهک به هیچ وجه نباید استفاده شود. (گرانیت، گرانودیوریت، کوارتزلاتیت، دیوریت و ...)

کوارتزیت و تراپهای سخت مناسبترین سنگها برای بالاست است. توجه شود که مصالح سنگ آهکی مناسب، صرفا در شرایط استثنایی که دسترسی به معادن سنگ آذرین در فواصل معقول میسر نباشد، پس از بررسی و تائید کمیسیون کارشناسی ویژه‌ای که از طرف کارفرما مامور خواهد شد، مشروط به تصویب و اجازه کتبی از طرف کارفرما قابل قبول خواهد بود (الزاماً در کمیسیون مربوطه نماینده دستگاه نظارت عالیه روسازی حضور خواهد داشت). سنگ مورد مصرف بایستی از قشرهای زیرین معدن برداشته شود و سنگهای قشرهای رویی معدن تا عمقی که مورد نظر مهندس ناظر است، مورد استفاده قرار نگیرد و همچنین باید رگه‌های نامرغوب احتمالی در معدن را از محوطه کار خارج کرد یا به هر صورت به هیچ‌وجه مورد استفاده قرار نداد.

۱۱-٤- دانه‌بندی بالاست

ابعاد دانه‌های مناسب بالاست برای مصرف در خطوط راه‌آهن بسته به نوع تراورس مصرفی متفاوت است، برای تراورس بتنی ابعاد دانه‌ها بین ۲۰ تا ۶۰ میلی‌متر قرار دارد. دانه‌ها باید صددرصد شکسته، تیز گوشه با سطوح زبر بوده و حالت پولکی و سوزنی نداشته باشد. دانه‌بندی ذرات تشکیل دهنده زیربالاست باید مطابق جدول (۱۱-۲) یا مطابق با یکی از آیین‌نامه‌های معتبر نظیر AREA باشد.

جدول ۱۲-۲- منحنی دانه‌بندی مصالح بالاست

ابعاد سوراخها به میلی‌متر	۷۰	۶۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰
درصد وزنی عبوری	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۹۵-۴۰	۶۰-۱۰	۰-۵	۰-۲

۱۱-۵- استقرار ناظر مقیم، آزمایشات و نکاتی که باید توجه شوند

استقرار مهندس ناظر مقیم واجد شرایط در کارگاه و حضور اکیپ آزمایشگاه و انجام مستمر کلیه آزمایشات مورد لزوم به شرح اشاره شده در بندهای قبلی با نظر مهندس ناظر و دستگاه نظارت و نهایتا کارفرما ضروری است.

تبصره ۱ـ نوع و تعداد آزمایش های روزانه، هفتگی و غیره به تناسب مقدار تولیدات و حجم انبارها و غیره در چهارچوب ضوابط و استانداردهای فنی و برای حصول اطمینان کامل از کیفیت تولیدات و روند مطلوب تولید مصالح بالاست توسط ناظر مقیم و دستگاه نظارت با نظر کارفرما تعیین خواهد شد. موارد زیر توصیه می‌شود:

۱- آزمایش دانه‌بندی، لوس‌آنجلس و درصد جذب آب و تطویل و تورق برای هر ۱۰۰۰ مترمکعب بالاست تهیه شده انجام گیرد.

۲- آزمایش با سولفات سدیم به ازاء هر انفجار و یا در صورتی که بنا به نظر ناظر، سنگ تغییر کرده باشد، انجام گیرد.

۳- آزمایش مربوط به وزن مخصوص بالاست باید به ازاء هر انفجار یکبار، انجام گیرد (براساس ASTM-C۲۹)

تبصره ۲ – لازم است که از نمونه‌هایی که هربار برای آزمایش فرستاده می‌شود، یک سنگ شاهد گرفته شده و تاریخ گرفتن نمونه و شماره نمونه بر روی آن نوشته شده و در یک کیسه نایلونی قرارداده شود و نمونه ها در محل مناسبی نگهداری شود یا به دفتر دستگاه نظارت فرستاده شود. بهتر است که از سنگ شاهد، یک عکس هم گرفته شود.

مخلوط بالاست تولید شده بایستی عاری از خاک ـ خاک رس ـ آهک ـ ریشه بقایای گیاهی یا مواد دیگر قابل پوسیدن باشد و ناظر مقیم و دستگاه نظارت موظفند که برای این منظور به طور مستمر در محلهای کارگاه حضور داشته باشند. بالاست های تولیدی از معادن مختلف نبایستی با هم مخلوط گردند. بالاست انبارشده بایستی کاملا همگن دارای دانه‌بندی پیوسته و مطابق جدول دانه‌بندی باشد. برای رسیدن به دانه‌بندی مورد نظر هنگام تولید بایستی از سرندهای لرزان استفاده گردیده واین سرندها مرتبا کنترل و بازدید شده و هرگونه اشکال در آن ها بلافاصله رفع گردد که در غیر اینصورت دانه بندی قابل قبول نخواهد بود.

۱۱-٦- نحوه انبارکردن بالاست

انبارکردن بالاست باید به نحوی صورت گیرد که تولیداتی که نمونه آنها برای آزمایشگاه فرستاده شده است، از یکدیگر قابل تفکیک بوده تا در صورت قابل قبول نبودن نتایج، بتوان در مورد آنها تصمیم‌گیری کرد. لازم است که زمین محل انبار به نحو مناسبی زیرسازی گردد، طوری که هنگام بارگیری بالاست با لودر، خاک با آن مخلوط نشود. (بهتر است که یک کف سازی بتنی انجام شود و یا اینکه بالاست از کمی بالاتر از سطح‌تر از کف برداشته شود). شکل دپو بایستی منظم و برای تعیین حجم بالاست قابل اندازه‌گیری باشد. ارتفاع دپو بالاست باید بیش از ۲ متر درنظر گرفته شود.

۱۱-۷- شرایط پذیرش بالاست درکارگاهها

– ارتفاع بالاست انبارشده باید بیش از ۲ متر و بالاست بصورت حجم هندسی منظم روی هم ریخته شده باشد که دقیقا با دوربین نقشه‌برداری قابل محاسبه باشد.

– شیت آزمایشگاهی دال بر انجام آزمایشهای مقاومت فشاری خشک و تر، لوس‌آنجلس و درصد جذب آب باید پیوست صورتجلسه تحویل بوده و مشخصات فنی موجود در قرارداد را داشته باشد.

– پس از انجام مراحل فوق باید بوسیله لودر، چندین نقطه از سطح فوقانی دپو بالاست که دارای حجم هندسی منظمی است، با نظر ناظر بررسی شود، بطوریکه مقداری از ارتفاع انبار گودبرداری شده، سپس نمونه‌برداری از کف و اطراف گمانه ها بطریقی که نمونه‌ها بطور تقریب نشان دهنده وضعیت عمومی انبار باشد، صورت گیرد. سپس باید منحنی دانه‌بندی رسم و کنترل شود. دانه‌بندی خارج از اندازه ذکر شده در قرار داد (مقادیر زیراندازه و بالای اندازه مجاز) نباید بیشتر از ۵ درصد باشد، در غیراینصورت براساس قرارداد، نوع جریمه پیمانکار تعیین خواهد شد. در حال حاضر که مقدار مجاز ۵ درصد در نظر گرفته شده است، بین ۵ درصد تا ۱۰ درصد قیمت تمامی ابعاد خارج از اندازه پرداخت نمی‌شود و برای بیشتر از ۱۰ درصد، کل بالاست تا سرند مجدد قابل تحویل نیست. لازم به ذکر است که دپو تا ۵۰ هزار متر باید در دو تا چهار نقطه و از ۵۰ تا ۱۰۰ هزار متر مکعب در چهار تا شش نقطه گمانه زده شده و از آن نمونه گرفته شود.

۱۱-۸- آزمایشات پذیرش

آزمونهای ارائه شده در بخش مربوط به مشخصات کیفی بالاست از قبیل تعیین مواد زائد، استحکام در برابر سایش و مرغوبیت بالاست و.... در مراکز آزمایشگاهی منتخب خریدار و بازرسی چشمی و آزمون دانه‌بندی قبل از بارگیری و ارسال محموله در زمانهای مناسب و تعداد لازم، در محل تولید انجام می شود. به منظور دانه‌بندی و سایر آزمونها از هر ۲۰۰ تن بالاست تهیه شده باید نمونه‌گیری به عمل آید، به طوری که وزن آن نباید کمتر از ۴۵/۵ کیلوگرم باشد. قبل از استفاده از بالاست، تهیه کننده آن باید نتایج تائید آزمایش های مربوط به کیفیت و دانه‌بندی را ارائه نماید. در صورتی که در طول مرحله بالاست‌ریزی، تهیه کننده بالاست منبع آن را تغییر دهد، مراحل قبل تکرار می‌شود. یک نوع بودن بالاست ارسالی با بالاست مورد قبول آزمایشگاه باید توسط مهندس ناظر تائید گردد.

۱۱-۹- حمل و نقل بالاست

حمل و نقل بالاست آماده شده باید با کامیونهای مخصوص حمل بالاست صورت گیرد. حمل و نقل باید طوری باشد که دانه‌بندی بالاست به هم نخورده و از هم تفکیک نشود. بالاست آماده شده در طی حمل و نقل آن و عملیات اجرا نباید به مواد خارجی و زیان‌آور آلوده شود.

پیوست ۱۱- الف
آزمایش میکرودوال

آزمایش میکرودوال[1] در دهه ۱۹۶۰ در فرانسه بر مبنای آزمایش دوال[2] مربوط به سالهای ۱۹۰۰، برای سنجش مقدار مقاومت در برابر سایش و دوام مصالح سنگی ابداع گردید. در این آزمایش، عامل ایجاد سایش در واقع گوی‌های فلزی هستند که همراه با مصالح و در حضور آب درون محفظه استوانه‌ای فلزی ریخته می‌شوند. این آزمایش تحت نام آزمایش دوام مصالح سنگی درشت به روش میکرودوال، مطابق استاندارد AASHTO TP ۵۸-۰۰ انجام می‌گیرد.

روش انجام آزمایش به این صورت است که مصالح سنگی دانه‌بندی شده همراه با گوی‌های فلزی به قطر ۹/۵ میلیمتر و در حضور آب داخل یک محفظه استوانه‌ای فلزی به قطر ۲±۱۹۴ میلیمتر ریخته می‌شود. نمونه مصالح سنگی باید حداقل ۲ ساعت قبل از آزمایش درون ظرف آب ریخته شده و اشباع گردیده باشد. محفظه استوانه‌ای حامل مصالح و گوی‌ها و آب به مدت ۲ ساعت با سرعت ۵±۱۰۰ دور در دقیقه دوران می‌کند. برخلاف آزمایش لوس‌آنجلس محفظه استوانه در آزمایش میکروودال دارای تیغه‌های فلزی نبوده و سایش مصالح سنگی فقط از طریق سائیده شدن گوی‌های فلزی و سنگها به یکدیگر روی می‌دهد.

بر مبنای تحقیقاتی که صورت گرفته است، محققین مختلفی درخصوص مناسب بودن نتایج آزمایش میکرودوال برای تعیین کیفیت مصالح سنگی مطالبی را نوشته‌اند. در همین زمینه تحقیق بزرگی در آمریکا (۲۰۰۲) بر روی ۷۲ نمونه سنگی انجام شده تا از این طریق ارتباط بین نتایج آزمایش لوس‌آنجلس و سلامت از یک سو و آزمایش میکرودوال از سوی دیگر مطالعه گردد. نتایج مطالعات انجام شده نشان داد که از میان دو آزمایش لوس‌آنجلس و میکرودوال، آزمایش میکرودوال نتایج متمرکزتری (با انحراف معیار کمتری) به دست می‌دهد. در این تحقیق مشخص گردید که سنگهای مختلف از جنسهای مختلف، عملکرد متفاوتی بر مبنای آزمایش لوس‌آنجلس یا میکرودوال از لحاظ مناسب بودن کیفیت آنها دارند. همچنین در این تحقیق مشخص گردید که ارتباط تجربی مناسبی بین نتایج آزمایشهای میکرودوال، لوس‌آنجلس و سلامت وجود ندارد و با مقادیر انحراف معیار قابل ملاحظه می‌توان روابط زیر را معرفی کرد.

$$LA = e^{۰/۰۱۲٤\ MD} \qquad (۱۱-۱- \text{الف})$$

$$SSS = ۰/۱۷۴۱\ MD - ۰/۰۱۹۳ \qquad (۱۱-۲- \text{الف})$$

LA: درصد افت وزنی در آزمایش لوس‌آنجلس

MD: درصد افت وزنی در آزمایش میکرودوال

SSS: درصد افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات سدیم

1 - Micro- Deval

2 - Deval

در انتهای این تحقیق که برای مصالح آسفالت انجام شده بود، میکرودوال قابل قبول برای مـصالح سـنگی آسـفالت، حـدود ۱۸ درصد مشخص گردیده است.

فصل دوازدهم

زیربالاست

۱۲-۱- مقدمه

لایه زیربالاست بین بالاست و بستر قرار گرفته و وظایف زیر را بر عهده دارد:

- فراهم کردن سطحی صاف و مناسب برای بستر
- محافظت از خاکریز در برابر آب باران
- هدایت بار وارده از بالاست به بستر و توزیع آن درحد قابل قبول برای بستر
- ایجاد بستر مناسب برای ساخت خط، شامل ریختن و متراکم‌کردن بالاست بدون پانچینگ
- محافظت از خاکریز در برابر فرسایش و یخبندان
- عملکرد نفوذ بین لایه بالاست و بستر

۱۲-۲- مصالح مناسب برای زیربالاست

مصالح مصرفی در زیربالاست می‌تواند ترکیبی از سنگریزه، شن و ماسه طبیعی، ماسه شکسته شده، سنگ شکسته شده و مواد ریزدانه باشد. در هر صورت مخلوط انتخاب شده باید دارای تمامی شرایط ذکر شده در بخشهای (۱۲-۳) و (۱۲-۴) باشد.

۱۲-۳- دانه‌بندی زیربالاست

هنگام انتخاب مصالح زیربالاست و طراحی آن باید موارد زیر را مورد توجه قرار داد:

۱- سازگاری دانه‌بندی لایه‌های مختلف خط: برای این منظور باید مصالح زیربالاست با استفاده از رابطه مربوط به نفوذ ترزاقی طراحی شود.

۲- محافظت از فرآیند مکش[1] که در مصالح ریزدانه بستر رخ می‌دهد (نفوذ ذرات ریز بستر در لایه بالاست): برای این منظور لازم است که مصالح زیربالاست که در تماس با بستر قرار دارند، اندازه‌ای کوچکتر از ۰/۲ میلیمتر داشته باشد. برای دستیابی به این موضوع استفاده از یکی از دو روش زیر پیشنهاد می‌گردد:

- طراحی زیربالاست بصورت یک لایه مرکب از شن و ماسه که حدود ۲۰ درصد آن ماسه ریز با دانه‌بندی کوچکتر از ۰/۲ میلیمتر باشد.

- طراحی زیربالاست بصورت دو لایه که لایه بالایی از جنس شن و ماسه با C_u و C_c مناسب بوده و لایه پایینی آب رد کن باشد.

بطور کلی دانه بندی زیربالاست می‌تواند مطابق یکی از گروههای ۱ تا ۳ جدول (۱۲-۱) باشد. بهتر است که دانه بندی زیربالاست مطابق دانه بندی گروه (۱) باشد.

جدول ۱۲-۱- درصد وزنی عبوری مجاز از الکهای مختلف برای زیربالاست مصرفی در راه‌آهن

گروه	قطر چشمه‌های الک یا شماره آن						
	۲ اینچ	۱ اینچ	۳/۸ اینچ	#۴	#۱۰	#۴۰	#۲۰۰
۱	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۵۰-۸۴	-	۲۶-۵۰	۱۲-۳۰	۰-۱۰
۲	۱۰۰	۷۵-۹۵	۴۰-۷۵	۳۰-۶۰	۲۰-۴۵	۱۵-۳۰	۵-۱۵
۳	-	۱۰۰	۵۰-۸۵	۳۵-۶۵	۲۵-۵۰	۱۵-۳۰	۵-۱۵

۱۲-٤- آزمایشهای مربوط به زیربالاست

لازم است تا آزمایشهای زیر بر روی زیربالاست انجام شده و نتایج آن در محدوده‌های مجاز ذکر شده قرار داشته باشد.

۱۲-٤-۱- نمونه‌گیری

نمونه‌گیری از زیربالاست باید براساس روش استاندارد ASTM D۷۵ صورت گیرد.

۱۲-٤-۲- آزمایش دانه‌بندی

آزمایش دانه‌بندی باید براساس روش استاندارد ASTM C۱۳۶ انجام گیرد.

1 - Pumping

۱۲-٤-۳- آزمایش تعیین ذرات ریزتر از الک شماره ۲۰۰

درصد مواد عبوری از الک شماره ۲۰۰ باید به کمک استاندارد ASTM C۱۱۷ انجام گیرد. درصد عبوری از الک ۲۰۰ نباید از $\frac{2}{3}$ عبوری از الک شماره ۴۰ بیشتر باشد.

۱۲-٤-٤- آزمایش تعیین حد روانی و حد خمیری

انجام آزمایش تعیین حد خمیری و حد روانی مطابق استاندارد C۴۲۴ وASTM C۴۲۳ بر روی مواد عبوری از الک شماره ۴۰ ضروری است. حد روانی و حد خمیری مصالح عبوری از الک ۴۰ باید به ترتیب کمتر از ۲۵ درصد و ۶ درصد باشد. $(PI \leq 6\%, LL \leq 25\%)$

۱۲-٤-٥- آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا (CBR)

آزمایش تعیین نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) باید مطابق استاندارد ASTM D۱۸۸ بر روی مصالح زیربالاست انجام شود. سی بی آر مصالح زیربالاست نباید از ۲۵ کمتر باشد.

۱۲-٤-٦- آزمایش تراکم

مصالح زیربالاست باید در رطوبتی معادل درصد رطوبت بهینه با تراکم بیشتر از ۹۸ درصد کوبیده شود. آزمایش تعیین تراکم در محل باید مطابق استاندارد ASTM D۱۵۵۷ انجام گیرد.

۱۲-٤-۷- آزمایش تغییر درصد سایش

سایش مصالح با دانه های بزرگتر از قطر سوراخ های الک شماره ۲۰۰ زیربالاست مطابق استاندارد ASTM C۱۳۱ نباید از ۵۰ درصد بیشتر شود.

۱۲-٤-۸- آزمایش میکرودوال

میزان سایش مصالح با دانه های بزرگتر از قطر سوراخ های الک شماره ۲۰۰ زیربالاست نباید بیش از ۲۰ درصد باشد.

فصل سیزدهم

مصالح جوشکاری

۱۳-۱- ترمیت

ترمیت در واقع ماده اصلی جوشکاری است. این ماده مخلوطی است از اکسید آهن دانه‌بندی شده و پودر آلومینیوم که در اثر اشتعال با یکدیگر واکنش داده و آلومینیوم، آهن را احیا می‌کند. این آهن پس از اصلاح، برای جوش دادن درز ریل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$Fe_2O_3 + 2\,Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe + 760\,kj \qquad (۱-۱۳)$$

آهنی که از این طریق بدست می‌آید چنان نرم است که نمی‌توان از آن بعنوان فولاد جوشکاری استفاده کرد، بنابراین خواص آنرا توسط یکسری افزودنی‌هایی بهبود می‌بخشند. این افزودنی‌ها عبارتند از: کربن، منگنز، سیلیسیم، تیتانیم، وانادیوم و غیره.

۱۳-۱-۱- نحوهٔ تولید

اکسید آهن مورد نیاز، در اثر اکسیده شدن فلزات در کوره‌های مخصوص ایجاد می‌شود. سپس کوبیده و غربال شده و پس از انجام دانه‌بندی به سیلوی مخصوص هدایت می‌گردد. ذرات آلومینیوم هم که دارای درجه خلوص زیادی هستند، بوسیله ماشین‌آلات خاصی آسیاب شده و برای عملیات آماده می‌شوند. سپس مواد طبق دستورالعمل، مخلوط می‌گردند و نهایتا داخل پاکتهای مخصوص ریخته شده و بسته‌بندی می‌شوند.

