A-PDF WORD TO PDF DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

بخش اول

۱–خط عضو اصلی یک راه آهن

به سه زبان مهم بین المللی (انگلیسی– آلمانی و فرانسه) به ترتیب راه آهن را (EISEN bahn)- Rail road- Rail way کو Chemin de fer می نامند.

در حدود ۱۶۰ سال از عمر آن می گذرد ولی هنوز نه تنها از اهمیت آن کاسته نشده بلکه روز به روز با ارزش و عظمت آن افزوده می شود.

اساس خط از ابتدا تا کنون تغییر چندانی نکرده و دوریل همچنان بموازات همدیگر راه آهن کشورها را می سازند، در حالی که دیگر قسمت های راه آهن از جمله آلات ناقله که روی ریلهای موازی می غلتند دستخوش تحولاتی محسوس و ملموس برای استفاده کنندگان شده است.

این تحولات و پیشرفت های محسوس در امر آلات ناقله که حاصل زحمات شبانه روزی متخصصین کشورها است در سرعت– بار مفید واگن– تامین نیروی برق– طراحی بدنه و راحتی قسمت های داخلی واگن تجلی پیدا کرده است.

در حقیقت کمتر کسی توجهی به ریلهای بی حرکت و بی صدا که روی زمین گسترده‌اند دارد و در حالی که قطارهای سریع السیر و راحت و لکومتیورهای نیرومند همواره طرف توجه می باشد و اما نباید فراموش کرد که موفقیت های

حاصله در بخش آلات ناقله بدون توجه به پیشرفت هم آهنگ و موزون در خط ممکن و میسر نخواهد شد.

معمولا خط هزینه ای معادل $\frac{۱}{۵}$ تا $\frac{۱}{۴}$ کل سرمایه گذاری ثابت راه آهن دارد.

خط همواره در معرض تنش های شدید ناشی از قطارهای مسافری سریع السیر و باری سنگینی قرار می گیرد.

اول آنکه وزن وسیله نقلیه را تحمل می کند و دوم آنکه همزمان آن وسیله را هدایت می کند.

نیروهای عمودی و افقی همزمان در اثر حرکت یک وسیله نقلیه در خط ایجاد می شود. و لازم است نتایج آن نیروها در وضعیت استاتیک و دینامیک مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. آنچه مسلم است مجموعه خط از ریل و تراورس و با لاست تشکیل شده و نیروهای وارده را پس از جذب و هم آهنگی بزیرسازی منتقل می کند.

عضو اصلی در خط همانا ریل است که هر دو وظیفه تحمل بار وسیله نقلیه و هدایت آن را اساساً به عهده دارد. بار وارده از چرخ در جهت توزیع نیروها در سطح بیشتر و انتقال آن به بالاست و زیر سازی بین تراورس تقسیم می شود.

ریلها و تراورس ها به وسیله پیچ ها و پا بندی همدیگر بسته شده و سازه واحدی به نام بست خط یا (Panel) را به وجود می آورند. این سازه دارای یک نوع طبیعت است که در برابر نیروهای افقی و عمودی حاصله از حرکت قطارها و تغییرات درجه حرارت محیط مقاومت و پایداری می کند.

۲-توجیه فنی و اقتصادی راه آهن

۲-۱ به لحاظ اندک بودن اصطکاک بین ریل و چرخ نیروی کمتری جهت حرکت وسیله نقلیه لازم است.

۲-۲ به لحاظ محدودیت انرژی آتیه راه آهن را میتوان فوق العاده توجیه پذیر و روشن پیش بینی کرد.

۲-۳ راه آهن کمتر موجب آلودگی محیط زیست می شود بالاخص در خطوط برقی.

۲-٤ راه آهن نیاز کمتری به فضا دارد.

۲-۵ در مقایسه با سایر سیستم های حمل و نقل زمینی نیاز کمتری به نیروی انسانی دارد.

۲-٦دارای ایمنی بیشتری است.

۲-۷ کمتر تحت تاثی رعوامل جوی قرار می گیرد.