۱۳-۱-۲- بسته‌بندی و علامتگذاری

کیسه‌های ترمیت باید از جنسی باشد که رطوبت براحتی داخل آنها نشود. مقدار ترمیتی که در هر کیسه ریخته می‌شود باید به اندازه‌ای باشد که برای یک بند جوش ترمیت کافی باشد. بر روی کیسه‌های ترمیت باید نکات زیر نوشته شده باشد:

- نوع ترمیت
- نام کارخانه تولید کننده
- تاریخ تولید و نوبت تولید
- وزن ترمیت

سایر موارد در صورت درخواست مشتری باید روی کیسه ترمیت نوشته شده باشد. اگر برای بستن در کیسه از بند استفاده شده باشد، باید از دو کارت تاریخ اعتبار استفاده شود.

۱۳-۱-۳- حمل و نقل و انبارکردن ترمیت

۱- کیسه‌های ترمیت را باید در انبارهای خشک و در قفسه‌های مناسب انبار کرد.

۲- هنگام جوشکاری باید از کیسه‌های ترمیت در مقابل باران و یا هر رطوبت احتمالی دیگری از قبیل شبنم، مه، اجسام رطوبت‌دار و غیره محافظت نمود.

۳- در محلها و یا ظرفهای جاذب رطوبت نباید ترمیت را انبار کرد.

۴- حمل ونقل و بارگیری و تخلیه کیسه‌های ترمیت باید به دقت صورت گیرد، تا کیسه‌ها آسیبی نبینند و ترمیت آنها بیرون نریزد یا اینکه رطوبت در آنها نفوذ نکند.

۵- نباید ترمیت در فضای باز انبار شود.

۶- جوشکاری با کیسه‌های ترمیت مرطوب یا خیس شده حتی پس از خشک کردن آنها نیز مجاز نیست. ترمیت در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد مشتعل می‌شود. در صورت آتش گرفتن، هرگز نباید ترمیت را بوسیله آب خاموش کرد، فقط می‌توان از ماسه خشک برای خاموش کردن آن استفاده کرد.

۱۳-۱-٤- ضمانت

پودر ترمیت از زمان تحویل به راه‌آهن، در صورت حفظ بسته‌بندی اصلی آن و نگهداری در محیط خشک و دارای تهویه، باید به مدت دو سال ضمانت گردد. هر گونه خسارت ناشی از بسته‌بندی نامناسب، پس از اعلام خریدار، ظرف مدت دو ماه باید جایگزین گردد.

۱۳-۲- فشفشه‌ها

برای شروع عملیات واکنش ترمیت لازم است که تحریک مواد توسط ماده دیگری صورت گیرد که درجه حرارت اشتعال آن کم‌تر از ترمیت باشد. فشفشه در واقع همین وظیفه را بعهده دارد. این میله‌های مشتعل کننده در اندازه‌های معین تولید شده و به

صورت مجزا از انبار کیسه‌های ترمیت و حتی الامکان در انبارهای دیگری ذخیره می‌شوند. فشفشه‌ها را نباید با کیسه‌های ترمیت در یک ظرف حمل و یا جابجا نمود. پس از خارج کردن یکی از فشفشه‌ها، باید مجدداً سر محفظه آن بسته شود. از قرار دادن فشفشه‌ها در جیب لباس کار و یا مشابه آن، جداً خودداری شود. فشفشه‌ها در دمای بیشتر از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد خودبخود مشتعل می‌شوند، بنابراین باید از تماس آنها با حرارت جلوگیری شود. فشفشه‌ها باید در جعبه‌های پلاستیکی ۱۰۰ تایی بسته‌بندی شوند.

۱۳-۳- محفظه پیش‌ساخته جوشکاری

محفظه جوشکاری در واقع قالب عملیات جوشکاری ترمیت است. این قالب با متعلقات دیگر مطابق مشخصات فنی لازم در طرفین درز بسته شده و ترمیت مذاب پس از واکنش، به داخل آن ریخته می‌شود. این محفظه ها یکبار مصرف بوده و برای انجام هر بند جوشکاری باید از محفظه جدیدی استفاده شود.

۱۳-۳-۱- نحوهٔ تولید

مراحل ساخت محفظه پیش‌ساخته جوشکاری ترمیت به صورت خلاصه به شرح زیر است:

۱- ماسه، آب شیشه و اکسیدآهن با درصد مناسبی مخلوط می‌شود.

۲- مخلوط حاصل داخل قالب مربوط ریخته شده و در حد لازم متراکم می‌گردد.

۳- محفظه ها را با گاز دی‌اکسید کربن به صورت موقت خشک کرده و از قالب خارج کرده و در کوره مخصوص، کاملا خشک می‌نمایند (دمای کوره ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است).

نکته‌ای که باید به آن توجه شود این است که افزایش درجه حرارت باید به آرامی صورت گیرد، زیرا در غیر این صورت ترکهای ناشی از انقباض در آن بوجود می‌آید. نوع ماسه مصرفی و همچنین نسبتهای اختلاط آن با آب شیشه و اکسیدآهن، تأثیر مستقیم بر کیفیت قالب دارد، بنابراین لازم است که مصالح مناسبی برای این کار انتخاب شود. بهترین راه برای تعیین نسبتهای اختلاط، ساختن قالب های آزمایشی و انجام عملیات جوشکاری با آن، به منظور تعیین کیفیت است.

۱۳-۳-۲- بسته‌بندی وعلامتگذاری

هر مجموعه قالب باید در داخل یک جعبه قرار داده شده و بسته بندی شود. بر روی جعبه باید نام کارخانه تولید کننده، تاریخ تولید، نوع ریلی که قالب برای آن ساخته شده است و روش جوشکاری مورد استفاده، نوشته شود. سایر اطلاعات مورد نیاز بنا به درخواست خریدار بر روی جعبه‌ها نوشته می شود.

۱۳-۳-۳- حمل و نقل و انبار کردن

۱- در حمل و نقل و بارگیری و تخلیه جعبه‌های حاوی قالب ها، باید دقت لازم مبذول داشت تا آنها ضربه ندیده و شکسته نشوند.

۲- از قرار دادن قالب ها در محلهای مرطوب و در معرض بارش باران باید خودداری کرد. چون رطوبت، باعث آسیب دیدن آنها می‌شود.

۳- در هنگام عملیات جوشکاری باید دقت شود که حمل و نقل قالب ها با دقت انجام شود.

۱۳-۳-٤- کنترل کیفیت

قالب های تهیه شده باید از مصالح مرغوب با نسبتهای اختلاط مناسب تهیه شود. برای کنترل کیفیت، تنها راه مؤثر استفاده از آنها در عملیات جوشکاری است. اگر قالبی در حین عملیات جوشکاری دچار مشکل شود، برای مثال در بدنه آن ترک یا شکستگی روی دهد، مصالح آن مرغوب نبوده و باید اصلاح شود. ضمنا از روی رنگ آن هم، تا حدودی می‌توان کیفیت را تشخیص داد. قالب جوشکاری باید به اندازه کافی خلل و فرج برای خروج گازهای حاصل از واکنش ترمیت، داشته باشد. این مسئله را می‌توان با دود سیگار کنترل کرد. ضمنا اگر قالب از ارتفاع یک متری سقوط کند، نباید آسیب ببیند.

۱۳-۳-۵- ضمانت

تولیدکننده باید قالب های خود را از نظر کیفیت و دوام در حین جوشکاری، تضمین نماید و اگر جوشی به علت ترک خوردن قالب، خراب شود، خسارت آن بر عهده تولیدکننده قالب است و اگر ترکیدن قالب در چند جوش مشاهده شود، تولیدکننده باید اقدام به اصلاح قالب های خود کرده و طبق نظر دستگاه نظارت و خریدار، جریمه شود.

۱۳-٤- گلدان نسوز

۱- گلدان نسوز جسمی است مخروطی شکل که در انتهای آن یک سوراخ به شکل مخروط ناقص قرار داده شده است. گلدان نسوز در واقع محلی است که ترمیت در آن ریخته می‌شود و فعل و انفعال شیمیایی تولید فولاد، در داخل آن صورت می‌گیرد. گلدان نسوز یکی از مهمترین تجهیزات تدارکاتی برای جوش درز ریل محسوب می‌شود. انتخاب گلدان مناسب، علاوه بر افزایش کیفیت جوشکاری، ایمنی و سلامت جوشکاران را تامین می‌کند.

۲- گلدان نسوز از مواد نسوز منیزیتی، نسوزهای دولومیتی و یا غیره ساخته می‌شود.

۳- گلدان نسوز تولیدی باید از استحکام کافی برخوردار باشد.

۴- سوراخ انتهایی آن باید به شکل مخروط ناقص بوده و با ته‌گلدان مربوطه هماهنگی داشته باشد.

۵- هر یک از گلدانها باید در یک جعبه به همراه ته‌گلدان و ماسه آب‌بندی مربوطه، بسته‌بندی شود. بر روی جعبه باید نام کارخانه سازنده و تاریخ تولید ثبت شده باشد.

۶- نام کارخانه تولیدکننده گلدان نیز باید بر روی آن حک شده و به وضوح قابل تشخیص باشد.

۷- تولیدکننده باید محصولات خود را حداقل تا انجام ۳۰ بند جوش تضمین کند. در صورتی که گلدانی برای کمتر از ۳۰ بند جوش دوام بیاورد، تولیدکننده موظف است آن را با یک گلدان تازه تعویض کند.

۸- قبل از انعقاد قرارداد خرید، تولید کننده تعداد ۵ گلدان را به طور آزمایشی تولید کرده و در اختیار خریدار قرار می‌دهد. اگر میانگین تعداد جوشهایی که توسط این گلدانها داده می‌شود، بیشتر از ۳۰ بند جوش بود، قرارداد خرید منعقد می‌گردد، در غیر این صورت تولیدکننده بایداقدام به اصلاح طرح خود نماید.

۹- گلدانها باید در محل خشک و دور از رطوبت نگهداری شده و در حمل و نقل آنها دقت کافی مبذول شود.

Ōهدارهٔ ldže

دستورالعمل ǴØهٔ njō بٔ Ǵتٔ

ات �g -Č-Čď

بسته به روp از ęlęl عملیاθ نصب njō ایęاد njō متفاوθ اسO. در صورتي که عملیاθ نصب njøō به صورθ دسته‌تي و یøا به صورθ ریلzŬاري پیوسته از ęlęl شودٔ نیازي به تهیه njō بسته نیسO. تهیه njō بسته مربوط به مواردي اسO که نصب njøō به روp گسسته از ęlęl گیرد. تهیه njō بسته به دو روp از ęlęl مي‌گیرد که تفاوθ آنها در مęل تهیه njō اسO.

۱- تهیه njō در یG کارگاه مرکزي و ارسال njō بسته به نقاط مłتلف شبکه.

۲- تهیه njō در نقاطي از شبکه که عملیاθ اجراي روسازي در حال از ęlęl اسO.

در روp اول کارگاه مرکزي مي‌تواند شامل یG یا šند کارگاهٔ با توجه به وسعO شبکه و دسترسي‌هاي آن باشد. این کارگاه‌ها در کŦور ما در داłل کارłانه هاي تولید تراورس قرار دارند و تولید njō بسته در همان کارłانه تولید تراورس از ęlęl مي‌گیرد.

گاهي اوقاθ شرایط njō خاصي در اجراي پروژه‌هاي روسازي پیش مي‌آید. که نیاز به تهیه njō در مęل اجراي عملیاθ بوجود مي‌آیدٔ در این شرایط njō مصالT مłتلف با استفاده از حمل و نقل جاده‌اي به مęل منتقل شده و تهیه njō در مęل صورθ مي‌گیرد.

این بłش حاوي نکاتي اسO که باید در تهیه njō بسته مورد توجه قرار گیرد. در ادامه این بłش بęاي استفاده از "تهیه‌هاøō njøō در کارگاه مرکزي"ٔ از "تهیه njō در کارگاه" و بęاي "تهیه njō در مęل اجراي روسازي"ٔ از "تهیه njō در مęل" استفاده شده اسO.

هاتا در njō ǴØهٔ -č-Čď

در این روpٔ باید نکاθ زیر را در نظر گرفO:

ďČ-č-Č- سازو

قبل از اقدام به تهیه نیز لازم است که سکویی برای اجرای تهیه نیز ساخته شود. برای ساخت سکو ابتدا باید نقشه مجل کارگاه نیز و سکو آماده شده و به تجهیز دستگاه نخاره رسانده شود.

منطقه مورد نظر آبگاشی و گلگزنی شده و سکویی بتنی به طول ۱۰۰ متر و عرض ۴ متر با بتن مگر به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر پوشانده می‌شود. سکس دو ریل متناسب با عرض نیز مورد نظر بر روی بتن مگر قرار گرفته و سکس قالب‌بندی شده و بتن‌ریزی تا زیر قارچ ریل انجام می‌شود. اگر نیاز به احداث سکویی دیگر در کنار سکوی فوق باشد باید فاصله دو سکو طوری در نظر گرفته شود که ماشین‌آلات بتوانند براحتی در بین آنها حرکت کنند و یا اینکه اگر در آینده نیاز به کشیدن راه‌آهن بین این دو سکو بود این مطلب ممکن شود.

ďČ-č-Č- تجهیزات و تأسیسات

۱- تجهیزگیری مصالح روسازی از ریل و تراورس و ادوات اتصال در داخل کارگاه باید زیر نظر دستگاه نخاره باشد و قطعات آسیب دیده و یا معیوب جدا شده و در صورت جلسه ذکر شود.

۲- لازم است که مصالح تائید شده طوری انبار شوند که از سایر مصالح جدا بوده و قابل تشخیص باشد.

۳- قبل از آنکه اقدام به تهیه کوپن شود مصالح باید به تائید دستگاه نخاره رسیده و یا کیفیت آنها با گواهینامه معتبر از سوی تولیدکنندگان مورد تائید قرار گرفته باشد.

۴- کلیه اجزاء پابند باید در بسته‌بندی‌های استاندارد کارخانه سازنده به محل تهیه نیز آورده شده و برگه کنترل کیفیت آنها به همراه مهندس ناظر برسد. بر روی هر بسته باید نام کارخانه تولیدکننده تاریخ تولید و نوع محصول و سایر اطلاعات تکمیلی نیز شماره کوره در مورد فنرها و یا پیچ‌ها نوشته شود.

۵- تراورسها باید توسط ناظر به صورت شمش کنترل شود به طوری که روی آنها نام سازنده و تاریخ ساخت و به گونه قابل رویت باشد. اجنا محل تولید در تراورسهای تیر وسلو کنترل گردد که با خاک یا سنگریزه پر شده باشد. اگر ترکی در سطح تراورس دیده شود نباید اجازه استفاده از آن در تهیه نیز داده شود.

۶- تخلیه ریلها باید بوسیلة ماشین‌آلات مناسب ! و با دقت صورت گیرد. انداختن ریلها از روی واگن بر روی زمین به هیچ وجه مورد قبول نیست و ناظر همواره باید بر تخلیه صحیح ریلها نظارت داشته باشد.

۷- هر یک از مصالح تا زمانی که به تائید مهندس ناظر نرسد تحت هیچ شرایطی اجازه استفاده از آنها در تهیه کوپن وجود ندارد و در صورت استفاده از آنها ناظر می‌تواند کوپن بسته شده را غیرقابل قبول اعلام کرده و اجازه حمل آنرا ندهد.

ďČ-Ď- کوپن‌گیری

تراورسها توسط لیفتراک حمل شده و به فواصل ۶۰ سانتیمتر از هم بر روی سکوی تهیه کوپن چیده می‌شود. در زمان جابجایی باید دقت کافی بکار رود تا اجزاء به تراورسها وارد نشود. صفحات زیر ریل پدها در محل نشیمنگاه ریل در روی تراورس جایگزاری شده و سکس ریلها در محل نشیمنگاه بر روی آنها قرار داده می‌شود. گایدپلیت فنر و پیچ‌های مربوطه جایگزاری شده و پیچ سفت می‌گردد. روی هم بندی و تهیه کوپن تا ۲ ردیف دیگر بر روی کوپن اولیه مجاز است. پس از اتمام ۴ ردیف کوپن روی هر سکوی

کوپلها بوسیله جرثقیل بر روي واگنهاي مناصو ! حمل کوپل قرار داده مي‌شود. بلند کردن و بارگیري کوپلها باید به گونه‌اي انجام شود که آسیبي به آنها وارد نشود.

۲-۱۰-۱- نظارت بر روسازي در زمان اجراي عملیات (خط‌بندي)

هنگامیکه تهیه کوپلها لازم است که مهندس ناظر نکات زیر را کنترل نماید:

۲-۱۰-۱-۱- کلیات

۱- ناظر باید در طول کوپل به صورت مستمر مجموعه پابند را کنترل کند. کنترل مربوطه شامل موارد زیر است:

الف) باید کنترل شود که فنرها و سایر اجزا به صورت صحیح در جاي خود قرار گرفته باشند.

ب) باید کنترل شود که اجزا سیستم پابند کامل بوده و کسري در اجزا وجود نداشته باشد.

ج) لازم است که در طول یک کوپل کلیه پابندها از یک نوع بوده و در یک کوپل از پابندهاي مختلف استفاده نشده باشد. حتي اجزاي یک مجموعه پابند شامل فنرها واشرها و ... باید در طول یک کوپل همگي از یک نوع باشند.

۲- هنگام بستن پیچهاي پابند ناظر بایستي بر این عملیات نظارت کرده و صحت آنرا کنترل نماید. لازم است که هنگام بستن پیچها از دستگاههاي مجهز به توربومتر استفاده شود.

۳- پس از آنکه پیچها بسته شدند نیز لازم است که ناظر در مورد محکم بسته شدن پیچها اطمینان حاصل کند. این کار مي‌تواند با استفاده از یک گیج و یا توربومتر صورت گیرد.

۴- کنترل شود که عمق‌گذاري در محل نصب پابند بر روي ریل انجام شده باشد.

۲-۱۰-۱-۲- تراورس

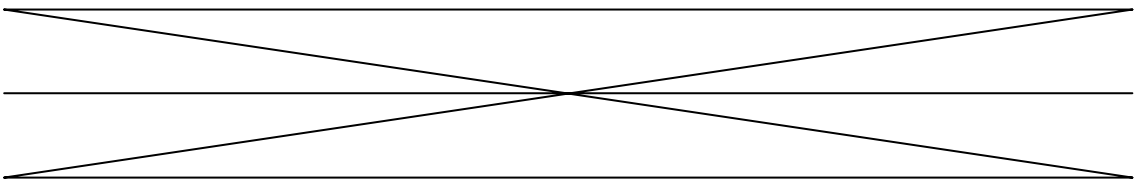
۱- پس از تهیه کوپلها لازم است که عمود بودن تراورسها بر امتداد ریل کنترل شود.

۲- فاصله تراورسها باید اندازه‌گیري شود. این فاصله نباید با مقادیر ذکر شده در نقشه‌ها بیشتر از ۲/۵ سانتي‌متر اختلاف داشته باشد.

۲-۱۰-۱-۳- بارگیري

۱- در حین تهیه کوپل اگر کوپلهاي مناصو ! قوس ها در محل کارگاه تهیه شود باید شماره‌گذاري گردد. بارگیري آنها باید طوري باشد که رعایت ترتیب قرارگیري آنها در نظر گرفته شده باشد.

۲- باید کنترل مستوي بودن کوپل با استفاده از یک رشته ریسمان بنایي به شکل زیر انجام شود:



شکل۱٤-۱- کنترل مستوی بودن کوپلاژ با استفاده از یک رشته ریسمان بنایی

نقطه تقاطع ریسمان‌هاي قطري (۱ و ۲) باید منطبق بر نقطه وسط ریسمان H که وسط تراورس‌هاي دو طرف را به هم وصل مي‌کند باشد. امنا لازم است که همراستا بودن دو سر ریل‌ها نیز توسط گونیا کنترل شود.

H- پس از آنکه کوپلاژ تهیه شد بر روي یکي از تراورس‌هاي میاني آن با رنگ تاریخ تهیه نوشته شود. همچنین کلمه "تولیدي در کارگاه" به چوب شود تا کوپلاژ تولید شده در کارگاه قابل تشخیص از کوپلاژ تولیدي در محل باشد.

۴- پس از تهیه کوپلاژها کوپلاژ تهیه شده باید به تاید ناظر رسیده و سکس براي انبار کردن و بارگیري آماده شود. تاید ناظر به صورت یک صورتجلسه در آمده و در محل کارگاه نگهداري خواهد شد.

محل نصب کوپلاژ در کارگاه -D-Cد

تهیه کوپلاژ در محل مشابه تهیه کوپلاژ در کارگاه است و باید نکاتي که در تهیه کوپلاژ در کارگاه رعایت مي‌شود در این رو هم رعایت شود. در این رو باید در مورد تجلیه ادوات روسازي دقت بیشتري صورت گیرد. مصالحي که مورد تایید دستگاه نظارت نیست و در هنگام حمل و نقل آسیب دیده است باید در محلي جا ! انبار شود تا در تهیه کوپلاژ از آنها استفاده نشود. اگر مصالح مدتي در محل انبار مي‌شوند لازم است انبار کردن آنها با اجوابط مربوط به انبار کردن هر یک از آنها انجام گیرد.

پس از تهیه کوپلاژ در محل و تایید هر بسته توسط مهندس ناظر پیمانکار با رنگ تاریخ تولید را بر روي یکي از تراورس‌هاي میاني بسته کوپلاژ نوشته و کلمه "تولید در محل" را که نشان‌دهنده محل تولید است نیز به آن اضافه مي‌کند. در نمایش بسته‌هاي کوپلاژ تولید شده در حضور مهندس ناظر صورتجلسه مي‌شود.

بخش دوم

اجرا

فصل اول

نظارت بر اجرای روسازی

۱-۱- کلیات

اجرای روسازی و نظارت بر آن، مهمترین بخش در عملیات احداث خط محسوب می‌شود و لازم است که در مورد آن دقت خاص مبذول گردد. روش اجرای روسازی و مراحل آن به همراه برنامه کاری به صورت مفصل توسط پیمانکار تهیه شده و تحت عنوان مشخصات خصوصی پیمان ارائه می‌گردد. این بخش به مسائلی می‌پردازد که باید در هنگام اجرای روسازی درنظر گرفته شود.

۱-۲- کلیات

این قسمت شامل مواردی است که باید قبل از شروع عملیات روسازی انجام گیرد.

۱-۲-۱- برنامه کاری و معرفی افراد کارگاه روسازی

قبل از شروع عملیات روسازی، دستگاه پیمانکار موظف است برنامه کاری و مشخصات نفرات کارگاه روسازی را به اطلاع دستگاه نظارت روسازی برساند. در این برنامه کاری، ماشین‌آلات موجود و مدل آنها نیز باید ذکر شود. همچنین کلیه تغییرات در افراد کلیدی کارگاه و ورود و خروج ماشین‌آلات باید با اطلاع دستگاه نظارت صورت گیرد.

۱-۲-۲- کنترل سطح زیرسازی

قبل از شروع عملیات روسازی، مدیر کارگاه روسازی به همراه ناظر روسازی، از زیرسازی مسیر بازدید بعمل آورده و مواردی را که با مشخصات فنی مطابقت ندارند، یادداشت کرده و برای دفتر مرکزی به‌منظور تصمیم‌گیری ارسال می کند.

در هنگام تحویلگیری زیرسازی، لازم است که نماینده دستگاه نظارت روسازی و نماینده پیمانکار اجرای روسازی حضور داشته باشند و نقطه نظرات آنها نیز اعمال گردد.

در تحویلگیری زیرسازی کنترل موارد زیر الزامی است:

۱- در طول مسیر در هر ۵۰۰ متر باید یک علامت تثبیت شده و مختصات‌دار (بنچ‌مارک)، وجود داشته باشد. همچنین باید محور خط و ابتدای قوسهای دایره‌ای و پیوندی و انتهای آنها مشخص شده باشند.

۲- رقوم آماده شده بستر باید با نقشه‌های اجرایی مطابقت داشته باشد. برای کنترل این موضوع، لازم است که پیمانکار زیرسازی، با نقشه‌برداری و ارائه نتایج آن، صحت این موضوع را به اثبات برساند. حداکثر اختلاف مجاز بین رقوم ارتفاع موجود و رقوم نقشه‌ها، نباید بیش از ۲۵ میلی‌متر باشد. کنترل رقوم باید در فواصل ۱۰ متری و در سه نقطه، یکی در محور راه و دو مورد دیگر به فاصله ۳ متر از محور در امتداد عرضی، انجام شود. اگر از هر ۱۰ مورد در طول محور، یک مورد بیش از ۵ میلی‌متر با رواداری مجاز تفاوت داشته باشد، می‌توان تراز سطح بستر روسازی را قابل قبول دانست. همچنین ناهمواری سطح هر طرف از محور در اندازه‌گیری با شمشه ۳ متری که عمود بر محور قرار داده می‌شود، نباید از ۲۰ میلی‌متر تجاوز نماید. بازاء هر یک کیلومتر و برحسب اینکه مسیر در خط مستقیم یا قوس واقع شده باشد، اندازه‌گیری یکنواختی باید بین ۲۰ تا ۴۰ بار در مسیر انجام گیرد. رواداریهای خارج از مشخصات در رقوم و ناهمواری سطح بستر روسازی باید قبل از پوشش آن با بالاست مطابق دستورات دستگاه نظارت تصحیح شود.

۳- لازم است که فاصله میخ‌های محور در مسیر مستقیم و در قوس کنترل گردد. این فاصله در مسیر مستقیم ۵۰ متر و در قوس ۲۵ متر است.

اگر موارد بالا رعایت نشوند و در حین اجرای روسازی مشکلی پیش آید، مسئولیت آن به عهده پیمانکار روسازی خواهد بود.

۱-۲-۳- صورتجلسات و دستور کارها

قبل از شروع هر بخش از عملیات، مدیر کارگاه باید شروع عملیات را به اطلاع ناظر روسازی رسانده و دستور کار را دریافت نماید.

پس از اتمام عملیات روزانه در هر بخش، کلیه عملیات در پایان روز مورد نظر باید صورتجلسه شده و کمیت آن به تصویب ناظر روسازی برسد. اگر ناظر در مورد کیفیت نظری داشته باشد، می‌تواند در صورتجلسه مرقوم نماید.

ناظر موظف است که یک نسخه از صورتجلسه‌ها را بایگانی کرده و در صورت نیاز کپی آن را برای دفتر مرکزی دستگاه نظارت ارسال دارد.

۱-۲-٤- تهیه صورت وضعیت

صورت وضعیت کارکرد ماهیانه پیمانکار در محل، توسط مدیر کارگاه روسازی و با توجه به صورتجلسات کارکردهای روزانه تهیه می‌شود. صورت وضعیت فوق باید به تأیید ناظر مقیم رسیده و سپس به دفتر مرکزی دستگاه نظارت به‌منظور بررسی و تأیید، ارسال گردد. اگر صورت وضعیت مشکلی داشته باشد و نیاز به بازدید محل باشد، تیمی متشکل از کارشناسان پیمانکار و دستگاه نظارت، با هزینه پیمانکار از محل بازدید کرده و مشکل را حل خواهند کرد.

۱-۲-۵- فواصل بین عملیات مختلف

حداکثر فاصله مجاز بین هر یک از عملیاتی که برای اجرای روسازی انجام می‌گیرد، ۱۰ کیلومتر است. در موارد استثنایی این فاصله تا طول یک بلاک، قابل افزایش است. در صورت رعایت نشدن این موضوع از طرف پیمانکار، ناظر می‌تواند عملیات را متوقف کند.

۱-۳- بالاست‌ریزی قشر اول

بالاست‌ریزی قشر اول پس از تحویل بستر روسازی صورت می‌گیرد. اگر قبل از تحویل، اقدام به بالاست‌ریزی شود، پیمانکار باید به هزینه خود بالاست را جمع کرده و پس از تحویل، دوباره پخش کند.

توزیع بالاست باید در طول خط و با توجه به میخهای محور صورت گیرد. بالاست‌ریزی باید توسط فینیشر و به صورت یکنواخت صورت گیرد. هر گونه استفاده از گریدر برای توزیع ثانویه بالاست و یا در محور آوردن آن، در صورتی که باعث کاهش ضخامت بالاست شود، ممنوع خواهد بود.

عرض بالاست با توجه به مقطع عرضی روسازی تعیین خواهد شد. ضخامت این لایه به گونه‌ای خواهد بود که پس از قرارگیری خط روی آن، حداکثر ۱۵ سانتی‌متر از تراز نهایی پایین‌تر باشد. (برای مثال اگر باید ضخامت کل بالاست در زیر تراورس ۳۰ سانتی‌متر باشد، ضخامت این لایه حداقل ۱۵ سانتی‌متر خواهد بود.)

قبل از شروع عملیات نصب خط، لازم است از این لایه بازدید بعمل آید و اگر مشکلی از نظر ضخامت، عرض و یا در محور بودن وجود دارد، پیش از نصب خط رفع گردد.

۱-٤- نقشه‌برداری

بسته به روش نصب خط، لازم است که قبل از شروع عملیات، نقشه‌برداری و میخ‌کوبی کناره مسیر صورت گیرد. فاصله طولی میخها ۱۵ متر بوده و فاصله آنها از میخ محور، بر اساس روش نصب خط تعیین خواهد شد. قبل از شروع عملیات نصب خط، میخهای فوق توسط مهندس ناظر کنترل خواهد شد.

۱-۵- نصب خط

روش نصب خط می تواند به صورت دستی و یا مکانیزه صورت گیرد. روش مکانیزه ممکن است به شکل پیوسته و یا گسسته انجام شود. از آنجایی که روشهای نصب خط متفاوت هستند، هنگام نصب خط باید دستورالعملها و مقررات ایمنی مربوط به هر یک از ماشین‌آلات را رعایت کرد.

قبل از شروع عملیات، روش نصب خط و مراحل آن باید به اطلاع و تأیید دستگاه نظارت رسانده شود. روش کار به این صورت خواهد بود که روش نصب خط انتخابی، طی یک نامه برای دستگاه نظارت ارسال می‌گردد و پس از تأیید دستگاه نظارت، عملیات شروع می‌شود. اگر کار بدون تأیید دستگاه نظارت شروع شود، ناظر می‌تواند دستور توقف و تعطیلی کار را صادر نماید و اگر نیاز باشد، دستور جمع‌آوری بخشهای نصب شده را بدهد.

اگر روش نصب خط دستی مورد استفاده قرار گیرد، باید فواصل تراورسها به دقت کنترل شود و اگر تصحیحی نیاز دارد، پیش از نصب ریلها این اصلاح انجام شود. هنگامی که از روش غیرپیوسته (کوپلاژگذاری) و یا دستی استفاده می‌شود، لازم است که درزها توسط وصله و پیچهای استاندارد بسته شوند. ضمناً رعایت مسایل درزبندی تا قبل از شروع عملیات جوشکاری ضروری است. مقدار درز هنگام ریلگذاری باید با توجه به درجه حرارت ریلگذاری و حداکثر درجه حرارت ریل در محل نصب مطابق جدول (۱-۱) تنظیم شود.

جدول ۱-۱- مقدار درز هنگام ریلگذاری (میلیمتر)

درجه حرارت ریلگذاری(سانتی‌گراد)	حداکثر درجه حرارت ریل در محل نصب (سانتی‌گراد)			
	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
بیش از ۴۰	۳	۳	۴	۵
۳۰ تا ۴۰	۳	۴	۵	۶
۲۰ تا ۳۰	۴	۵	۶	۷
۶ تا ۲۰	۶	۷	۸	۹
۶- تا ۶	۸	۹	۱۰	۱۱
۲۰- تا ۶-	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
کمتر از ۲۰-	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴

لازم است که برای قوسها با توجه به شعاع قوس و مقدار کوتاه‌شدگی، تمهیدات مورد نیاز در نظر گرفته شود. بهتر است که تهیه ریلهای کوتاه و یا کوپلاژهای مخصوص قوس، در محل کارگاه ریلگذاری انجام شود.

در پایان روز کاری، مدیر کارگاه باید به همراه ناظر از خط نصب شده در آن روز بازدید بعمل آورده و اگر اصلاحی نیاز دارد، در همان روز انجام شود. در این بازدید، گونیا بودن تراورسها، کامل بودن ادوات روسازی و هندسه خط کنترل خواهد شد. مقدار رواداریهای هندسی نصب خط، توسط دستگاه نظارت تعیین خواهد شد. با توجه به دقت نصب، سرعت مجاز حرکت قطارهای عملیاتی بر روی خط تازه نصب شده بین ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر بر ساعت خواهد بود.

۱-۶- نصب سوزن

سوزن طبق نقشه ایستگاه سفارش داده شده و پس از ساخته شدن، به صورت قطعات مجزا به محل نصب حمل می‌شود. پیش از نصب سوزن لازم است زیرسازی اجرا شده در محل ایستگاه، با نقشه ایستگاه کنترل گردد تا مغایرتی در این زمینه وجود نداشته باشد. نصب سوزن از زبانه شروع می‌شود. ابتدا بسته (پانل) زبانه در محل درز اتصالی و در محور خط اصلی، طوری روی زمین گذاشته می‌شود که نقطه تقاطع در محل میخکوبی شده قرار گیرد. سپس درز، گونیا شده و با توجه به مسایل درزبندی مقدار آن تعیین شده و اعمال می‌گردد. پس از بستن اتصالیهای ریل، سایر قسمتهای سوزن در محل خود نصب می‌شوند. انتهای سوزن باید با درز مناسب به خطوط انشعابی وصل گردیده و اتصالیهای ریل، بسته شوند.

هنگام نصب سوزن رعایت موارد زیر الزامی است:

الف– محل نصب سوزن باید مستقیم و مسطح باشد.

ب– در سمت قوسی سوزن، نباید هیچگونه دور یا اضافه ارتفاعی اعمال شود.

ج– عرض خط طبق نقشه کنترل شود.

د– فاصله تراورسها مطابق نقشه کنترل شود.

هـ– میله مانور و سایر متعلقات سوزن به طور کامل و دقیق نصب شود.

و– در یک کوپلاژ قبل و بعد از سوزن، از تراورسهای چوبی استفاده شود.

اگر سوزن حمل شده به کارگاه با مشخصاتی که در نقشه ایستگاه آمده مطابقت نداشته باشد، ناظر نباید اجازه نصب آن را بدهد.

۱-۷- بالاست‌ریزی و تنظیم تراز خط (رلواژ)

پس از اتمام عملیات نصب خط، لازم است که بلافاصله اقدام به بالاست‌ریزی قسمت نصب شده شود. مقدار بالاست‌ریزی در هر مرحله، با توجه به حجم کل بالاست، حجم واگنهای حمل بالاست و تعداد واگنهای هر قطار تعیین می‌شود. سهم بالاستی که در هر مرحله باید ریخته شود، پیش از شروع عملیات باید توسط پیمانکار تعیین شده و به تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد.

پس از عملیات بالاست‌ریزی، ماشین تنظیم (رگلاتور)، بالاست را توزیع می‌کند و سپس عملیات تراز کردن خط توسط ماشین زیرکوب انجام می‌شوند. این عملیات شامل زیرکوبی و تنظیم تراز قائم و افقی خط است. مقدار مجاز بلند کردن خط و جابجایی عرضی آن، بستگی به توانایی ماشین زیرکوب دارد. مقدار مجاز برای بلند کردن خط، حداکثر ۸۰ میلی‌متر و برای جابجایی عرضی، حداکثر ۵۰ میلی‌متر است. هر تراورس باید دو مرتبه زیرکوبی شود. پس از انجام عملیات فوق بنا به نظر دستگاه نظارت و سرعت طرح مسیر، از ماشین تثبیت کننده (استابلیزر) به‌منظور تثبیت خط استفاده می‌شود. سرعت حرکت ماشین تثبیت کننده توسط دستگاه نظارت تعیین خواهد شد.

پس از تکمیل موارد بالا، اقدام به نقشه‌برداری از خط شده و جداول نیولمان برای آن تهیه می‌شود. سپس دوباره عملیات بالاست‌ریزی انجام شده و این بار با توجه به جداول همتراز سازی (نیولمان)، عملیات زیرکوبی و تنظیم تراز خط (رلواژ دوم)، صورت می‌گیرد. مواردی که باید در این مرحله انجام شود، مشابه موارد مرحله قبل است.

۱-۸- جوشکاری ریلها و پیوسته‌کردن آنها

پس از اتمام رلواژ دوم، عملیات جوشکاری ریلها و پیوسته کردن آنها شروع می‌شود. عملیات فوق در فصل چهارم توضیح داده شده است.

۱-۹- رلواژ نهایی و شیروانی‌سازی

پس از اتمام عملیات جوشکاری و پیوسته کردن ریلها، اگر به بالاست‌ریزی نیاز باشد، این کار انجام گرفته و سپس تنظیم و تراز نهایی خط انجام می‌شود. حداکثر مقدار بلند کردن خط در این مرحله، ۵۰ میلی‌متر است. پس از زیرکوبی، عملیات شیروانی‌سازی،

مطابق با مقطع عرضی روسازی انجام می‌گیرد. در نهایت برای تثبیت خط لازم است ماشین تثبیت کننده از روی خط عبور کند. سرعت حرکت ماشین تثبیت کننده در این مرحله باید ۰/۶ کیلومتر بر ساعت باشد.

۱-۱۰- نصب علایم و تابلوهای ثابت خطی

لازم است که لیست تابلوهای مختلف شامل شیب‌نما، کیلومتر، حدود ایستگاه، شروع و خاتمه قوسها و پیوندیها توسط نقشه‌بردار از پروفیل‌ها استخراج شده و پس از تهیه، متناسب با پیشرفت کار، در مورد نصب آنها در محل خود اقدام شود. فاصله تابلوها از محور خط باید توسط دستگاه نظارت تعیین و به پیمانکار ابلاغ گردد.

۱-۱۱- درز عایق

از درزهای عایق در خطوطی که دارای مدار خط است، استفاده می‌شود. این درزها مانع از برقراری جریان بین انتهای دو ریل مجاور شده و ایجاد مدار می‌نماید. سه نوع درز عایق وجود دارد:

۱- پیوسته

۲- غیر پیوسته

۳- چسبیده

بسته به اینکه از چه نوع مدار خطی استفاده شود، نوع درز عایق، اجزاء آن و نحوه اجرای آن متفاوت خواهد بود.

ایجاد درزهای عایق پس از اتمام و تحویل عملیات اجرای روسازی انجام می‌گیرد و از آنجاییکه در حوزه علایم و ارتباطات محسوب می‌شود، ایجاد درزهای عایق بر اساس موارد مندرج در کاتالوگ درز مربوطه و تحت نظارت و دستورالعمل‌های بخش علایم و ارتباطات انجام خواهد شد.

فصل دوم

کنترل‌های مربوط به روسازی پس از اتمام عملیات

۲-۱- کلیات

پس از اتمام عملیات اجرای روسازی، لازم است کنترلهایی انجام شود. این کنترلها به نوعی تضمین کننده کیفیت کار خواهند بود. این فصل از دو بخش اصلی تشکیل شده است، بخش اول مربوط به کنترل اجزاء روسازی و بخش دوم مربوط به کنترل مشخصات هندسی روسازی است. روشهای کنترل و رواداریهای قابل قبول در بخش اجزاء روسازی، قبلاً در دستورالعمل مربوط به اجزاء روسازی آورده شده است. کنترلهای مربوط به جوشکاری در فصول سوم و چهارم، آورده شده‌اند. از آنجاییکه کنترلهای اصلی در هنگام تولید مصالح و اجرای کار صورت می‌گیرند، کنترلهای بعد از اجرای کار معمولاً به صورت کلی بوده و تنها تکمیل کننده کنترلهای قبلی هستند.