اقتصاد جدید دنیا بر پایه نیروی کار استوار شده است. جمعیت همیشه در حال رشد است و اغلب کشورهای جهان در حال پیشرفت هستند. علاوه بر دلایل فوق مسائل سیاسی اجتماعی کشورها رل عمده ای در تعیین و انتخاب موقعیت بخش های تولیدی دارند. پس به لحاظ ملی و بین المللی موسسات اقتصادی به چنان رشدی رسیده اند که اغلب باشکال مساله تامین خدمات حمل و نقل آن میسر و ممکن می شود. لذا سازمان های راه آهن غالباً احداث و بهره برداری از آن را صرفا به خاطر کسب درآمد انجام نمی دهند، بلکه ضرورت دارد موضوع مشکلات سیاسی دولت ها را هم مد نظر داشت و به حساب آورد.

مهندسین راه آهن مسئولیت های بزرگی حتی از دید اجتماعی بعهده دارند. وقتی که بودجه ها محدود است بایستی مهندسین و متخصصین تلاش فنی خود را در جهت چاره جویی و محدود کردن هزینه های احداث و نگهداری راه آهن به کار بگیرند تا با صرف اعتبار و هزینه کمتر و به کار گیری تدابیر و تسهیلات فنی به نتیجه مناسب تری نائل گردند. در بلند مدت احداث راه آهن برای ساکنین منطقه مورد نظر- کار خوشبختی و سعادت بوجود می آورد.

هر راننده اتومبیل می داند که هر چقدر سطح جاده صاف و تمیز باشد اوقا در بطی سرعت های بالا و مسافرت دلپذیری را پیش رو دارد. اما اگر سطح جاده ناصاف و

دارای دست اندازهایی باشد راننده مجبور است جهت جلوگیری از خرابی ماشین و تکان هائی که درآن به وجود می آید و صرفه جوئی در قطعات یدکی سرعت خود را کم کند.

در رابطه با راه آهن خط و آلات ناقله عکس العمل های مشابهی روی همدیگر دارند. برعکس سرنشینان اتومبیل مسافرین قطار خط را نمی بینند و از تلاقی و عمل و ناهمواری های خط که موجب تکانهائی در وسیله نقلیه می شود آگاهی مستقیم ندارند و توجه مسافرین معمولا به برنامه حرکت و رسیدن به موقع به مقاصد خود هست. جهت دلپذیر مسافرت با قطار موسسات راه آهن ها برنامه های منظم و با حداقل توقف و محدودیت سرعت پیش بینی و تنظیم می کنند. زیرا در راه آهن مثل جاده عمل جذب و استهلاک ضربات به وسیله چرخ لاستیکی پر شده از هوای فشرده انجام نمی شود بلکه تراز طولی و عرضی خط راه آهن ثابت بوده و محورهای آلات ناقله مستقیما به وسیله چرخ با ریل در تماس هستند و عکس العمل آن موجب لرزش و تکان در آلات ناقله می شود.

پس جهت تقلیل تکان ها و لرزش ها در راه آهن با تقلیل سرعت اقتصادی و دلپذیر نیست بلکه به به کارگیری عملیات نگهداری صحیح و مناسب می توان به نتیجه مطلوب نائل گردید.

در دهه های اخیر راه آهن ها مرتبا در جهت تقلیل هزینه های نگهداری بررسی و تحقیق کرده اند . در این راستا جوشکاری ریل طویل به طور سرتاسری یکی از همین پیشرفت هاست که در مبحث جوشکاری مزایا و محاسن آن از دیدگاه فنی و اقتصادی دیده شده است. با استفاده از ریلهای سنگین نظیر UIC60 با پندهای الاستیک تراورسهای پیش تنیده و بالاست نوع سنگ شکسته رو سازی خط را هر چه بیشتر تقویت کرده و آماده پذیرش حمل و نقل باری و مسافری ایمن و راحت را فراهم آورده است.

بخش دوم

۱-ویژگی های ریل:

مقدمه:

وقتی که نیروهای وارده بر ریل را در موقع عبور یک وسیله نقلیه از روی خط بررسی می کنیم ملاحظه می شود ریل دو وظیفه اصلی را در ساختمان خط به عهده دارد. یعنی علاوه از عامین سطح چرخش و هدایت چرخ های وسیله نقلیه به صورت یک تیرسر تا سری نیز عمل می کند.

در اثر عبور چرخ نیروهای دینامیکی بزرگی می شوند و قهراً در اثر این نیروها ممکن است تغییرات فولاد به منطقه پلاستیک نیز کشیده شود. نیروهای متمرکز وارده به سطح چرخش موجب سائیدگی هائی در ریل شده و در نهایت مسائل فوق ایجاب می کند که برای ساخت ریل از فولاد دارای ترکیب شیمیائی خاص و مقاومت بالا استفاده شود.

نیروهائی که از چرخ به ریل وارد می شود از عبور از آن و سایر متعلقات روسازی نهایتا بزیرسازی می رسد این نیروها در چندین تراورس توزیع شده و بعد ببالاست منتقل می‌شود. تنش های خمشی در کف ریل به وجود می آید و علاوه از تنش به وجود آمده ریل در معرض ارتعاشات و ضربان حاصله از نیروهای

دینامیک هم قرار می گیرد. لذا برای تامین استقامت خط علاوه از مقاومت فولاد ریل به عنوان یک تیر سرتاسری بایستی مدول مقطع متناسب با نیروهای وارده را داشته باشد.

نتیجه:

از توضیحات فوق نتیجه می گیریم که ریل باید دارای دو ویژگی باشد.

۱-۱- از فولاد خاصی ساخته شود.

۱-۲- دارای مقطع خاصی از نظر ارتفاع پهنای کف و تیغه ریل باشد. (یعنی دارای مدول مقطع متناسبی باشد)

۲-مقطع ریل و خواص آن:

مقطع ریل از بدو تاسیس راه آهن به شکل های مختلف ساخته شده و در اواسط قرن ۱۹ به صورت پروفیل پایه دار یا Vignole یا Flat botton که در حال حاضر هم راه آهن ها از این نوع مقطع ریل استفاده می کنند درآمده است.

در شکل شماره ۱ تغییرات پیوسته ریل از گذشته تا به حال نشان داده شده است.

شکل شماره ۱

در اثر بالا رفتن میزان حمل و نقل سرعت و افزایش بارهای محوری Axel Loade وزن متر طول ریل نیز بالا رفته و تا 75 Kg/ m نیز رسیده است. در طراحی ریل قارچ ریل که بیشتر از سایر نقاط آن در معرض نیروها قرار داد و معمولا منجر به سایش می شود با مقاومت بالا ساخته می شود همچنین قوس ها و شیب هایی روی آن انتخاب می شود که سطح تماس چرخ راحتی المقدور کم کرده و موجب افزایش فشارهای وارده نگردد. لذا مصرف کنندگان و تولید کنندگان به لحاظ مسائل فنی و اقتصادی ترجیح می دهند استانداردهائی در رابطه با سفارش ساخت- مشخصات فنی- نحوه کنترل جنس رعایت گردد. این مسائل در بین اعضاء اتحادیه بین المللی راه آهن ها (یو-آی-سی) UIC در کلیات رعایت می شود.

اما مشخصات خاص هر پروژه راه آهن تابع پارامترهائی از قبیل میزان حمل و نقل بار محوری سرعت شیب- شعاع قوس ها و غیره می باشد که بایستی متناسب با آن و در چهارچوب استانداردهای تعیین شده مساله انتخاب ریل مورد محاسبه و رعایت قرار گیرد.

مقاطع استاندارد ریل برای مصارف مختلف در شکل شماره ۲ ارائه شده است.

شکل شماره ۲

۳-خواص فولاد ریل:

سنجش مقاومت کششی ریل یا (Tensilestrengh Test) یکی از آزمایش های اساسی است که خواص و ویژگی های لازم در کاربرد ریل را تضمین می کند.

ریل های سخت و ریل های سخت شده به وسیله حرارت به طور متداول در بازارهای جهانی موجود است. و مقاومتی معادل $700\text{-}1400\ Kg/mm^2$ که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

به طور کلی و با توجه به کاربردهای مختلف ریل ها را به چهار گروه اصلی تقسیم می‌کنند.

جدول شماره ۱

گروه ۱- ریل های بـا مقاومـت کشـش مینـیمم $T.S._{Min} = 690/N/mm^2$ معـادل نـوع استاندارد یو-آی- سی این نوع ریل به طور چشم گیر در کشورهای اروپـائی مثـل فرانسه و انگلیس مصرف می شود.