۲-۲- کنترل اجزاء روسازی

کنترل اجزاء روسازی باید به شرح زیر صورت گیرد. ناظر می‌تواند برای موارد زیر یک لیست کنترل تهیه کند و با استفاده از آن، کنترلهای زیر را انجام دهد.

۲-۲-۱- کنترل پابندها و ادوات اتصال ریل به تراورس

الف) کنترل چشمی اجزاء و ادوات اتصال که کسری یا شکستگی نداشته و کامل باشند

ب) کنترل سفتی پیچ پابندهای نوع پیچی، با استفاده از گیج و یا گشتاور سنج (تورکمتر)

ج) کنترل صحیح بسته شدن اجزای پابند

۲-۲-۲- کنترل تراورس

الف) کنترل چشمی تراورسها از نظر وجود نداشتن ترک و یا شکستگی

ب) کنترل طرفین تراورسها از نظر صدمه ناشی از زیرکوب

ج) کنترل گونیا بودن تراورسها

د) کنترل محل رول پلاکها

ه) کنترل فاصله تراورسها، مقدار رواداری مجاز فاصله تراورسها ۲/۵+ سانتیمتر است.

۲-۲-۳- کنترل بالاست

الف) کنترل نیمرخ بالاست وابعاد مربوطه از روی مقاطع عرضی تیپ. رواداری قائم پروفیل ۲۰- میلی‌متر و رواداری شانه‌های بالاست، ۲۰± میلی‌متر است.

ب) کنترل دانه‌بندی و سایر مشخصات فنی بالاست ریخته شده در محل با توجه به برگه‌های آزمایشگاهی. در صورت نیاز ناظر می‌تواند دستور آزمایش بالاست ریخته شده درخط را صادر کند.

ج) بالاست‌ریزی باید طوری انجام شده باشد که سطح رویی تراورسها حدود ۱ سانتیمتر بالاتر از سطح بالاست باشد.

۲-۲-٤- کنترل جوش درز ریل

الف) کنترل ابعادی جوش و رواداریهای مجاز آن

ب) کنترل سنگ‌زنی قائم و جانبی

ج) کنترل عرض خط در محل جوش

د) کنترل محل جوش نسبت به تراورسهای طرفین

ه) کنترل تائیدیه مربوط به کیفیت پودر ترمیت

و) تکمیل فرم مربوط به مشخصات جوش

ز) بررسی نتایج تستهای غیر مخرب آلتراسونیک و ذرات مغناطیسی

۲-۳- کنترل مشخصات هندسی خط

کنترل مشخصات هندسی خط توسط دوربین نقشه‌برداری و یا ماشین اندازه‌گیر خط صورت می‌گیرد. مقادیر رواداریهای مجاز در جدول (۲-۱) آورده شده است. همچنین تغییرات مجاز شیب طولی در مقایسه با مقدار واقعی آن، ‰۲ است. رواداریهای هندسی جوش نیز درجهات افقی و قائم به ترتیب ۰/۵ mm/m و ۱ mm/m است.

جدول ۲-۱- رواداریهای هندسی بر حسب سرعت (میلی متر)

سرعت (کیلومتر بر ساعت)	انحرافات افقی (وتر ۱۰ متری)	انحرافات قائم (وتر ۱۰ متری)	پیچش در ۵ متر	گشادی عرض خط	تنگی عرض خط	تغییرات عرض خط در متر	اختلاف تراز عرضی
۳۰	۴۴	۴۰	۲۵	۲۵	۹	۳	۲۵
۴۰	۳۵	۳۵	۲۳	۲۰	۹	۳	۲۵
۹۰	۱۵	۱۶	۱۵	۱۰	۸	۲	۱۸
۱۲۰	۹	۱۰	۱۲	۹	۷	۱	۱۲
۱۶۰	۶	۶	۸	۶	۴	۱	۸

۲-٤- شاخص کیفیت خط

علاوه بر کنترل رواداریهای مجاز، دستگاه نظارت با استفاده از نتایج ماشین اندازه‌گیر، اقدام به تعیین شاخص کیفیت خط با استفاده از روشهای موجود نموده و سپس از آن برای کنترل کیفیت کار اجرا شده، استفاده خواهد کرد.

راه‌آهنهای مختلف شاخصهای مختلفی را برای ارزیابی وضعیت خط بکار می‌برند که از آن جمله می‌توان به CTR، استفاده از انحراف معیار، ترکیب انحراف معیار، طیف قدرت و روش ترکیب خرابیها اشاره کرد. دستگاه نظارت باید یکی از روشهای بالا را برای تعیین شاخص کیفیت خط بکار گیرد.

در پیوست ۲- الف، روشهای مربوط به تعیین شاخص کیفیت خط ارائه شده است. این روش‌ها بیانگر شاخص‌های معتبر مورد استفاده در سطح راه‌آهن‌های دنیا بوده که با انجام مطالعات خاص و بررسی‌های دقیق‌تر و تائیدکارفرما می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

پیوست ۲- الف- روشهای تعیین شاخص کیفیت هندسی خط

۲- الف-۱- مقدمه

پارامترهای هندسی خط از عوامل مؤثر بر میزان راحتی و سطح ایمنی خط است. مشخصات هندسی خط در واقعیت تطابق کاملی با مقدار تئوری ندارند. مقدار انحراف مشخصات هندسی از مقدار واقعی در سطوح مختلف نگهداری خط باید محدود شده و کنترل شود. برای کنترل مشخصات هندسی در دوره نگهداری خط، پارامترهای هندسی خط به روشهای مختلف اندازه گیری شده و مورد تحلیل قرار می‌گیرند. امروزه عمدتاً این اندازه گیریها با استفاده از ماشین اندازه گیر خط انجام می‌شود. در این پیوست، روشهای مختلف تحلیل مقادیر اندازه‌گیری شده توسط ماشین اندازه گیر بررسی شده و در یک مطالعه موردی برای یک نمونه، تحلیلها انجام و با یکدیگر مقایسه شده است. روشهای تحلیل ارائه شده عمدتاً بر مبنای اطلاعات گسسته استوارند.

۲- الف-۲- پارامترهای هندسی خط

پارامترهای هندسی خط معرف موقعیت قرارگیری ریلها در فضا هستند. با توجه به اینکه هر خط ریلی از دو ریل تشکیل شده و هر ریل در فضا امکان حرکت در دو جهت (قائم و افقی) را دارد، لذا با چهار پارامتر هندسی مستقل می‌توان مختصات قرارگیری ریلها را تعیین کرد. با توجه به اینکه چهار مختصات فوق باید به صورت مطلق اندازه گیری شوند و این امر به سادگی امکان‌پذیر نیست، معمولاً مشخصات هندسی خط با هفت پارامتر زیر معرفی می‌شود:

- افتادگی ریل چپ و راست
- انحراف افقی ریل چپ و راست
- عرض خط
- دور
- پیچش

اندازه گیری پارامترهای فوق عمدتاً با دو روش اندازه‌گیری مطلق و انحراف از وسط وتر انجام می‌شود. پارامترهای عرض خط، دور و پیچش به صورت مطلق اندازه‌گیری شده و پارامترهای افتادگی و انحراف افقی با استفاده از روش انحراف از وسط وتر اندازه گیری می‌شود. البته امروزه استفاده از انحراف از وتر نامتقارن نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمده پارامتر مهم در اندازه‌گیری به روش انحراف از وتر، طول وتر اندازه‌گیری شده است که در تعیین مقادیر مجاز انحراف مؤثر است. با در نظر گرفتن طول وتر، روش تحلیل تفاوت چندانی نمی‌کند.

اندازه‌گیری مشخصات هندسی می‌تواند به روش دستی یا با استفاده از ماشین انجام شود. البته امروزه راه‌آهنها عمدتاً از ماشینهای اندازه‌گیر استفاده می‌کنند. با توجه به روش اندازه‌گیری، نتایج به صورت پیوسته (آنالوگ) یا گسسته (دیجیتال) برای تحلیل جمع‌آوری می‌شود. در صورتی که اندازه‌گیری‌ها به صورت پیوسته باشد، برای انجام تحلیل باید ابتدا به اطلاعات گسسته تبدیل شود .

۲- الف-۳- روشهای تحلیل مشخصات هندسی

در تحلیل اطلاعات اندازه‌گیری شده برای پارامترهای هندسی، با تعدادی اعداد تصادفی مواجه هستیم. روشهای مورد استفاده برای تحلیل عمدتاً بر مبنای تحلیل عددی اطلاعات تصادفی استوارند. در یک تقسیم بندی کلی، می‌توان روشهای تحلیل رایج را به چهار دسته زیر تقسیم بندی کرد:

- روشهای تجربی (EM)
- تحلیل آماری (SA)
- تحلیل طیفی (SPA)
- تحلیل جزئی (FA)

در ادامه به بررسی هر یک از این روشها خواهیم پرداخت:

۲- الف-۳-۱- روشهای تجربی

روشهای تجربی عمدتاً بر تجربیات راه‌آهنهای مختلف استوار است. در این روشها سعی شده است تا به نحوی وضعیت هندسی خط به صورت کمّی بیان شود. این روشها بسیار ساده بوده و عمدتاً با محاسبات دستی قابل انجام است. از آنجا که در این روشها تحلیل اطلاعات و تعیین شاخص در یک مرحله انجام می‌شود، شرح روشهای تجربی در قسمت تعیین شاخص هندسی بیان شده است.

۲-الف-۳-۲- روشهای آماری

با توجه به اینکه تحلیل پارامترهای هندسی شامل تحلیل عددی یک سلسله اطلاعات تصادفی است، تعیین خصوصیات آماری این اطلاعات می‌تواند مفید باشد. عمده پارامترهایی که در تحلیل آماری تعیین می‌شوند عبارتند از :

- مقدار میانگین
- انحراف معیار
- مقادیر حداکثر و حداقل مطلق

مقدار میانگین به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\overline{X_m} = \frac{\sum x_i}{n}$$

(۲- الف-۱)

X_i : مقادیر اندازه گیری شده

n : تعداد نقاط اندازه‌گیری شده

برای محاسبه انحراف معیار می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(\overline{x} - x_i)^2}{n}}$$

(۲-الف-۲)

$\overline{x}$: میانگین مقادیر را نمایش می دهد.

انجام تحلیل آماری مستلزم گسسته بودن اطلاعات است. استفاده از مقادیر مطلق خرابی نیز می‌تواند در تحلیل بکار رود. به عنوان مثال راه‌آهن ژاپن از نسبت خرابیهای مطلق به کل خرابیها استفاده می‌کند و راه‌آهنهای هلند (NS) و انگلستان (BR) از انحراف معیار استفاده می‌کنند. راه‌آهن فرانسه (SNCF) از مقایسه انحراف معیار با میانگین مطلق پارامترها استفاده می‌کند.

از مزایای عمده تحلیل آماری، سادگی آن و راحتی محاسبات است، ولی در این روش اطلاعاتی در مورد مشکل خرابی و یا نحوه وابستگی اطلاعات به یکدیگر به دست نمی‌آید.

۲-الف-۳-۳- تحلیل طیفی

در این روش سعی می‌شود تا نحوه وابستگی اطلاعات به یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور با استفاده از روش تحلیل طیفی برای اطلاعات گسسته، تابع چگالی طیف قدرت محاسبه می‌شود. در این روش اطلاعات باید به صورت گسسته باشد. ابتدا با استفاده از تبدیل سریع فوریه (F.F.T)، ضرایب فوریه محاسبه شده و با استفاده از آن، تابع خود همبستگی اطلاعات محاسبه می‌شود. سپس با تبدیل معکوس فوریه تابع چگالی طیف قدرت محاسبه می‌شود. این تابع به صورت زیر خواهد بود:

$$G(f) = Af^{-n}$$ (۲-الف-۳)

A و n : ضرایب ثابت

F : فرکانس خرابی

با رسم منحنی چگالی طیف قدرت می‌توان فرکانس غالب خرابیها را تعیین کرد. با توجه به نوع پارامتر و فرکانس غالب می‌توان نوع خرابی را تعیین نمود.

۲-الف-۳-٤- تحلیل جزئی

در این روش سعی می‌شود مقدار نامنظمی پارامترهای هندسی به صورت کمی بیان شود. برای این منظور با استفاده از تحلیل جزئی پارامتر اندازه جزء تعیین می‌شود. برای تعیین اندازه جزء روشهای مختلفی وجود دارد برای تحلیل پارامترهای هندسی می‌توان از روش تقسیم کننده استفاده کرد. در این روش اندازه کل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$L(\lambda) = n\lambda^{1-D_R}$$ (۲-الف-۴)

L : اندازه کل

λ : اندازه طول واحد

n : تعداد طول واحد

D_R : اندازه جزء

در صورتیکه رابطه فوق در دستگاه لگاریتمی رسم شود، اندازه جزء را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$D_R = 1 - m$$ (۲-الف-۵)

m : شیب منحنی در دستگاه مختصات لگاریتمی

تحقیقات انجام شده نشان داده اند که منحنی تحلیل جزئی پارامتر افتادگی خط به صورت دو خطی بوده و دو اندازه جزء مرتبه اول و دوم (D_{R1}, D_{R2}) وجود دارد.

۲- الف-٤- شاخص کیفیت هندسی خط

شاخص کیفیت[1] (TQI) عددی است که برای تعیین وضعیت خط بکار می‌رود و قادر است اندازه سطح سرویس دهی خط را بیان کند. با توجه به اینکه سازه خط ریلی از اجزاء متعددی تشکیل شده است و وضعیت تمام این اجزاء در کیفیت خط موثر است، معمولاً شاخص کیفیت هر یک از اجزاء به صورت جداگانه محاسبه شده و سپس با ترکیب با یکدیگر، شاخص کل تعیین می‌شود.

در صورتیکه شاخص کیفیت در دوره‌های مشخص بهره‌برداری اندازه‌گیری شود، با رسم نمودار شاخص کیفیت به صورت تابعی از تناژ عبوری می‌توان تابع زوال تجربی هر شاخص را تعیین نمود. این تابع اهمیت بسیار زیادی در مدیریت نگهداری و تعمیر روسازی دارد. در ادامه روشهای مختلف تعیین شاخص هندسی بررسی شده است.

۲-الف-٤-۱- ضریب ترکیبی کیفیت خط (STQC)

این روش مبتنی بر تحلیل آماری بوده و با وزن دهی به انحراف معیار پارامترهای مختلف تعیین می‌شود. این ضریب از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$J = \frac{S_Z + S_Y + S_W + 0.5S_e}{3.5} \qquad (۲-الف-۶)$$

J : شاخص پارامترهای هندسی

S_Z : انحراف معیار افتادگی ریل چپ و راست

S_Y : انحراف معیار انحراف افقی ریل چپ و راست

S_W : انحراف معیار پیچش

S_e : انحراف معیار عرض خط

راه‌آهن لهستان از این شاخص استفاده می‌کند و برای نگهداری خطوط، J را به مقادیر جدول (۲- الف-۱) محدود می‌نماید.

جدول ۲- الف-۱- مقادیر مجاز پارامتر J برای سرعتهای مختلف

سرعت (km/h)	۳۰	۹۰	۱۶۰
J (mm)	۱۲۰	۶/۶	۲/۰

۲-الف-٤-۲- ضریب خرابی (DC)

ضریب خرابی برای تحلیل اطلاعات پیوسته بکار می‌رود و با استفاده از گراف ماشین اندازه گیر تعیین می‌شود. مقدار این ضریب از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

1 - Track Quality Index

$$w_5 = 1-(1-w_e)(1-w_g)(1-w_w)(1-w_z)(1-w_y)$$ (۲-الف-۷)

که در آن:

W_e : خرابی مربوط به عرض خط

W_g : خرابی مربوط به دور

W_w : خرابی مربوط به پیچش

W_z, W_y : میانگین خرابیهای قائم و افقی ریلهای چپ و راست

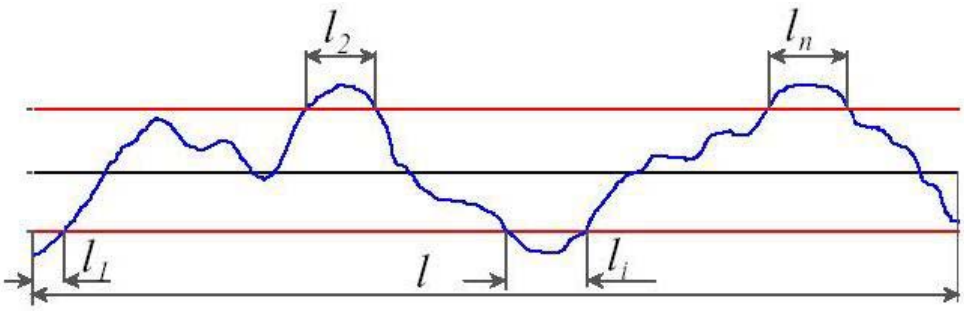
مقدار خرابی هر پارامتر (w) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$w = \frac{\sum L_i}{L}$$ (۲- الف-۸)

که در آن:

L : طول کل مسیر

L_i : طول قسمتی که از مقدار مجاز فراتر رفته است را مطابق شکل(۱) نمایش می دهند.



شکل ۲- الف-۱- نحوه تعیین پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه شاخص

راه‌آهن اتریش این روش را برای بررسی کیفیت هندسی خط بکار برده و برای طبقه‌بندی خط از جدول (۲- الف-۲) استفاده می‌کند.

جدول ۲-الف-۲- طبقه بندی خطوط بر اساس W_5

$w_5 > ۰/۵$	$۰/۲ < w_5 < ۰/٦$	$۰/۱ < w_5 < ۰/۲$	$w_5 < ۰/۱$
خط در شرایط نامناسب	خط در شرایط مناسب	خط در شرایط خوب	خطوط تازه تاسیس

۲-الف-٤-۳- ثبت شرایط خط (CTR)

این روش مبتنی بر مقادیر حداکثر و حداقل خرابی بوده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$CTR = 100-(U+G+Y+A)$$ (۹)

CTR : شاخص هندسی

U : تعداد انحرافهای بیش از ۶ میلیمتر قائم ریل در هر کیلومتر

G : تعداد انحرافهای بیش از ۳ میلیمتر دور در هر کیلومتر

T : تعداد انحرافهای بیش از ۵ میلیمتر پیچش در هر کیلومتر

A : تعداد انحرافهای بیش از ۵ میلیمتر افقی ریل در هر کیلومتر

راه‌آهن هندوستان این روش را برای بررسی کیفیت هندسی خط بکار برده و برای طبقه‌بندی خط از جدول زیر استفاده می‌کند:

جدول ۲-الف-۳- طبقه بندی خطوط براساس CTR

$CTR < ۵۰$	$۵۰ < CTR < ٦۰$	$٦۰ < CTR < ۷۰$	$۷۰ < CTR < ۸۰$	$۸۰ < CTR$
ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	عالی

با توجه به نقاط ضعف این روش و همچنین عدم حساسیتهایی که این روش به برخی پارامترها دارد، راه‌آهن هندوستان در حال حاضر از روش CTR اصلاح شده استفاده می‌کند. در این روش که مبتنی به تحلیل آماری است، برای ترکیب پارامترهای مختلف از میانگین وزنی استفاده می‌شود. این روش به عنوان شاخص هندسی خط[2] (TGI) شناخته شد. از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$TGI = \frac{2UI + IT + 6AI + GI}{10}$$ (۲- الف-۱۰)

TI : شاخص پیچش

GI : شاخص عرض خط

AI : شاخص انحراف افقی

UI : شاخص افتادگی قائم

مقدار این شاخصها از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$GI = 100 - \frac{SD_m - SD_N}{SD_u - SD_N}$$ (۲- الف-۱۱)

GI : شاخص هندسی

SD_m : مقدار انحراف معیار برای پارامتر اندازه گیری شده

SD_N : مقدار انحراف معیار برای خط تازه تاسیس

SD_u : مقدار انحراف معیار برای خط در آستانه تعمیر و نگهداری

مقادیر SD_n و SD_u از جدول(۲- الف-۴) تعیین می‌شود.

2 - Track Geometry Index

جدول ۲-الف-٤- مقدار انحراف معیارها برای خط در محاسبه TGI

شاخص	خط تازه تاسیس	خط در آستانه تعمیر و نگهداری	
		سرعت <۱۰۵ (km/n)	سرعت >۱۰۵ (km/h)
U	۲/۵۰	۷/۲۰	۶/۲۰
T	۱/۷۵	۴/۲۰	۳/۸۰
G	۱/۰۰	۴/۶۰	۳/۶۰
A	۱/۵۰	۳/۰۰	۳/۰۰

راه‌آهن هندوستان برای ارزیابی خط بر اساس TGI از جدول (۲-الف-۵) استفاده می‌کند:

جدول ۲-الف-۵- طبقه بندی خط با استفاده از شاخص TGI

$۸۰ < TGI$	$۵۰ < TGI < ۸۰$	$۳٦ < TGI < ۵۰$	$TGI < ۳٦$
عالی	خوب	متوسط	ضعیف

شاخص کیفیت بر اساس هر یک از روشهای فوق باید برای قطعات یک کیلومتری خط محاسبه شود.

۲- الف-۵- مطالعه موردی

برای مقایسه روشهای فوق و انتخاب روش مناسب پیشنهادی برای کشور، روشهای فوق برای یک قطعه خط نمونه بـه طـول ۵ کیلومتر محاسبه شده است. مشخصات خط به شرح جدول (۲-الف-۶) است. اندازه گیری مشخصات هندسـی بـا اسـتفاده از ماشـین اندازه‌گیر بوده است (شکل ۲-الف-۲). برای انجام تحلیلها ابتدا مقادیر پیوسته از روی گراف به مقادیر گسسته تبدیل شده و شاخـصها برای قطعات یک کیلومتری از خط مفروض، محاسبه شده اند (جدول ۲-الف-۷). سپس ارزیابی مـرتبط مطـابق جـدول (۲-الـف-۸) ارائه شده است.

جدول ۲-الف-٦- مشخصات خط نمونه مورد مطالعه

ریل	UIC۶۰	**پابند**	V-SKL۱۴
تراورس	B۷۰	**طول خط مستقیم**	۵۰۰۰ m

جدول ۲-الف-۷- جدول نتایج تحلیل برای خط نمونه

	۱	۲	۳	٤	۵
W_5	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۲
CTR	۶۱	۷۲	۷۸	۷۰	۶۵
TGI	۵۳	۷۱	۷۶	۶۲	۵۸
DR_1	۱/۰۴۱	۱/۰۴۶	۱/۰۴۵	۱/۰۴۳	۱/۰۳۸
DR_2	۱/۰۳۲	۱/۰۲۵	۱/۰۳۱	۱/۰۲۶	۱/۰۲۸

جدول ۲-الف-۸- ارزیابی خط نمونه

	۱	۲	۳	٤	٥
W_5	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب
CTR	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب
TGI	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب

شکل ۲-الف-۲- نمونه گراف ماشین اندازه گیر

فصل سوم

جوشکاری ریلها

۳-۱- کلیات

جوشکاری ریلها، یکی از کارهای تخصصی در اجرای روسازی است و به علت اهمیت موضوع فوق در عملیات احداث روسازی، فصلی خاص برای معرفی روشهای جوشکاری در ایران اختصاص داده شده است. در این فصل به طور خلاصه اصول مربوط به جوشکاری ترمیت و الکتریکی معرفی شده است.

۳-۲- جوشکاری ترمیت و روشهای مختلف آن

در این جوشکاری، فعل و انفعالات بین اکسید آهن و پودر آلومینیوم باعث ایجاد آهن مذاب و اکسید آلومینیوم شده و درجه حرارت به حدود ۲۴۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. روشهای مختلفی برای جوشکاری ترمیت ارائه شده که روند تکمیلی داشته است هر راه‌آهنی بنا به ضروریات و محدودیتهایی که دارد، روش مناسب را برمی‌گزیند. روشی که در ایران از آن استفاده می‌شود، روشSMW-F است. به طور کلی جوشکاری ترمیت شامل سه مرحله اصلی است:

۱- آماده سازی و عملیات قبل از جوشکاری: در این مرحله تجهیزات مورد نیاز در محل قرار گرفته و پس از برس‌زنی و تمیز کردن دوسر ریل‌ها، عملیات پیش گرمایش انجام می‌گیرد.

۲- واکنش ترمیت و ریختن آن: این مرحله در ادامه پیش گرمایش دو سر ریل بوده و در آن ترمیت واکنش داده در محل قالب ریخته می شود.

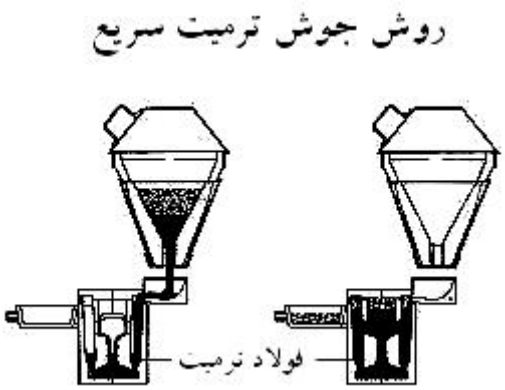
۳- عملیات تکمیلی: این مرحله به برداشت تجهیزات و صاف کردن محل جوش می‌پردازد.

۳-۲-۱- روش SMW

این روش از متداولترین روشهای جوشکاری در راه‌آهن است. مقطع حاصله از آن تقریباً به شکل ذوزنقه است. علت آن وجود دو ماهیچه در طرفین جوش است. در این روش، پس از بستن قالب‌ها، مقاطع دو ریل حرارت داده شده و پیش‌گرم می‌شوند. در صورت استفاده از موتورهای کمپرسوری، مدت زمان حرارت‌دهی ۱۲ الی ۱۵ دقیقه و در صورت استفاده از سرگاز، حدود ۵ دقیقه، است. حرارت پیش گرم لازم ۹۰۰ الی ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد و فاصله درز جوشکاری ۱۴ تا ۱۶ میلیمتر است.

۳-۲-۲- روش SMW-F

در این روش، مقطع جوشکاری شده در طرفین محل اتصال، به صورت صاف بوده و ماهیچه آن با ماهیچه مقطع SMW تفاوت دارد. این روش با استفاده از قالب پیش‌ساخته قابل اجرا است که در این صورت، با سرعت عمل بیشتری انجام خواهد شد. درز جوشکاری در این روش، ۲۰ الی ۲۲ میلیمتر است. دمای پیش‌گرم در این روش حدود $1000\ ^{\circ}C$ بوده که توسط گرم‌کن اکسیژن-پروپان ایجاد می‌شود و در مورد ریل‌های UIC۶۰، حدود ۷ الی ۸ دقیقه به طول می‌انجامد.

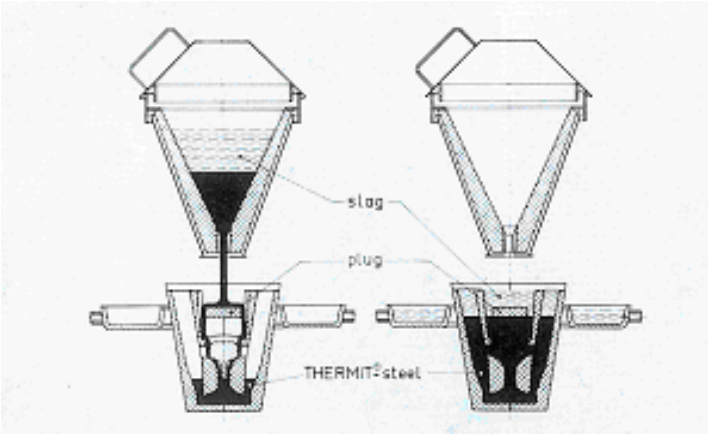


شکل ۳-۱- روش SMW-F

۳-۲-۳- روش SKV (روش جوشکاری با زمان پیشگرم کوتاه)

این روش برای خطوط پرتردد مفید است. زمان جوشکاری در این روش بین ۱۲ تا ۱۵ دقیقه است. زمان پیش حرارت‌دهی در این روش ۱ الی ۲ دقیقه است که این مسئله باعث کاهش زمان جوشکاری شده است. در این زمان حرارت دو سر ریل به $600^{\circ}C$ می‌رسد. حرارت لازم برای ذوب در سر دو ریل از طریق افزایش مقدار ترمیت مورد نیاز، تأمین می‌شود. درز جوشکاری در این روش ۲۴ الی ۲۶ میلیمتر است.

برای تعمیر مشکلات ریل نظیر شکستگیها و یا سایر مشکلات، روشی به نام SKV-۷۵ وجود دارد که در آن درز جوشکاری ۷۵ میلیمتر است.



شکل ۳-۲ - پروسه SKV

۳-۲-٤- روش LSV (پر کردن سوراخهای ضعیف دو سر ریل)

در مواقعی که لازم باشد علاوه بر جوشکاری دو سر ریلها، سوراخهای موجود در دو سر ریلها که از آنها برای بستن اتصالی استفاده می‌شود، نیز پر شوند، از روش LSV برای این منظور استفاده می‌شود. در این روش، تمامی قسمت‌ها (سر ریل‌ها و سوراخ‌های طرفین آنها) در یک زمان جوشکاری می‌شود.

۳-۳- جوشکاری برقی

جوشکاری برقی در کنار جوشکاری ترمیت، روشی متداول برای حذف درز ریلها است. از مزایای جوشکاری برقی در مقایسه با جوشکاری ترمیتی، نیفزودن ماده اضافی است که این مسئله در استحکام ریل و بقای آن تاثیر زیادی دارد. جوشکاری برقی به دو طریق در راه‌آهن انجام می‌شود. در روش اول در یک کارگاه ثابت، ریلها را به طولهای مورد نیاز جوشکاری کرده و سپس به کمک جرثقیل، به محل خط برای نصب حمل می‌کنند. در روش دوم، به کمک ماشینهای جوشکاری مدرن ثابت و متحرک در طول خط، عملیات جوشکاری انجام می‌گیرد.

۳-۳-۱- اصول جوشکاری برقی

ابتدا در دو سر ریل قوس الکتریکی ایجاد می‌کنند. اساس کار، بر مبنای ولتاژ کم و آمپر زیاد استوار است. بعد از رسیدن دو سر یا دو انتهای ریلها به حالت "ذوب"، دو سر ریل را با نیرویی متناسب با مقطع ریل، بهم فشرده و ممزوج می کنند. برای این منظور دو سر ریل را بطور مطلوب در دو گیره مخصوص که روی ماشین قرار دارد، محکم می‌نمایند. هر یک از گیره‌ها جداگانه به دو قطب دستگاه مبدل (ترانسفورماتور) ماشین جوشکاری وصل می‌شود. یکی از گیره‌ها ثابت است و دیگری متحرک که می‌تواند در جهت طولی موازی محور ریل بسته شده و حرکت کند. حال اگر گیره متحرک یک حرکت منظم تناوبی داشته و به جلو و عقب برود، برخوردهایی متوالی بین دو سر ریل بوجود می‌آورد که در نتیجه تولید جرقه یا قوس الکتریکی می‌کند و این جرقه‌های برقی بین دو سر ریل تولید حرارت می‌کند، تا حدی که سر ریلها به حالت خمیری درآمده و مستعد بهم جوش خوردن می‌شود. در این حالت،

حرکت متناوب و نوسانی دو سر ریل متوقف می‌شود و سر متحرک ریل "گیره متحرک" بطرف سر ریل ثابت حرکت کرده و به آن نزدیک می‌شود.

بدیهی است پیشروی ریل متحرک به طرف ریل ثابت در این هنگام خیلی به کندی انجام می‌شود، بنحویکه هیچگاه به دو سر ریل که به حالت خمیری هستند، فشار وارد نشود. بین دو سر ریل یک قشر نازک مذاب که از دانه‌های ذوب شده فولاد دو سر ریل بوجود آمده، ایجاد شده و این قشر نازک باعث اتصال دو سر ریل می‌گردد. وجود جرقه، قوس برقی، حرارت و به حالت قلیان در آمدن دانه‌های فلز، اجازه ورود هوا بین دو سر ریل را نمی‌دهد. در مرحله نهایی سرعت نزدیک شدن دو سر ریل بیشتر شده و به شدت بهم فشرده می شوند، به نحوی که بهم چسبیده و یک ریل واحد را تشکیل دهند.

۳-۳-۲- خصوصیات ماشین جوشکاری برقی

ماشین جوشکاری برقی باید دارای خصوصیات زیر باشد:

۱- حداقل زمان ممکن را برای جوشکاری دو ریل بکار برد، بنحوی که بتوان از کارگاه جوشکاری ۲۰ تا ۲۵ جوش درز ریل در ساعت بدست آورد.

۲- به سهولت و سرعت، ریل را به جای خود گذارده و دستگاه را تنظیم کند.

۳- ساختمان ماشین باید به گونه‌ای طراحی و پیش‌بینی شده باشد که هیچگونه آثار خستگی در اجزاء آن بوجود نیاید و ضمنا قسمتهای مختلف آن داغ نشوند و عملیات جوشکاری در مدت کمی بطور یکنواخت انجام پذیرد.

۳-۳-۳- ساختمان ماشین جوشکاری برقی

ماشین جوش برقی بطور کلی از سه قسمت اصلی تشکیل شده است که عبارتند از:

قسمت مکانیکی

قسمت هیدرولیکی

قسمت الکتریکی

قسمت مکانیکی ماشین شامل گیره‌های ریل‌گیر، جکها، فنرها، قطعات اتصال شاسی حمل کننده، قطعات حمل کننده و غیره است.

بمنظور جلوگیری از پرتاب جرقه‌های حامل ذرات فلز به اطراف، محفظه فولادی در این قسمت از دستگاه تعبیه شده است. همچنین به منظور جلوگیری از داغ شدن قطعات ماشین، از جریان آب و عبور هوای خنک استفاده می‌شود.

در قسمت هیدرولیکی، تمام حرکات ماشین غیر از حرکت بعضی از قسمتها، حتی محل تنظیم هندسی نیمرخ دو ریل بوسیله قسمت هیدرولیکی انجام می‌شود.

در قسمت برقی قدرت مورد نیاز حدود ۵۲۰ کیلووات است و برای اینکه جوش درز ریل بنحوی مطلوب انجام پذیرد، با محاسبه سطح مقطع ریل و ضخامت قطعات گیره‌ها، ترتیبی داده شده که جریان برق در تمام سطح مقاطع به یک نسبت تقسیم و از این سطوح به یک نسبت جریان برق عبور کرده و در نتیجه در تمام قسمتها حرارت یکنواخت و متعادلی بوجود آید. به این ترتیب به جای

اینکه کابلها و سیمهای کلفت برق به یک نقطه از قطعه متصل شوند، به انشعاباتی تقسیم و هر انشعاب به یکی از نقاط سطح مقطع قطعات متصل می‌گردد. در ضمن یک جریان آب و یا هوا، دائما از داغ شدن قطعات و کابلها جلوگیری می‌کند.

معمولاً در ماشینهای جوشکاری برقی، یک دستگاه خودکار ثبت کننده وجود دارد که تمام کیفیت و حساسیت ماشین و چگونگی عبور و مصرف جریان برق را ثبت می کند. با در دست داشتن این خصوصیات ثبت شده، می‌توان به چگونگی و نوع جنس جوش درز ریل پی برد.

در این دستگاه فشار اولیه جریان، فشار ثانویه جریان، شدت اولیه جریان برق، نیروی مصرف شده و فشار در هنگام برگشت ثبت می‌شود. تمام نوارهای اندازه‌گیری دقیقاً بررسی شده و بطور مرتب طبقه‌بندی و نگهداری می‌گردد و اگر درز جوشکاری شده در حین استفاده دچار مشکل شود، با مراجعه به نمودارها و نوارهای مربوطه، به سهولت می‌توان به عیب دستگاه و یا سایر نواقص جوشکاری پی برد.

۳-۳-٤- ماشین جوشکاری[1]

همانطور که در شکل (۳-۳) مشاهده می‌شود، ماشین جوشکاری دارای یک شاسی است که روی دو بوژی قرار گرفته و حامل موتور ژنراتور سه فازه و همچنین جرثقیل هیدرولیکی است که شامل دستگاه جوشکاری است. از این ماشین می‌توان در جوشکاریهای مربوط به ریل های طویل استفاده کرد، لذا با توجه به آمپر مورد نیاز برای جوشکاری سر ریلها، سیستم طوری است که می‌تواند بوسیله دستگاههای هیدرولیکی که قدرت آن تا ۱۲۵ تن است، برای کشیدن آنها و بهم چسباندن سر ریلها عمل نماید.

مشخصات وابعاد مربوط به ماشین در جدول (۳-۱) ارائه شده است. همچنین ابعاد کلگی جوشکاری در جدول (۳-۲) آمده است.

شکل ۳-۳- ماشین جوش برقی

1 Mobile Flash – butt welding machine (K355 APT)

جدول ۳-۱- مشخصات و ابعاد ماشین

پارامترها	مقادیر
فاصله دو بوژی	۱۰۰۰۰ mm
طول نهایی	۱۶۲۰۰ mm
طول بوژی	۱۵۰۰ mm
عرض نهایی	۲۹۰۰ mm
بار محوری	۱۱/۵ Ton
ارتفاع نهایی	۳۵۵۰ mm

جدول ۳-۲ - مشخصات و ابعاد کلگی

پارامتر	مقادیر
طول	۱۸۱۰ mm
عرض	۱۰۵۰ mm
ارتفاع	۱۱۴۰ mm
پهنا	۲۴۶۵ mm

۳-۳-٤-۱- راندمان

ماشین برای ریلهای با مقاطع ۴۰۰۰ میلی‌متر مربع تا ۱۰۰۰۰ میلی‌متر مربع طرح شده است و جوشکاری دو ریل با سطح مقطع ۸۲۰۰ میلی‌متر مربع را می‌تواند در مدت ۲ الی ۳ دقیقه انجام دهد و راندمان آن در هر ساعت، ۱۰ بند جوش است.

۳-۳-٤-۲- کنترلها

کلیه عملیات جوشکاری و فشار وارده به ریلها از پانل ماشین قابل کنترل است، لذا بهره‌برداری از آن با توجه به جرثقیل هیدرولیکی موجود در سیستم بوسیله دکمه‌های داخل کابین در جهتهای افقی و عمودی کنترل می‌شود.

۳-۳-٤-۳- برش هیدرولیکی

عمل برش بوسیله سیستمهای هیدرولیکی صورت می گیرد که بلافاصله پس از عمل جوشکاری انجام می‌شود و قسمتهای اضافی جوش را گرفته و برش می‌دهد.

۳-۳-٤-٤- قدرت ماشین

قدرت ماشین توسط موتور ۱۲ سیلندر چهار زمانه که به وسیله هوا خنک می‌گردد، تامین می‌شود. قدرت خروجی آن ۳۶۰ اسب بخار است. این موتور در مرکز ماشین کار گذاشته شده و با کوپل شدن آن به یک ژنراتور سه فازه، نیروی مورد نظر برای جوشکاری را تامین می‌کند. سرعت ماشین بین ۰ تا ۸۰ کیلومتر بر ساعت متغیر بوده و امکان حرکت در هر دو جهت را داراست. اطلاعات فنی ماشین و اطلاعات مربوط به مولد سه فازه به ترتیب در جداول (۳-۳) و (۳-۴) ارائه شده است.