گـروه ۲- ریلهـای بامقاومـت کشـش مـی‌نـیمم $T.S._{Min} = 820/N/mm^2$ معـادل استانداردهای ASTM و GOST این نوع ریل اختصاصاً در کشور های ایـالات متحده آمریکا- شوروی و کانادا تولید و مصرف می شود.

گروه ۳- ریل های با مقاومت کششـی مـی نـیمم $T.S._{Min} = 880/N/mm^2$ ریـل هـای سخت یا ریل های مقاوم در برابر سائیدگی نامیده می شود. و معادل تیپ های C , A, B استاندارد UIC می باشد.

در حال حاضر راه آهن آلمان فدرال از این نوع ریل های سخت به طـول وسـیع و چشمگیر در محل قوس ها و خطوط با حمل و نقل و سرعت بیشـتر اسـتفاده مـی کنند.

راه آهن های سوئیس- فرانسه و هلند نوع خاصی از ریـل هـای سـخت را بنـا بـه موقعیت محلی مصرف می کنند.

سایر راه آهن های غیر اروپائی را نیز می توان در شمار مصرف کنندگان ریل هـای سخت نام برد.

گروه ٤- مقاومت کششی می نیمم این گروه برابر $T.S._{Min} = 1080/N/mm^2$ می باشـد. این نوع ریل در راه آهن آلمان فدرال در خطوط با حمل و نقل سنگین و همچنـین در کشور سوئیس در خط (Goothard pass Line) گوتاردپاس لاین و خطـوط با حمل و نقل مواد خام معدنی مصرف شده است. اصولا ریل های با مقاومت بـالا دارای سیلیس بیشتری در فولاد هستند.

این نوع ریل ها با لای استاندارد ASTM و اسـتاندارد UIC قـرار دارنـد. امـا در حال حاضر ریل های نوع $T.S._{Min} = 1080/N/mm^2$ چندان مصرفی ندارند.

٤-نحوه ساخت ریل:

فولاد- طرز تهیه

قسمت اعظم آهن خامی که از کوره بلند به دست می آید جهت تهیه فـولاد مـورد استفاده قرار می گیرد. تهیه آن به طور خلاصه عبارتند از ذوب آهن خـام و از بـین

بردن مواد خارجی آن که عبارتند از کربن، سیلسیم، منگنز، گوگرد و فسـفر و دادن مقدار معینی از کربن به آهن.

روش های صنعتی مختلف تهیه فولاد:

معمولا روش تولید ریل و ریخته گری شمش آن به چهار طریق انجام می شود.

٤-١- روش تصفیه فولاد با دمیدن اکسیژن

Steel refined by oxygen blown pricess

٤-٢- روش زیمنس و مارتین یا کوره های باز

Open heart

٤-٣- روش کوره های الکتریکی

Electric Process

٤-٤- روش تومـاس Thomass

Process

هر روش تولآید با علامت قرار دادی خاص روی جان ریل حکاکی می شود که در قسمت علامت گذاری مشروحا بیان می شود.

در این روش ها از ٧٥٪ آهن خام که دارای فسفر کمی است و ٢٥٪ آهن قراضـه و همچنین افزونه هائی مثل آهک- فلورایت و مواد خام معدنی در معرض آزمایشات متسمر قرار می گیرند.

در جریان ذوب کربن آهن خام سوخته و به گاز Co تبدیل و آزاد می شود. گوگرد و فسفر تا حدودی از مواد مذاب برداشته می شود. هر کدام از این روش ها مزایای مخصوص به خود را دارد. و فولاد حاصل از آنها دارای خواص و مورد استعمال مخصوص به خود می باشد. اما فولاد حاصل از روش کوره های باز خالصتر و مرغوبتر از فولاد حاصل از روش های دیگر است و امروزه فولادهای ساختمانی بیشتر از این روش تهیه می شوند.

مرحله ذوب به وسیله کامپیوتر و تجربه های پی در پی نمونه ها کنترل می شود.

عمل دمیدن اکسیژن تا مرحله ای که میزان کربن به نسبت مورد لزوم در فولاد ریل برسد ادامه پیدا می کند.

در روش ذوب الکتریکی و کوره سرباز از آهن قراضه به نسبت ۱۰۰٪ تا ٦۰٪ استفاده می شود. همچنین تلخیص گوگرد و فسفر به سبک روش دمیدن اکسیژن که قبلا ذکر شد در این روش نیز عمل می شود.