جدول ۳-۳- اطلاعات فنی ماشین

پارامتر	مقادیر
راندمان نرمال	۱۹۰ KVA
ولتاژ	۳۸۰ V
فرکانس	۵۰ Hz
آمپر معمولی	۳۹۵ A
آمپر جوشکاری	۲۰۰۰ A
ولتاژ نهایی	۶/۳۷ V
ماکزیمم مقطع جوشکاری	۱۰۰۰۰ mm2

جدول ۳-٤- اطلاعات فنی مولد سه فازه

پارامتر	مقادیر
راندمان نرمال خروجی	۲۵۰ KVA
ولتاژ	۴۰۰ V
فرکانس	۵۰ Hz

۳-۳-٤-۵- سیستم ترمزها

سیستم ترمز این ماشین از نوع ترمز با فشار هوا است. ضمنا دو انتهای ماشین مجهز به تامپون هستند.

فصل چهارم

دستورالعمل جوشکاری ریلها و پیوسته‌کردن آنها

٤-۱- کلیات

در این فصل بحث جوشکاری و پیوسته‌کردن ریلها مورد بررسی قرار گرفته است. کنترل و نظارت قبل از جوشکاری و در حین جوشکاری، کنترلهای مربوط به جوش و در نهایت نظارت مربوط به پیوسته‌کردن جوشها مطالبی هستند که در این فصل ارائه می‌شود.

٤-۲- تعاریف

٤-۲-۱- ریل کوتاه

منظور از ریل کوتاه، ریلهای ۱۸ متری هستند که در حال حاضر، راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران خریداری می‌کند و در ساخت خطوط مورد استفاده قرار می‌گیرد.

٤-۲-۲- ریل طویل

منظور از ریل طویل، ریلهایی هستند که طول آنها از ۱۸ متر بیشتر بوده و با جوشکاری شاخه‌های ۱۸متری، ساخته می‌شود. طول این ریلها از ۳۶ متر شروع شده و حتی گاهی ممکن است به ۵۰۰ متر هم برسد.

٤-۲-۳- ریل پیوسته (CWR)

منظور از ریل پیوسته، ریلهایی است که در تمام طول خود جوشکاری و بهم پیوسته شده‌اند. ریل پیوسته می‌تواند طولی برابر با طول یک بلاک و یا حتی بیشتر از آن داشته باشد. در موارد خاصی که به ایجاد درز نیاز است، باید از درزهای مخصوص استفاده کرد.

٤-۳- بررسیهای قبل از انجام جوش

٤-۳-۱- روش کار

لازم است که قبل از شروع عملیات جوشکاری، پیمانکار روش کار و برنامه زمانبندی اجرای عملیات جوشکاری را به اطلاع دستگاه نظارت برساند و موافقت آن دستگاه را مبنی بر صحت روش درنظر گرفته شده، اخذ کند.

هر دو روش جوشکاری ریلها (ترمیت و الکتریکی) در صورت رعایت کلیه موارد فنی مورد قبولند. عملیات جوشکاری پیوسته ریل‌ها را می‌توان به یکی از صورتهای زیر انجام داد:

۱- انجام عملیات جوش طویل توسط ترمیت و پیوسته کردن آنها با جوشکاری ترمیت.

۲- انجام عملیات جوشکاری طویل توسط جوشکاری الکتریکی و سپس انجام عملیات پیوسته کردن، توسط ماشین جوشکاری الکتریکی با رعایت موارد فنی لازم از قبیل حرارت‌دهی و رعایت t_m (درجه حرارت تعادل) مورد نظر.

۳- انجام عملیات جوشکاری طویل توسط ماشین جوش الکتریکی و انجام عملیات پیوسته کردن توسط جوشکاری ترمیت.

٤-۳-۲- استفاده از افراد متخصص

لازم است که پیمانکار از افراد متخصص و مجرب برای انجام عملیات جوشکاری استفاده کند و مسئولیت تیم جوشکاری با فردی باشد که حداقل دارای مدرک کارشناسی بوده و مدارک و سابقه‌کاری وی قبل از شروع عملیات به اطلاع دستگاه نظارت رسانده شده باشد. مبتدیان قبل از شروع به کار باید حداقل ۳۰۰ بندجوش را به عنوان دستیار اجرا کنند تا کاملاً به اصول جوشکاری آشنایی پیدا کنند.

هر ۱/۵ سال یکبار، جوشکاران باید تحت آزمایش جوشکاری قرار گیرند تا کیفیت کار آنها ارزیابی شود. این آزمایش می‌تواند بدون اطلاع جوشکار و در حین کار روزانه او انجام شود. هر دو ماه یکبار، کلیه جوشکاران (سرپرستان گروه‌های جوشکاری) باید در جلساتی با حضور مسئولین دستگاه پیمانکار و دستگاه نظارت شرکت کرده و مشکلات موجود را مطرح کنند تا رهنمودهای لازم به آنان ارائه گردد.

٤-۳-۳- ماشین‌آلات و ابزارکاری

لازم است که کلیه ادوات مورد استفاده برای انجام عملیات جوشکاری سالم بوده و صحت عملکرد آنها توسط پیمانکار کنترل شده و قبل از شروع عملیات جوشکاری صحت آنها مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد. پیمانکار نباید از ابزاری که عملکرد آنها با مشکل همراه است، استفاده کند. این وسائل و ماشین‌آلات شامل ماشین جوشکاری برقی، ماشین‌آلات پیش گرمایش، سنگ‌زنی

(بغل‌زنی و روزنی)، قیچیهای برش اضافات جوش، فرم‌های ترمیت، ترمیت، گلدان و... است. همچنین این وسائل باید از نظر تعداد برای انجام عملیات جوشکاری، طبق برنامه‌ریزی انجام شده کافی باشند.

٤-٤- بررسیهای حین انجام جوش ترمیت

۱- قبل از جوشکاری، سر ریلها بازدید شوند تا هیچگونه لهیدگی در آنها موجود نباشد. در صورت وجود لهیدگی، سر ریل باید بریده و آماده شود. بعلاوه سر ریلها باید عاری از هرگونه آلودگی از قبیل زنگ‌زدگی، روغن، گریس و... باشد و کاملاً تمیز گردد. (به فاصله ۱۵cm از سر ریل)

۲- چروک‌ها (پلیسه‌ها) و زائده‌های موجود بر روی ریلها با سوهان زدن و برس سیمی برداشته شود.

۳- قالب مناسب انتخاب گردد (برای ریل U۳۳ نوع SMW و برای ریل R۶۰ نوع SMW-F). قالب‌ها باید قبل از مصرف مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گرفته باشد و قابلیت عبور گاز آنها مناسب باشد.

۴- فاصله درز ریلها قبل از جوش تنظیم گردد، بطوریکه با توجه به سرما و گرمای هوا در مورد SMW، ۱۶تا۱۸ میلی‌متر و برای SMW-F، ۱۸تا۲۲ میلی‌متر باشد. بهتر است جوشها در فاصله یک سوم بین تراورسها انجام گیرند. محل جوش نباید تا لبه تراورس کمتر از ۱۴۰ میلی‌متر فاصله داشته باشد.

۵- قبل از جوشکاری، در مسیر مستقیم چهار تراورس و در مسیر قوس شش تراورس از طرفین درز جوش باید باز باشد.

۶- به وسیله یک خط‌کش یک متری سالم، ریل باید کاملا تراز شود. مقدار انحراف مجاز در حد مقادیر زیر است:

الف) انحراف قائم ۰/۲ تا ۰/۴ میلیمتر

ب) انحراف افقی تا ۰/۳ میلیمتر

۷- قالب‌ها و لوازم مربوط به طور صحیح بسته شود و انطباق محور آن با محور درز ریل کنترل گردد.

۸- اطراف قالب آب‌بندی شود. برای آب‌بندی از مخلوط ماسه با خاک رس مخصوص (گل مراغه) به نسبت ۱ به ۳ تا ۱ به ۴ و رطوبت ۶٪ استفاده گردد. هرگونه تغییر در نحوهٔ آب‌بندی و مصالح آن باید قبلاً به اطلاع دستگاه نظارت رسیده و مورد تأیید قرار گرفته باشد. استفاده از مقوا با ابعاد لازم در روی ریل هنگام آب‌بندی لازم است.

۹- برای هر جوش باید دو نفر مشغول به کار شوند. نفر اول شروع به پیش گرم‌کردن ریل در منطقه داخل قالب کند و نفر دوم مشغول آماده کردن ترمیت و گلدان گردد. بطوریکه بعد از پایان پیش گرم کردن، ترمیت در گلدان آماده باشد.

۱۰- قبل از ریختن ترمیت در گلدان دقت شود که گلدان کاملاً خشک باشد و قطر سوراخ آن حدود ۱۵ میلی‌متر باشد.

۱۱- سرگازها روشن شده و پیش گرم‌کردن شروع شود (فاصله سرگاز تا ریل حدود ۴ سانتیمتر باشد). دمای پیش گرم‌کردن حدود ۱۰۰۰ ^{o}c (بسته به روش جوشکاری متفاوت است) است که در آن دما رنگ ریل نارنجی متمایل به زرد می‌شود. مدت زمان رسیدن به این حالت در صورت استفاده از سرگاز ۵ دقیقه و در صورت استفاده از کمپرسور ۱۲ الی ۱۵ دقیقه است.

۱۲- قبل از ریختن بار، گلدان باید دقیقاً روی گیره ریل‌گیر تنظیم شده باشد.

۱۳- با رعایت فاصله زمانی حداکثر ظرف دو دقیقه بار برای دو طرف ریل ریخته شود.

۱۴- سه تا چهار دقیقه بعد از ریختن مذاب، زوائد سر ریل با تیزبر با دقت برداشته شوند. اینکار توسط دستگاه نیز قابل انجام است.

۱۵- قسمتهای اضافی و قالب احاطه‌کننده آن باید تا سردشدن کامل جوش در جای خود باقی بماند و از خراب کردن آنها خودداری شود. بعد از سردشدن جوش این قطعات به سادگی حذف شده و از بین می‌روند.

۱۶- کنترل ظاهری جوش طبق دستورالعمل بطور خلاصه شامل کنترل افتادگی در جوش، داخل یا خارج‌بودن جوش، بلند بودن جوش و سایر عیوب ظاهری است که در بخش مربوط به کنترل مشخصات هندسی آورده شده است.

۱۷- سنگ‌زدن و پرداخت‌کاری پس از سردشدن جوش تا دمای محیط می‌توانند در دو مرحله بعد از جوشکاری و روز بعد از آن انجام شوند. انجام عملیات سنگ‌زنی در سه مرحله، اولیه، ثانویه و تراز نهایی برای ایجاد یک سطح یکنواخت و قابل قبول توسط پیمانکار الزامی است.

۱۸- پس از هر جوشکاری، بالاست زیر تراورسهایی که در مجاورت و دو طرف محل جوشکاری قرار گرفته‌اند، باید به محض از بین رفتن گرمای حاصله از جوشکاری مستحکم شود.

۱۹- بستن پیچ و مهره ریل به تراورس و زیرکوبی بعد از سردشدن کامل انجام شود.

۲۰- به‌منظور جلوگیری از زنگ‌زدن و خوردگی، روی جوش روغن زده شود (می‌توان از روغنهای مستعمل استفاده کرد).

۲۱- در صورت سرما یا گرمای زیاد هوا، از جوشکاری خودداری شود. سرما زمانی است که جوشکاران احساس کنند که رطوبت مخلوط ماسه آب‌بندی احتمال یخ‌زدن دارد. اصولاً در زمان سرما یا گرمای زیاد خارج از حالت عادی که کار همراه با مشقت زیاد باشد، باید از جوشکاری خودداری کرد. این درجه حرارت بر حسب مشخصات جغرافیایی و منطقه‌ای متفاوت است، ولی بطور کلی در دمای ۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌توان جوشکاری کرد.

۲۲- هنگام ریزش باران شدید، برف، طوفان، تگرگ از جوشکاری خودداری شود.

۲۳- نام جوشکار و تاریخ جوشکاری باید در جان ریل ثبت شود.

۲۴- تعداد بندهای جوش سرپرستهای هر کارگاه کاملاً مشخص باشد.

۲۵- یک نسخه از آمار جوشکاری برای بخش نظارت ارسال گردد تا کیفیت کاری بررسی و در جهت بهبود و افزایش آن اقدامات لازم به عمل آید.

۲۶- لازم است که در حین عملیات جوشکاری و پس از آن، تجهیزات جوشکاری کنترل شود تا اگر اشکالی در آنها وجود دارد، سریعاً به رفع آن اقدام گردد.

۲۷- گلدان مورد استفاده باید کاملاً تمیز و خشک بوده و از خشک بودن آن اطمینان حاصل شود. همچنین ترمیت مصرفی، وزن آن و نوع فولاد آن باید با روش جوشکاری و نوع فولاد ریل هماهنگی لازم را داشته باشد.

۲۸- لازم است که ته گلدان مصرفی از نوع اتوماتیک بوده و هماهنگی لازم را با ترمیت مصرفی داشته باشد. باید خروج مواد مذاب از ته گلدان، پس از اشتعال ترمیت و آرام‌شدن عکس‌العمل آن صورت گیرد تا جوش انجام شده، کیفیت لازم را داشته باشد.

۲۹- کنترل کیفیت جوشها توسط سیستمهای غیرمخرب ماوراء صوتی (UT) و ذرات مغناطیسی (MT) انجام می‌شود. تصمیم در مورد نحوهٔ انجام تستها و تعداد آنها به عهدهٔ کارفرما است.

٤-٥- بررسیهای حین انجام جوش با ماشین جوش برقی

۱- قبل از شروع جوشکاری، کلیه پابندهای مربوط به ریل باز شده و ریل آزاد گردد.

۲- برای آنکه جریان بخوبی برقرار شود، لازم است که ابتدا و انتهای ریلها (در محل اتصالی) توسط دستگاه فرز پاک شود.

۳- ماشین جوشکاری به دستگاه ثبات مجهز است که پارامترهای مختلف مربوط به جوش نظیر مقدار جریان، ولتاژ و مقدار پرس را ثبت می‌کند و اگر مقادیر ثبت شده در محدودهٔ قابل‌قبول باشد، جوش انجام شده را تأیید می‌کند. اگر ماشین جوش برقی مجهز به دستگاه ثبات نبوده و یا اینکه از کارافتاده باشد، لازم است که برای کنترل پرس مطلوب دستگاه، مقدار خوردگی ریلها به ازاء هر بند جوش برابر ۳ سانتی‌متر باشد. این مسئله بیانگر پرس مطلوب دستگاه خواهد بود. دستگاه ثبات جوش ماشین جوشکاری الکتریکی در صورت راه‌اندازی، وسیله‌ای مطمئن برای کنترل کیفیت جوشهای انجام شده است.

۴- سلامت ماشین جوشکاری (سیستمهای الکتریکی، هیدرولیکی و پنوماتیکی)، همه روزه باید ازطرف پیمانکار کنترل شده و به ناظر مقیم در محل اعلام گردد. در صورت عدم حضور ناظر، مسئولیتی از عهدهٔ پیمانکار سلب نخواهد شد.

۵- هنگامی که جوشکاری با ماشین الکتریکی انجام می‌شود، جوشها باید در فاصلهٔ بین تراورسها قرار گیرند. این فاصله باید به مقدار ۱۰۰ میلی‌متر از لبه تراورس محدود شود و در هیچ موردی کمتر از این مقدار نگردد.

۶- سنگ‌زنی پس از جوشکاری برقی مشابه مورد مربوط به جوشکاری با ترمیت است و باید شرایط مربوطه رعایت گردد.

۷- روش کنترل ظاهری جوش در بخش کنترل مشخصات هندسی خط آورده شده است.

۸- لازم است که برای کنترل کیفی نهایی جوشها، تستهای غیرمخرب ماوراء صوتی و ذرات مغناطیسی بر روی آنها انجام شود. تصمیم در مورد نحوه انجام این آزمایشها و تعداد آنها برعهده کارفرما است.

٤-٦- دستورالعمل پیوسته کردن ریلها

پیوسته‌کردن ریلها به سه روش قابل انجام است که هر سه روش با رعایت مشخصات فنی، قابل قبول اند. این سه روش در بخش "بررسیهای قبل از انجام جوشکاری"، آورده شده است. مسائلی که باید قبل از شروع عملیات پیوسته کردن در نظر گرفته شود، به قرار زیر است:

۱- مقدار بالاست موجود در خط باید برای عملیات جوشکاری پیوسته کافی باشد. مقدار این بالاست براساس پروفیلهای عرضی مسیر که در نقشه‌های روسازی موجود اند، کنترل خواهد شد.

۲- کهنه بودن و استهلاک ریلها، بررسی گردد.

۳- سالم بودن آلات اتصال ریل به تراورس کنترل شود.

۴- لهیدگی سر ریلها باید بررسی و در صورت لزوم با بریدن سر ریلها و عملیات تامپون‌زنی، درزها اصلاح شوند.

پیوسته‌کردن ریلها باید با توجه به دمای تعادل منطقه جوشکاری انجام گیرد. دمای تعادل (t_m) را با توجه به درجه حرارت حداقل منطقه (t_{min}) و تغییرات درجه حرارت به شرح زیر محاسبه می‌کنند:

$$t_m = \frac{t_{\min} + t_{\max}}{2} + 5 \qquad (۱-۴)$$

t_m : درجه حرارت تعادل

t_{min} : حداقل درجه حرارت منطقه

t_{max} : حداکثر درجه حرارت منطقه که با داشتن t_{min} و مقدار Δt قابل محاسبه است.

رواداری قابل قبول برای دمای تعادل ۳ ± درجه سانتی‌گراد، طبق فیش UIC۷۲۰ است.

درجه حرارت تعادل برای یک مسیر راه‌آهن، با تقسیم آن به چندین بخش و محاسبه دمای تعادل برای هر یک از بخشها بطور جداگانه تعیین می‌شود. این درجه حرارت باید توسط دستگاه نظارت تعیین شده و به پیمانکار ابلاغ می‌گردد.

اگر درجه حرارت هنگام پیوسته کردن، از ۳± t_m درجه سانتی‌گراد کمتر باشد، باید با استفاده از بخاریهای گرم‌کن درجه حرارت ریل را به دمای مورد نظر رساند. کنترل این مسئله با ازدیاد طول ریل صورت می‌گیرد. علاوه بر بخاریهای گرم‌کن می‌توان از فکهای کششی که به صورت مکانیکی با اعمال کشش، طول ریل را زیاد می‌کنند تا به معادل حرارتی آن برسد، استفاده کرد. لازم است که ناظر، تمامی موارد فوق را در حین انجام کار کنترل نماید.

اگر درجه حرارت منطقه بیشتر از ۳+t_m درجه سانتی‌گراد باشد، باید عملیات پیوسته کردن ریلها را متوقف کرد. در این حالت باید ریلها را به صورت طویل در آورد و سپس در فرصت مقتضی که دمای هوا اجازه دهد، پس از تنش‌گیری ریلها، اقدام به پیوسته نمودن آنها کرد. موارد تکمیلی در این زمینه در فیش UIC۷۲۰ آورده شده است.

پیوستگی ریلها برای بهتر شدن کیفیت کار، باید تحت فشار صورت گیرد. برای این منظور لازم است که عملیات حرارت‌دهی و یا کشیدن دو سر ریلها در حین عملیات جوشکاری ترمیت، ادامه پیدا کند. ناظر مقیم موظف است این مسئله را کنترل نماید. لازم است که تکه اندازی ریلهای کوتاه به منظور جبران کسری طول ریلها، در طولهای بیشتر از ۵/۵ متر انجام شود. همچنین باز و بسته کردن کلیه اتصالات ریل به تراورس باید طبق مشخصات فنی مورد نظر و توسط گروه جوشکاری انجام شده و توسط ناظر مقیم کنترل گردد.