فولاد مذاب می تواند مقدار ارزیابی هیدرژن غیر محلول در خود نگهدارد. برعکس هیدروژن محلول به مقدار خیلی کم در فولاد جامد وجود دارد. اگر هیدروژن محلول به مقدار زیاد به صورت نامحلول در مرحله گداختن باقی بماند و فولاد پس از سرد شدن به طور نرمال نورد بشود بالاخص در رابطه با فولادهای سخت

عیب لکه تخم مرغی در قارچ ریل یا (Ovalflaws) بوجود آمده و موجب شکستگی آنی ریل در زیر قطار می شود. در شکل شماره ۳ این عیب نشان داده شده است. بدین منظور در حین گداختگی مواد مقدار هیدروژن بایستی به حداقل ممکن مخصوصا درفولاد ریل برسد.

شکل شماره ۳

سنجش میزان هیدروژن در حین گداختگی با اندازه گیری های خاص تامین می شود. بر اساس تکنیک موسوم به (S\cotching) و یا با ایجاد خلاء هیدروژن آزاد می شود.

عامل سیلیس- منگنز و تحت شرایطی کروم و سایر عناصر به پاتیل ریخته گری در حین خالی کردن مواد مذاب اضافه می شود. ترکیب شیمیایی آهن قراضه و فولاد و تغییرات آن در حین تصفیه و تبدیل نهائی به ریل در ظرف چند دقیقه با اسپکترومترهای مدرن با تغییر الکترونیکی می شود.

بنابراین ریل هائی که با روش های فوق و توام با آزمایشات و کنترل های اشاره شده تولید بشود از نظر ترکیبات شیمیائی کاملا هموژن و یکنواخت بوده و خواص

مکانیکی و مهندسی قابل قبولی را دار خواهد بود. در عکس های حقیقی که نشانگر وجود عیب های لکه تخم مرغی در قارچ ریل است از آلبوم یو-آی-سی تحت شماره های ۲۱۱ تا ۱۲۳ نشان داده شده است.

ضمناً در ساخت ریل شمش های تهیه شده و غنی وزنی در حدود 5-7 دارند (ingot) برای آنکه سطح ریل کاملاً محکم و مقاوم باشد در آلمان Krupp Metallurgical کروپ برای تهیه شمش از سیستم قالب های شمش سربالا که در شکل شماره ٤ ارائه شده است استفاده می شود. Up hill group teeming process در این روش مواد مذاب از قسمت پائینی قالب به وسیله قیفی پس از عبور از آجرهای نسوز وارد می شود.

پس از برداشتن قالب ها شمش ها را داخل کوره ها گذاشته و پس از گرم کردن آن به مدت چند ساعت و رساندن آن به حرارت مورد نیاز نورد و تبدیل به ریل آماده می‌گردد.

۵-نورد ریل:

شمش های آماده شده پس از عبور از غلتک های ماشینی خاص به نام blooming mills و تبدیل به شمش چهار گوش و پس از ۱۷ و گاهاً ۱۹ عبور به شکل پروفیل خاص ریل در می آید. در شکل ۵ و ٦ مراحل مذکور نشان داده می شود.

٦-علامت گذاری ریل: (Marking)

معمولا بر اساس قرارداد بین راه آهن سفارش دهنده و کارخانه تولید کننده علائم زیر در روی جان ریل به صورت برجسته با ماشین مخصوص حک می شود.

٦-١- علامت کارخانه سازنده.

٦-٢- دو رقم آخر سال تولید.

٦-٣- ماه تولید با اعداد یونانی.

٦-٤- نام راه آهن سفارش دهنده.

٦-٥- روش تولید فولاد.

٦-٦- نوع ریل از نظر سختی.

ر-آ- ج- ا- ا IX- ٨٢

راه آهن جمهوری اسلامی ایران ماه نهم سال ١٩٨٢ روش زیمنس و مارتین گردید ٩٠A یا نیم ساعت ساخت.