برای تعیین مقداری که ریلها باید اضافه طول بدهند، (هنگامی که درجه حرارت از t_m کمتر است) از فرمول زیر استفاده می شود:

$$\Delta L = \alpha L \Delta t \qquad (۲-۴)$$

ΔL: مقدار اختلاف بین درجه حرارت محیط و دمای تعادل منطقه مورد نظر (درجه سانتی‌گراد)

L: طول شاخه ریل مورد نظر (m)

α: ضریب انبساط طولی ریل که برابر ۰/۰۰۰۰۱۱۵ است. (واحد آن عکس درجه سانتی گراد می باشد)

اگر به هر علتی جوشکاری طویل صورت گرفته باشد و تصمیم به جوشکاری پیوسته گرفته شده باشد، برای تعیین مقدار برش مورد نیاز هم می‌توان از فرمول (۴-۲) استفاده کرد. البته در اینصورت، اندازه مورد نیاز درز (که بسته به روش جوشکاری تعیین می‌شود) و درز موجود نیز باید درنظر قرار گیرند.

از آنجاییکه بسته به شرایط کار، می‌توان روشهای مختلفی برای پیوسته کردن ارائه داد، قبل از شروع عملیات جوشکاری و پیوسته کردن، پیمانکار باید روش انتخابی خود را به صورت کتبی به اطلاع دستگاه نظارت رسانده و تائید وی را اخذ کند. اگر کار پیوسته کردن بدون داشتن تائیدیه از سوی دستگاه نظارت شروع شود، هرگز مورد قبول نخواهد بود.

بسته به روش انتخابی برای عملیات پیوسته کردن، پیمانکار لیستهای کنترلی را که توسط دستگاه نظارت تهیه شده و در اختیار وی قرار می‌گیرند پر خواهد کرد. مواردی که باید در این لیستها مورد نظر قرار گیرد، عبارتند از:

۱- کیلومتر جوش و روش جوشکاری

۲- درجه حرارت منطقه در زمان پیوسته کردن

۳- شرایط آب و هوایی منطقه هنگام عملیات پیوسته کردن

۴- نام سرپرست گروه جوشکاری و تاریخ عملیات

۵- درجه حرارت تعادل برای منطقه مورد نظر و مقدار ΔL

۶- اگر قبلا ریلها بصورت طویل بوده‌اند، اندازه درز قبل از جوشکاری و طول هر یک از شاخه‌ها بهمراه مقدار برش لازم

۷- امضای سرپرست گروه جوشکاری و ناظر مقیم جوشکاری

در سایر مواردی که در این قسمت آورده نشده است، نظر دستگاه نظارت و فیش UIC۷۲۰ ملاک عمل خواهند بود.

٤-۷- کنترلهای مورد نیاز و آزمایشهای نظارتی

٤-۷-۱- دستورالعمل کنترل کیفیت مواد اولیه و تحویل‌گیری نمونه‌ها

برای کنترل کیفیت ترمیت مصرفی دو مرحله پیشنهاد می‌شود که در صورت استفاده از ترمیت وارداتی، بخش (۴-۷-۱-۲) لازم‌الاجرا است. ولی در استفاده از پودر ترمیت تولید داخل کشور، هر دو بخش الزامی است.

٤-۷-۱-۱-دستورالعمل کنترل کیفیت در خط تولید

۱- مواد اولیه مورد استفاده حین خریداری و تحویل به کارخانه، مورد تجزیه شیمیایی قرار گیرند تا کیفیت آنها با شرایط استاندارد مطابقت داده شود.

۲- قبل از اختلاط مواد اولیه، دانه‌بندی پودرها توسط سرند کاملاً مشخص گردد.

۳- بعد از اختلاط کامل، درصد مواد موجود در پودرها آزمایش گردد.

۴- قبل از آماده شدن پودرها برای تحویل بر اساس جدول موجود در بخش (۴-۷-۱-۲)، چند نمونه جوش داده شود.

۵- در حین عملیات، باید کنترل دائم بر نحوه اختلاط مواد وجود داشته باشد.

٤-۷-۱-۲- دستورالعمل تحویل‌گیری محموله‌ها

۱- براساس جدول زیر، نمونه‌های مورد نیاز از محموله بطور اتفاقی انتخاب شده و درصد رطوبت آنها اندازه‌گیری شود.

۲- با این نمونه‌ها عملیات جوشکاری انجام شده و از آنها آزمایش‌های مربوط به سختی، متالوگرافی، خمش و خستگی گرفته شود.

۳- پس از تأیید محموله دانه‌بندی، ترکیب درصد مواد و تجزیه پودر نمونه‌ها اندازه‌گیری شود تا معیار کنترل کیفیت در تولیدات بعدی قرار گیرد و تحویل نمونه‌ها از این به بعد براساس این مشخصات صورت گیرد.

۴- به محض تعویض منابع مواد اولیه، این موضوع باید به اطلاع دستگاه نظارتی راه‌آهن رسانیده شود و آزمایش‌های مکانیکی و متالوگرافی مجدد به عمل آید.

۵- پس از تأیید محموله، مشخصات فنی کاملی از نظر دانه‌بندی، تجزیه و درصد مواد تعیین گردد.

۶- تنها پودرهای تولید شده در شرایط یکسان می‌تواند به عنوان یک محموله، مورد کنترل قرار گیرد.

جدول ٤-۱- نحوه انتخاب تعداد نمونه‌ها

تعداد کیسه‌های هر محموله تحویلی	تعداد نمونه‌های اکسید مورد آزمایش	تعداد نمونه های مردود	نتیجه
کمتر از ۱۲۰۰ کیسه	۸ کیسه	۰ ۱	قبول مردود
بین ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰ کیسه	۲۰ کیسه	۰ ۱	قبول مردود

٤-۷-۲- مشخصات فنی جوش حاصل از عملیات جوشکاری

تمامی بندهای زیر باید برای جوش‌های اجرا شده بررسی شوند:

الف- ترکیب شیمیایی

مشخصات ترکیب شیمیایی در جدول (۴-۲) ارائه شده است.

جدول ٤-۲- ترکیب شیمیایی

نوع ریل	%S	%P	%Si	%Mn	%C
۷۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵-۰/۳۵	۰/۸-۱/۲۵	۰/۴-۰/۶
۹۰۰A	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱-۰/۵	۰/۸-۱/۳	۰/۶-۰/۸

* درصد آلومینیوم ۰/۶۵-۰/۱۵

کلیه عناصر بجز آلومینیوم باید در محدوده تجزیه شیمیایی ریل قرار داشته باشد.

ب- سختی‌سنجی (برینل)

آزمایش سختی‌سنجی مطابق استاندارد ISO۶۵۰۶ در محل جوش و تحت شرایط زیر انجام می‌شود:

- ساچمه از جنس کاربید تنگستن با قطر ۱۰میلیمتر
- بار اعمالی ۳۰۰۰ کیلوگرم در مدت زمان حداقل ۱۵ ثانیه
- سختی سنجی در سطح بالای قارچ ریل و در مرکز قسمت جوش و نقاطی که بر روی محور طولی ریل قرار دارند، انجام می‌شود.

آزمایش در سه نقطه مختلف انجام شده و عدد سختی، متوسط سختی در این نقاط خواهد بود. محلهای سختی‌سنجی شده باید حداقل ۱۰ میلیمتر با یکدیگر فاصله داشته باشند. مقادیر قابل قبول سختی در جدول (۴-۳) ارائه شده است.

جدول ٤-۳- مقادیر قابل قبول سختی

نوع فولاد	سختی (برینل)
فولاد ریل ۷۰۰	۲۷۰-۲۳۰ برینل (BHN)
فولاد ریل A ۹۰۰	۲۹۵-۲۵۵ برینل (BHN)

ج- ساختمان میکروسکپی

پرلیت ورقه‌ای با وجود فریت در مرز دانه‌ها به طوری که بیش از ۹۵٪ زمینه پرلیت است.

د- استحکام خمشی

مقدار استحکام خمشی برای کلیه ریلها از فولاد A ۹۰۰ باید حداقل $750\frac{N}{mm^2}$ باشد.

مقدار استحکام خمشی برای کلیه ریلها از فولاد ۷۰۰ باید حداقل $650\frac{N}{mm^2}$ باشد.

حداقل بار شکست برای آزمایش خمش برای انواع ریل‌ها به شرح زیر است:

$$F(N)=\frac{4\ S(mm^3).\ \sigma_B(N/mm^2)}{L(mm)}$$

(۳-۴)

در این رابطه:

L: طول قطعه ریل تحت آزمایش،

S: مدول مقطع ریل،

σ_B: استحکام خمشی ریل است.

مقادیر حداقل نیرو برای مقاطع مختلف ریل باید مطابق با جدول (۴-۴) باشد.

جدول ٤-٤- مقادیر حداقل نیرو

مقطع ریل	مدول قطعه	حداقل نیرو
S۴۱	$200\times10^3\ mm^3$	۴۸۰KN
S۴۹	$248\times10^3\ mm^3$	۵۹۵KN
UIC۵۴	$313\times10^3\ mm^3$	۷۵۰KN
UIC۶۰	$377\times10^3\ mm^3$	۹۰۵KN
۱۳۲۱B	$200\times10^3\ mm^3$	۱۰۸۵KN

هـ- خستگی

جوشها باید در برابر خستگی وارده در ازای $N=2\times10^6$ چرخه (سیکل) مقاوم باشند.

٤-۷-۳- بازرسی و کنترل کیفیت جوش درز ریل و آزمایشهای آن

۱- بعد از عملیات جوشکاری و سرد شدن ظاهر جوش باید از نظر عیوب احتمالی کنترل گردد. این عیوب می‌تواند به‌صورت افتادگی در جوش، داخل یا خارج بودن، بلند بودن جوش، حفره‌دار بودن ظاهر جوش و سایر عیوب ظاهری باشد.

۲- قسمت تحتانی محل جوش باید با استفاده از یک آینه به دقت مورد بازرسی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که حفره یا سرباره ندارد.

۳- منطقه وسط جوش با سختی‌سنجی پرتابل توسط بازرسین برای مقایسه با نمونه‌های استاندارد، سختی‌سنجی گردد.

۴- با دستگاه پرتابل، آزمایش ترک‌یابی انجام گیرد.

۵- از هر ۴۰۰ الی ۵۰۰ عدد جوش و یا در پایان هر ماه کاری باید یک نمونه جوش توسط بازرس کیفیت انتخاب شده و تحت آزمایش‌های متالوگرافی، خستگی و تجزیه شیمیایی قرار گیرد و کیفیت آن بررسی شود. در صورت رد شدن این جوش عملیات جوشکاری تا رفع عیب باید متوقف گردد. در این صورت با بررسی روش جوشکاری اشکال موجود در آن پیدا شده و جوشهای قبل از آن نیز بررسی می‌شوند تا در صورت وجود عیب اقدام به از بین بردن جوشهای معیوب شود و جوشکاری مجددا صورت گیرد. بدیهی است که در زمان انجام آزمایشها، جوشکاری همچنان ادامه می‌یابد.

۶- گزارش مربوط به کیفیت جوشها و نتایج حاصل از آزمایش‌ها باید به صورت هفتگی از طریق مأمور کنترل و با اطلاعاتی چون شماره بند جوش، درجه حرارت ریل، درجه حرارت هوا، زمان جوشکاری و نام مأمور کنترل، تنظیم گردد.

فصل پنجم

دستورالعمل تحویلگیری خط

۵-۱ مقدمه

پس از اتمام عملیات روسازی، مراسم تحویل آن صورت می‌گیرد. این فصل برای آنکه تحویل روسازی از حالت سلیقه‌ای در آمده و به صورت روشی مستند درآید، تدوین شده است. در این بخش دو موضوع تحویل موقت و تحویل قطعی مدنظر قرار گرفته است.

۵-۲- تشکیل کمیسیون تحویل موقت

پس از آنکه پیمانکار تصمیم به تحویل موقت عملیات اجرا شده گرفت، درخواست خود را برای دستگاه نظارت ارسال می‌دارد. این درخواست توسط مشاور بررسی شده و در صورتی که خط قابل تحویل باشد، اجازهٔ تشکیل کمیسیون تحویل موقت از سوی دستگاه نظارت، صادر می‌گردد.

بررسی دستگاه نظارت به همراه نماینده دستگاه پیمانکار صورت گرفته و موارد زیر کنترل می‌شود:

۱- عملیات نصب خط قابل قبول است؟

۲- رلواژ اول انجام شده است؟

۳- رلواژ دوم انجام شده است؟

۴- بالاست‌ریزی مورد قبول است؟

۵- نیمرخ عرضی خط طبق مشخصات و نقشه‌ها است؟

۶- جوشکاری مسیر قابل قبول است؟

۷- وضعیت تراز جوشها قابل قبول است؟

۸- جداول نیولمان موجود اند؟ آیا صحت آنها مورد تائید است؟

۹- علامت‌های (بنچمارکهای) کنار خط تثبیت شده‌اند؟

۱۰- علایم ثابت خطی نصب شده‌اند؟

۱۱- رواداریهای هندسی درمحدودهٔ قابل قبول هستند؟

۱۲- آیا عمق بالاست کافی است؟

پس از بررسی موارد فوق اگر خط با توجه به میزان کار انجام شده، طبق دستورالعملهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، قابل تحویل بود، دستگاه نظارت طی نامه‌ای، موافقت خود را برای تحویل موقت و تشکیل کمیسیون تحویل برای کارفرما ارسال می‌دارد.

لازم به ذکر است که تا تحویل موقت مسیر صورت نگرفته باشد، ترافیک نباید از آن عبور داده شود.

۵-۳- اعضای کمیسیون تحویل موقت

اعضای کمیسیون تحویل موقت از گروههای زیر انتخاب می‌شوند:

الف- نمایندگان دستگاه کارفرما

ب- نمایندگان معاونت فنی و زیر بنایی راه‌آهن (متشکل از اداره کل خط و ابنیه فنی و دفتر مهندسی و نظارت تأسیسات زیربنایی)

ج- نمایندگان دستگاه نظارت

د- نمایندگان دستگاه پیمانکار

۵-٤- نحوه بازدید کمیسیون

اعضای کمیسیون باید مسیر مورد نظر را با درزین طی کنند. افراد کمیسیون مورد نظر هر ۵ کیلومتر یک توقف انجام داده و طولی برابر با ۵۰۰ متر را به صورت پیاده بازدید می‌کنند. در این بازدید علاوه بر آنکه موارد قبلی کنترل می‌شود، لازم است که هر یک از اشخاص نظر خود را در مورد پارامترهای هندسی خط و اینکه آیا خط قابل تحویل موقت است یا خیر، ارائه دهند. پس از اتمام بازدید اگر خط با توجه به نظر جمع قابل تحویل باشد، تحویل موقت انجام شده و صورتجلسه آن به همراه نواقص موجود تهیه می‌گردد.

۵-۵- صورتجلسه تحویل موقت و شرح نواقص

دراین صورتجلسه باید موارد زیر ملحوظ شود:

الف) نام مسیر مورد نظر

ب) کیلومتر شروع و خاتمه

ج) شماره و تاریخ قرارداد پیمانکار و قرارداد نظارت

د) تعداد نقاط بازدید شده

ه) نواقص موجود که باید مرتفع شود

و) مهلت اصلاح نواقص

ز) امضاء اعضاء موجود در کمیسیون

۵-٦- تحویل قطعی

پس از آنکه نواقص مندرج در صورتجلسه تحویل موقت رفع گردیده و مورد تائید دستگاه نظارت قرار گرفت، ماشین اندازه‌گیر خط به محل اعزام شده و بخشی را که قرار است تحویل قطعی گردد، برداشت می‌کند. دستگاه نظارت با استفاده از نتایج گرافهای ماشین اندازه‌گیر، اقدام به تعیین شاخص کیفیت خط می‌کند. در صورتی که شاخص در محدوده قابل قبول باشد، کمیسیون تحویل قطعی تشکیل خواهد شد.

۵-۷- اعضای کمیسیون تحویل قطعی

اعضای کمیسیون تحویل قطعی همان اعضای کمیسیون تحویل موقت هستند.

۵-۸- صورتجلسه تحویل قطعی

صورتجلسه تحویل قطعی همانند تحویل موقت تنظیم می‌شود.

خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی – فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست 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. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی سالهای اخیر به چاپ رسیده است به اطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** مراجعه نمایید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

معاونت امور فنی

فهرست نشریات منتشر شده در سالهای اخیر
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

عنوان نشريه	شماره نشريه	تاريخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
مشخصات فني عمومي كارهاي ساختماني	۵۵	۱۳۸۳		۱	تجديدنظر دوم
مشخصات فني عمومي و اجرايي تأسيسات برقي كارهاي ساختماني جلد دوم – تأسيسات برق جريان ضعيف	۲-۱۱۰	۱۳۸۵		۳	
مشخصات فني عمومي تأسيسات مكانيكي ساختمان جلد ششم – نقشه‌هاي جزئيات	۶-۱۲۸	۱۳۸۵		۱	
ضوابط و معيارهاي طرح و اجراي سيلوهاي بتني جلد اول – مشخصات فني عمومي و اجرايي سازه و معماري سيلو (۱-۲۳۵) جلد دوم – مشخصات فني عمومي و اجرايي تأسيسات برق سيلو (۲-۲۳۵) جلد سوم – مشخصات فني عمومي و اجرايي تأسيسات مكانيكي سيلو (۳-۲۳۵) جلد چهارم – معيارهاي فني و تحويل موقت سيلو	۲۳۵	۱۳۸۲ ۱۳۸۱ ۱۳۸۳ ۱۳۸۴		۳	
راهنماي برگزاري مسابقات معماري و شهرسازي در ايران	۲۴۰	۱۳۸۲		۳	
فهرست جزئيات خدمات مهندسي مطالعات مرحله دوم تسطيح و قطعه‌بندي اراضي كشاورزي	۱-۲۴۴	۱۳۸۵		۳	
ضوابط طراحي سينما	۲۴۵	۱۳۸۲		۳	
ضوابط و مقررات شهرسازي و معماري براي افراد معلول جسمي حركتي	۲۴۶	۱۳۸۲		۱	
دستورالعمل حفاظت و ايمني در كارگاههاي سدسازي	۲۴۷	۱۳۸۲		۳	
فرسايش و رسوبگذاري در محدوده آبشكنها	۲۴۸	۱۳۸۲		۳	
فهرست خدمات مرحله توجيهي مطالعات ايزوتوپي و رديابي مصنوعي منابع آب زيرزميني	۲۴۹	۱۳۸۲		۲	
آيين نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پيش تنيده	۲۵۰	۱۳۸۲		۱	
فهرست خدمات مطالعات بهسازي لرزه اي ساختمانهاي موجود	۲۵۱	۱۳۸۲		۳	
رفتارسنجي فضاهاي زيرزميني درحين اجرا	۲۵۲	۱۳۸۲		۳	
آيين نامه نظارت و كنترل برعمليات و خدمات نقشه برداري	۲۵۳	۱۳۸۲		۱	
دستورالعمل ارزيابي پيامدهاي زيست محيطي پروژه هاي عمراني: جلد اول – دستورالعمل عمومي ارزيابي پيامدهاي زيست محيطي پروژه هاي عمراني(۱-۲۵۴) جلد دوم – شرح خدمات بررسي اوليه و مطالعات تفصيلي ارزيابي آثارزيست محيطي طرح عمراني (۲-۲۵۴) جلد سوم – دستورالعمل هاي اختصاصي پروژه هاي آب .....(۳-۲۵۴)	۲۵۴	۱۳۸۲		۳ ۱ ۳	
دستورالعمل آزمايشهاي آبشويي خاكهاي شور وسديمي در ايران	۲۵۵	۱۳۸۲		۳	
استانداردهاي نقشه كشي ساختماني	۲۵۶	۱۳۸۲		۳	
دستورالعمل تهيه طرح مديريت مناطق تحت حفاظت	۲۵۷	۱۳۸۲		۳	
دستورالعمل بررسيهاي اقتصادي منابع آب	۲۵۸	۱۳۸۲		۳	
دستورالعمل آزمون ميكروبيولوژي آب	۲۵۹	۱۳۸۲		۳	
راهنماي تعيين عمق فرسايش و روشهاي مقابله باآن درمحدوده پايه هاي پل	۲۶۰	۱۳۸۲		۳	
ضوابط و معيارهاي فني روشهاي آبياري تحت فشار مشخصات فني عمومي آبياري تحت فشار	۲۶۱	۱۳۸۲		۱	
فهرست جزئيات خدمات مطالعات تاسيسات آبگيري (مرحله هاي شناسائي ، اول و دوم ايستگاههاي پمپاژ)	۲۶۲	۱۳۸۲		۲	