علائم قراردادی روش تولید و درجه سختی:

روش تصفیه فولاد با دمیدن اکسیژن

روش زیمنس و مارتین

روش توماس

گرید 70 معمولی

گرید 90 A نیم سخت

گرید 90 B سخت

بخش سوم

۱-تئوری جوشکاری سراسری ریل ها

اگر یک قطعه ریل آزاد باشد به ازاء یک درجه فارنهایت معادل ۰/۰۰۰۰۰۶۵ طـول خود منبسط می شود.

یادآور می شویم در مقابل ۱۰۰ درجه فارنهایت انبساط نرمـالی معـادل ٤١ ایـنچ در هر مایل انجام می شود.

نیروی بازدارنده از حرکت ریل با کاربرد تجهیزات مختلف اعـم از پابنـدهای ریـل گیره های ضد لغزش صفحات زیر ریل و غیره به جز دو سر ریل به دست می آید.

به ازاء t درجه حرارت تغییر طولی معادل (ΔL) در هر واحد ریـل بـه وجـود مـی آید.

$$\Delta L = 0.0000065\ \Delta t$$

اگر فشار روکش های داخلی دیگـر ناشـی از اعمـال سـایر نیروهـا در طـول ریـل تغییرات جدیدی در ریل معادل (ΔL) در هر واحد طول به وجود آورند. از رابطـه مکانیکی فشار و کشش داریم:

$$\Delta L = \frac{S}{30{,}000{,}000}$$

S = واحد تنش فشاری یا کششی است که در واحد سطح مقطع ریل حاصل می شود. اگر از تغییرات ممکن در خط جلوگیری شود، نیروهای جلوگیری نشده در طول بایستی

به وسیله یک نیروی برابر مقابله شود و از رابطه فشار و کشش داریم:

$$0.0000065 \quad \Delta t = \frac{S}{30{,}000{,}000}$$

به ازاء Δt = ۱ درجه فارنهایت

$$S = 30{,}000{,}000 \ x \ 0.0000065x1 = 195^{Psi}$$

و تنش های داخلی ریل با تمهیدات لازم مهار شده است.

اگر ریل UIC60 یا معادل RE- ۱۳۲ با سطح مقطع in^2 ۱۲/۹۵ به کار ببریم بازاء درجه فارنهایت نیروی مهار کننده ای معادل:

F= 60 x 195 x 12.95 یا 151/515 پوند

نیاز خواهیم داشت.

نیروی مهار کننده لازم در دو انتهای ریل در محل درزها به وسیله وصله ها و تاورسهای دو سر ریل حاصل می شود.

به طوری که در شکل زیر مشخص شـده نیـروی مهـاری حاصـله از وصـله هـا و تراورس ها با هم به حالت تعادل در می آیند و تراورس های قسـمت وسـط هـیچ نوع نیروی مهاری اعمال نمی کنند و این قسمت وسط را قسمت غیـر متحـرک یـا ثابت ریل می نامند.

در اثر انقباض یا انسباط نیروهای حاصله از ریل به تراورس منتقل و تـراورس هـا قاعدتاً این نیروها را به بالاست منتقل می کنند. نیروی مهاری در وصـله یـک نـوع نیروی اصطکاکی است که در پیچ وصله ها ایجاد می شود و به طور تقریب معددل ۱۰۰،۰۰۰ پوند برای هر وصله شش سوراخه با پیچ های سفت شده مـی باشـد. بـا توجه به اینکه مهار ریل از طریق وصله ها معمـولا مشـکل بـوده و بعضـی مواقـع پیچها شل می شوند لذا در محاسـبات جوشـکاری ریـل طویـل از نیـروی مهـاری حاصله از وصله ها صرفنظر می‌کنند.

و این نیرو را صرفاً به عنوان یک ضریب اطمینان به حساب می آورند.

مقدار نیروی مهاری که یک تراورس در هر ریل ارائه مـی دهـد نیـروی مقـادیر ۵۰۰ الی ۱۲۰۰ پوند متغیر است و حتی در بعضی موارد نیروهـای ۱۵۰۰ تـا ۲۰۰۰ پوند برای یک تراورس در هر ریل با گیره های مهاری می توان به دست آورد. امـا میزان قابل قبول ۵۰۰ تا ۸۰۰ پوند برای تراورس های بافاصله ۲۲ اینچ (۵۵ سـانتی متر) و با با لاست سنگ شکسته می باشد. اخیراً ۱۰۰۰ پوند برای یک تـراورس در

هر ریل مستمراً در محاسبات استفاده شده است. در حالت یخزدگی خط این نیرو به دو برابر می رسد.