عنوان نشريه	شماره نشريه	تاريخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
فهرست جزئيات خدمات مهندسي مطالعات تاسيسات آبگيري (سردخانه سازي)	۲۶۳	۱۳۸۲		۲	
آيين نامه اتصالات سازه هاي فولادي ايران	۲۶۴	۱۳۸۲		۱	
برپايي آزمايشگاه آب	۲۶۵	۱۳۸۲		۳	
۱- دستورالعمل تعيين اسيديته و قليائيت آب ۲- دستورالعمل تعيين نيتروژن آب	۲۶۶	۱۳۸۲		۳	
آيين‌نامه ايمني راه‌هاي كشور ايمني راه و حريم (جلد اول) ۱-۲۶۷ ايمني ابنيه فني (جلد دوم) ۲-۲۶۷ ايمني علائم (جلد سوم) ۳-۲۶۷ تجهيزات ايمني راه (جلد چهارم) ۴-۲۶۷ تأسيسات ايمني راه (جلد پنجم) ۵-۲۶۷ ايمني بهره‌برداري (جلد ششم) ۶-۲۶۷ ايمني در عمليات اجرايي (جلد هفتم) ۷-۲۶۷	۲۶۷	۱۳۸۴		۱	
دستورالعمل تثبيت لايه‌هاي خاكريز و روسازي راه‌ها	۲۶۸	۱۳۸۲		۳	
راهنماي آزمايش‌هاي دانه‌بندي رسوب	۲۶۹	۱۳۸۲		۳	
معيارهاي برنامه‌ريزي و طراحي كتابخانه‌هاي عمومي كشور	۲۷۰	۱۳۸۳		۳	
شرايط طراحي (DESIGN CONDITIONS) براي محاسبات تأسيسات گرمايي، تعويض هوا و تهويه مطبوع مخصوص تعدادي از شهرهاي كشور	۲۷۱	۱۳۸۲		۳	
راهنماي مطالعات بهره‌برداري از مخازن سدها	۲۷۲	۱۳۸۳		۳	
راهنماي تعيين بار كل رسوب رودخانه‌ها به روش انيشتين و كلبي	۲۷۳	۱۳۸۳		۳	
دستورالعمل نمونه‌برداري آب	۲۷۴	۱۳۸۳		۳	
ضوابط بهداشتي و ايمني پرسنل تصفيه‌خانه‌هاي فاضلاب	۲۷۵	۱۳۸۳		۱	
شرح خدمات مطالعات تعيين حد بستر و حريم رودخانه يا مسيل	۲۷۶				
راهنماي بررسي پيشروي آب‌هاي شور در آبخوان‌هاي ساحلي و روش‌هاي كنترل آن	۲۷۷	۱۳۸۳		۳	
راهنماي انتخاب ظرفيت واحدهاي مختلف تصفيه‌خانه‌هاي فاضلاب شهري	۲۷۸	۱۳۸۳		۳	
مشخصات فني عمومي زيرسازي راه‌آهن	۲۷۹	۱۳۸۳		۱	
مشخصات فني عمومي راهداري	۲۸۰	۱۳۸۳		۱	
ضوابط عمومي طراحي شبكه‌هاي آبياري و زهكشي	۲۸۱	۱۳۸۳		۳	
ضوابط هيدروليكي طراحي ساختمان‌هاي تنظيم سطح آب و آبگيرها در كانال‌هاي روباز	۲۸۲	۱۳۸۳		۳	
فهرست خدمات مهندسي مرحله ساخت طرح‌هاي آبياري و زهكشي	۲۸۳				
راهنماي بهره‌برداري و نگهداري از تصفيه‌خانه‌هاي فاضلاب شهري بخش دوم - تصفيه ثانويه	۲۸۴	۱۳۸۳		۳	
راهنماي تعيين و انتخاب وسايل و لوازم آزمايشگاه تصفيه‌خانه‌هاي فاضلاب	۲۸۵	۱۳۸۳		۳	
ضوابط طراحي سيستم‌هاي آبياري تحت فشار	۲۸۶	۱۳۸۳		۳	
طراحي بناهاي درماني (۱) بخش بستري داخلي- جراحي ۱-۲۸۷ **جلد يكم**:راهنماي برنامه‌ريزي‌وطراحي‌معماري **جلد دوم** : راهنماي طراحي تأسيسات مكانيكي **جلد سوم** :راهنماي طراحي‌تأسيسات برقي **جلد چهارم** : راهنماي گروه‌بندي و مشخصات فني تجهيزات	۱-۲۸۷	۱۳۸۳		۳	
طراحي بناهاي درماني (۲) **جلد يكم**:راهنماي برنامه‌ريزي‌وطراحي‌معماري					

عنوان نشريه		شماره نشريه	تاريخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
			اول	آخر		
بخش مراقبت‌هاي ويژه I.C.U ۲۸۷-۲	**جلـــد دوم** : راهنمـــاي طراحـــي تأسيســـات مكانيكي **جلد سوم** :راهنماي طراحي‌تأسيسات برقي **جلـــد چهـــارم** : راهنمـــاي گـــروه‌بنـــدي و مشخصات فني تجهيزات بيمارستاني	۲۸۷-۲	۱۳۸۴		۳	
طراحي بناهاي درماني (۳) بخش اعمال زايمان ۲۸۷-۳	**جلد يكم**:راهنماي برنامه‌ريزي‌وطراحي‌معماري **جلـــد دوم** : راهنمـــاي طراحـــي تأسيســـات مكانيكي **جلد سوم** :راهنماي طراحي‌تأسيسات برقي **جلـــد چهـــارم** : راهنمـــاي گـــروه‌بنـــدي و مشخصات فني تجهيزات بيمارستاني	۲۸۷-۳	۱۳۸۴		۳	
طراحي بناهاي درماني (۴) بخش بستري زايمان ۲۸۷-۴	**جلد يكم**:راهنماي برنامه‌ريزي‌وطراحي‌معماري **جلـــد دوم** : راهنمـــاي طراحـــي تأسيســـات مكانيكي	۲۸۷-۴	۱۳۸۴		۳	
طراحي بناهاي درماني (۵) بخش نوزادان NICU ۲۸۷-۵	**جلد يكم**:راهنماي برنامه‌ريزي‌وطراحي‌معماري **جلـــد دوم** : راهنمـــاي طراحـــي تأسيســـات مكانيكي **جلد سوم** :راهنماي طراحي‌تأسيسات برقي	۲۸۷-۵	۱۳۸۵		۳	
طراحي بناهاي درماني (۶) بخش خدمات زايمان ۲۸۷-۶	**جلد يكم**:راهنماي برنامه‌ريزي‌وطراحي‌معماري **جلـــد دوم** : راهنمـــاي طراحـــي تأسيســـات مكانيكي **جلد سوم** :راهنماي طراحي‌تأسيسات برقي	۲۸۷-۶	۱۳۸۵		۳	
طراحي بناهاي درماني (۷) بخش خدمات زايمان ۲۸۷-۷	**جلد يكم**:راهنماي برنامه‌ريزي‌وطراحي‌معماري **جلـــد دوم** : راهنمـــاي طراحـــي تأسيســـات مكانيكي **جلد سوم** :راهنماي طراحي‌تأسيسات برقي	۲۸۷-۷	۱۳۸۵		۳	
آيين‌نامه طرح هندسي راه‌آهن		۲۸۸	۱۳۸۳		۱	
راهنماي روش محاسبه تعديل آحاد بهاي پيمان‌ها		۲۸۹	۱۳۸۳			
دستورالعمل تهيه، ارائه و بررسي پيشنهادهاي تغيير، با نگاه مهندسي ارزش دستورالعمل تهيه و ارسال گزارش سالانه پيشنهادهاي تغيير، بـا نگـاه مهندسي ارزش		۲۹۰				
جزئيات تيپ كارهاي آب و فاضلاب		۲۹۱	۱۳۸۴		۳	
مجموعه نقشه‌هاي همسان پل‌هاي راه دهانه ۲ تا ۱۰ متر		۲۹۲				
مجموعه نقشه‌هاي همسان پل‌هاي راه‌آهن دهانه ۲ تا ۱۰ متر		۲۹۳				
مجموعه نقشه‌هاي همسان پل‌هاي راه دهانه ۱۰ تا ۲۵ متر		۲۹۴				
مجموعه نقشه‌هاي همسان پل‌هاي راه‌آهن دهانه ۱۰ تا ۲۵ متر		۲۹۵				
راهنماي بهسازي رويه‌هاي شني و آسفالتي		۲۹۶	۱۳۸۴		۳	
فرهنگ واژگان نظام فني و اجرايي كشور		۲۹۷	۱۳۸۴			
مجموعه مقالات كارگاه مشترك ايران و ژاپن (۵-۷ مهرماه ۱۳۸۳)		۲۹۸	۱۳۸۴			
فهرست جزئيات خدمات ساماندهي و تجهيز و نوسازي اراضـي تحـت پوشش تعاوني توليد روستايي		۲۹۹	۱۳۸۵		۲	

عنوان نشريه	شماره نشريه	تاريخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
آيين‌نامه طراحي بنادر و سازه‌هاي دريايي ايران (۱۱ جلد) ۱- ملاحظات محيطي و بارگذاري ۲- مصالح ۳- مكانيك خاك و پي ۴- اصول و مباني مطالعات و طراحي بنادر ۵- موج‌شكنها و سازه‌هاي حفاظتي ۶- سازه و تجهيزات پهلوگيري ۷- آبراهه و حوضچه ۸- تسهيلات و تجهيزات بهره‌برداري و پشتيباني بنادر ۹- سكوهاي دريايي ۱۰- ملاحظات زيست‌محيطي بنادر ۱۱- سازه و تجهيزات تعمير شناور	۳۰۰	۱۳۸۵		۳	
مشخصات فني عمومي روسازي راه‌آهن	۳۰۱	۱۳۸۴		۱	
دستورالعمل مطالعات هيدروليكي و آبشستگي پل	۳۰۲	۱۳۸۴		۳	
مشخصات فني عمومي كارهاي خطوط لوله‌هاي آب و فاضلاب شهري	۳۰۳	۱۳۸۵		۱	
راهنماي طراحي نماي ساختمان‌هاي عمومي	۳۰۴	۱۳۸۵			
شرح خدمات مطالعات برنامه‌ريزي و تهيه طرح‌هاي تفصيلي – اجرايي جنگلداري جنگل‌هاي شمال كشور	۳۰۵	۱۳۸۵			
آماده‌سازي و تميزكاري سطوح فلزي جهت اجراي پوشش	۳۰۶	۱۳۸۴		۳	
راهنماي پهنه‌بندي سيل و تعيين حد بستر و حريم رودخانه	۳۰۷	۱۳۸۴		۳	
راهنماي طراحي ديوارهاي حائل	۳۰۸	۱۳۸۴		۳	
راهنماي طراحي سازه‌اي تونل‌هاي آب‌بر	۳۰۹	۱۳۸۴		۳	
دستورالعمل و ضوابط تقسيم‌بندي و كدگذاري حوضه‌هاي آبريز و محدوده‌هاي مطالعاتي در سطح كشور	۳۱۰	۱۳۸۴			
راهنماي حفاظت كاتدي خطوط لوله و سازه‌هاي فولادي	۳۱۱	۱۳۸۴		۳	
ضوابط عمومي طراحي سازه‌هاي آبي بتني	۳۱۲	۱۳۸۴		۳	
فهرست خدمات مهندسي مطالعات بهره‌برداري و نگهداري از سامانه‌هاي آبياري و زهكشي در حال بهره‌برداري	۳۱۳	۱۳۸۴		۳	
ارزيابي ظرفيت وام‌گيري كشاورزان در طرح‌هاي آبياري و زهكشي	۳۱۴	۱۳۸۴			
راهنماي نگهداري سامانه‌هاي زهكشي	۳۱۵	۱۳۸۴			
راهنماي تعيين دوره بازگشت سيلاب طراحي براي كارهاي مهندسي رودخانه	۳۱۶	۱۳۸۴		۳	
ضوابط طراحي هيدروليكي ايستگاه‌هاي پمپاژ شبكه‌هاي آبياري و زهكشي»	۳۱۷	۱۳۸۴		۳	
دستورالعمل كنترل كيفيت در تصفيه‌خانه‌هاي آب	۳۱۸	۱۳۸۴		۳	
ضوابط طراحي تعيين فاصله و زهكش‌هاي زيرزميني	۳۱۹	۱۳۸۴		۳	
فهرست خدمات ارزيابي عملكرد سامانه‌هاي زهكشي زيرزميني	۳۲۰	۱۳۸۴		۳	
ضوابط طراحي هيدروليكي سيفون‌ها و آبگذر زير جاده	۳۲۱	۱۳۸۴		۳	
دستورالعمل تعيين هدايت هيدروليك خاك	۳۲۲	۱۳۸۴			
دستورالعمل ارزيابي اثرات زيست‌محيطي طرح‌هاي آب و فاضلاب در مرحله اجمالي	۳۲۳	۱۳۸۴			
ضوابط طراحي ساختمان‌هاي با اتصال خرجيني	۳۲۴	۱۳۸۵		۱	

عنوان نشريه	شماره نشريه	تاريخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
ضوابط طراحي و محاسبه ساختمان‌هاي صنعتي فولادي	۳۲۵	۱۳۸۵		۱	
دستورالعمل ساخت و اجراي بتن در كارگاه	۳۲۷	۱۳۸۵		۳	
واژه‌هاي و اصلاحات اكتشافات معدني	۳۲۸	۱۳۸۵			
فهرست خدمات مطالعات برداشت مصالح رودخانه‌اي	۳۲۹	۱۳۸۴		۳	
دستورالعمل آماربرداري از منابع آب	۳۳۰	۱۳۸۴			
راهنماي تشخيص اثرهاي اقتصادي، اجتماعي، ارزش‌گذاري و توجيه اقتصادي طرح‌هاي توسعه منابع آب	۳۳۱	۱۳۸۴			
راهنماي طراحي، ساخت و نگهداري پوشش‌ها در كارهاي مهندسي رودخانه	۳۳۲	۱۳۸۴			
شرح خدمات توجيه فني و اقتصادي- اجتماعي سامانه‌هاي آبياري تحت فشار (در سه سطح الف- ب- پ)	۳۳۳	۱۳۸۵		۳	
روش‌نامه مطالعات توجيه فني، اقتصادي- اجتماعي و زيست‌محيطي سامانه‌هاي آبياري تحت فشار	۳۳۴	۱۳۸۵		۳	
راهنماي بهره‌برداري هيدروليكي از مخزن سدهاي بزرگ	۳۳۵	۱۳۸۴		۳	
راهنماي برداشت مصالح رودخانه‌اي	۳۳۶	۱۳۸۵		۳	
ضوابط طراحي هيدروليكي ساختمان‌هاي حفاظتي و تقاطعي، تبديل و ايمني و ساختمان‌هاي حفاظت در مقابل فرسايش سامانه‌هاي آبياري	۳۳۷	۱۳۸۵		۳	
دستورالعمل ارزيابي اثرات زيست‌محيطي طرح‌هاي آب و فاضلاب در مرحله تفصيلي	۳۳۸	۱۳۸۵		۳	
مشخصات فني اجرايي بازيافت سرد آسفالت	۳۳۹	۱۳۸۵		۱	
تعاريف و مفاهيم در فعاليت‌هاي معدني؛ واژه‌ها و اصطلاحات پايه استخراج معدن	۳۴۰	۱۳۸۵		۳	
مشخصات فني اجرايي بازيافت گرم آسفالت	۳۴۱	۱۳۸۵		۱	
راهكار كاهش نوفه ترافيك براي ساختمانهاي حواشي بزرگراه‌هاي شهري	۳۴۲	۱۳۸۵		۳	
راهنماي طراحي آكوستيكي فضاهاي آموزشي	۳۴۳	۱۳۸۵		۳	
آيين‌نامه سازه‌هاي بتني حجيم	۳۴۴	۱۳۸۵			
راهنماي طراحي و ضوابط اجرايي تقويت ساختمانهاي بتني موجود با استفاده از الياف تقويتي FRP	۳۴۵	۱۳۸۵		۳	
ضوابط و مباني طراحي، تجهيز، نوسازي و يكپارچه‌سازي اراضي خشكه‌زاري (پنج جلد)	۳۴۶	۱۳۸۵		۳	
شرح خدمات مرحله دوم آبياري تحت فشار	۳۴۷	۱۳۸۵		۱	
ضوابط انتخاب و طراحي مزرعه آزمايشي زهكشي زيرزميني	۳۴۸	۱۳۸۵		۳	
شرح خدمات مرحله دوم آبياري تحت فشار	۳۴۹	۱۳۸۵		۱	
مقررات تهويه در معادن	۳۵۰				
مراحل مختلف اكتشاف ذغال سنگ	۳۵۱				
معيارهاي فني طراحي پايانه‌هاي مسافري جاده‌اي	۳۵۲				
راهنماي طراحي روسازي فرودگاه	۳۵۳				
راهنماي طراحي و اجراي بتن غلتكي در روسازي راه‌هاي كشور	۳۵۴				
دستورالعمل نظارت بر اجراي روسازي راه‌آهن	۳۵۵			۳	
ضوابط و دستورالعمل پردازش رقومي تصاوير ماهواره‌اي ETM در استخراج نقشه كاربري و پوشش اراضي مطالعات ساماندهي دشت	۳۵۶				

عنوان نشريه	شماره نشريه	تاريخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
ضوابط عمومي و دستورالعمل ايجاد پايگاه اطلاعات جغرافيايي (GIS) براي كاربردهاي مطالعاتي بخش كشاورزي و منابع طبيعي	۳۵۷				
	۳۵۸				
	۳۵۹				
دستورالعمل بهسازي لرزه‌اي ساختمانهاي موجود	۳۶۰				
تفسير دستورالعمل بهسازي لرزه‌اي ساختمانهاي موجود	۳۶۱				
جزئيات اجرايي بهسازي لرزه‌اي ساختمانهاي موجود	۳۶۲				
راهنماي كار براي دستورالعمل بهسازي لرزه‌اي ساختمانهاي موجود	۳۶۳				
دستورالعمل ارزيابي سريع لرزه‌اي ساختمانهاي موجود	۳۶۴				
شرح خدمات بهسازي لرزه‌اي سامانه‌هاي آبرساني	۳۶۵				
شرح خدمات بهسازي لرزه‌اي تأسيسات صنعت برق	۳۶۶				
شناسنامه فني پلها	۳۶۷				
	۳۶۸				
ضوابط احداث و بهره‌برداري از تونل مشترك تأسيسات شهري	۳۶۹			۱	

Islamic Republic of Iran

Supervision of Railway Track Construction

Guideline

No : 355

Management and Planning Organization
Office of Deputy for Technical Affairs
Technical , Criteria Codification and
Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau

Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Training; Research and
Information Technology

2006/1385

این نشریه

با عنوان "دستورالعمل نظارت بر اجرای روسازی راه‌آهن" در دو بخش مصالح و اجرا تدوین شده است و مسائل اجرائی و مشخصات مربوط به ریل ، پابند فنری وسلو ، پابند فنری پاندرول ، رولپلاک پلاستیکی ، پیچ پابند وسلو ، گایدپلیت ، اینسولیت ، پد ، شولدر تراورس بتنی ، تراورس بتنی ، بالاست ، زیربالاست ، مصالح جوشکاری ، دستورالعمل تهیه خط بسته ، نظارت بر اجرای روسازی ، کنترلهای مربوط به روسازی پس از اتمام عملیات ، جوشکاری ریلها ، دستورالعمل جوشکاری ریلها و پیوسته کردن آنها و دستورالعمل تحویلگیری خط را شامل می‌باشد.