۳-روش های جوشکاری ریل

جوشکاری ریل معمولاً به چهار روش انجام می شود:

۳-۱- جوش نقطه نقطه ای برقی.

۳-۲- جوش فشاری گازی.

۳-۳- جوش قوس الکتریکی دستی.

٤-٤- جوش آلومینوترمیک.

تا سال ۱۹۵۰ جوش ریل فقط به دو طریق آلومینوترمیک ونقطه ای برقی انجام می شد. از سال ۱۹۵۳ به بعد جوش فشاری گازی نیز مورد مطالعه قرار گرفت و استفاده از آن به تدریج توسعه یافت و امروزه این نوع جوشکاری در بعضی از راه آهن ها متداول شده است. متعاقباً در سال ۱۹٦۳ جوش ریل به طریق قوس الکتریکی دستی نیز رواج پیدا کرده و در طول خطوط راه آهن متداول گردید.

روش جوش فشاری گازی و قوس الکتریکی بیش از دو روش جوش الکتروترمیک و نطقه ای برقی مورد استفاده قرار می گیرد و می توان گفت در روش اخیر سالها در راه آهن ها مورد عمل و استفاده بوده لیکن امروزه از جوش الکتریکی نقطه ای به دلایل زیر کمتر استفاده می شود:

۱- هزینه زیاد جوشکاری با ماشین جوش الکتریکی.

۲- مشکل حمل و نقل ریل طویل از کارخانه به کارگاه.

لیکن در سال های اخیر با توجه به بالا رفتن نرخ دستمزد و به ویژه اینکه فن جوش ریل نیز متحول شده مجدداً عمل جوش سراسری به طریق نقطه ای برقی مورد توجه قرار گرفته است.

اخیرا به علت مشکلات ناشی از انسداد خط بخصوص در محورهای با حمل و نقل سنگین از روش سریع جوشکاری نوع SKV-f ترمیت استفاده می شود.

معمولا جوش سراسری ریل به دو رشو انجام می شود:

۱- ریل ها بدواً در کارخانه و یا کارگاه موقت به طول های ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر جوشکاری و پس از حمل به محل نصب مجدداً به طول های مورد نظر جوشکاری می شوند.

۲- ریل ها پس از نصب جوشکاری می شوند (پس از پانلگذاری).

برای تعویض ریل های فرسوده معمولا از روش شماره ۱ استفاده می شود. در روش اول برای تهیه ریل طویل از جوش نقطه ای برقی و یا گازی فشاری و برای جوش ریل بیش از ۲۰۰ متر از روش قوس الکتریکی یا آلومینوترمیک استفاده می شود.

۳-۲- جوش فشاری گازی:

ابتدا سطح مقطع ریل ها کاملا از زنگ و یا سایر آلودگی ها تمیز و سپس دو سر ریل در مقابل یکدیگر تنظیم و برای انجام عمل حرارت دادن و وارد آوردن فشار آماده می‌شود. سپس دو سر ریل ها با مشعل گازی حرارت داده شده و این عمل هنگامی متوقف می شود که میزان فشار و حرارت به درجه مورد نظر برسد. برای جوش کاری ریل از روش گرم کردن استفاده می شود که در اثر آن در مقطع ریل فشار محوری بوجود می آید. ضمناً برای این کار از مشعل گازی گرم کننده با دو شاخه دمنده به وزن (۵۰۰ Kg) استفاده می شود.

چون با انجام روش جوش کاری فشاری گازی ریل تغییر حالت پیدا می کند لذا اعمال این روشدر شرایطی که ریل به تراورس بسته شده باشد امکان پذیر نیست و لذا بایستی ریلها را باز کرده و پس از جوشکاری دو مرتبه آنها را پابند مربوطه به تراورس بست. در عکس شماره (۱) دستگاه کوچک فشاری گازی دیده می شود.

۳-۳-جوش قوس الکتریکی دستی:

سر ریل ها را با زاویه ۹۰ درجه بریده و سطح مقطع آنها را پس از تیز نمودن به فاصله ۱۵ تا ۱۷ میلیمتر و در امتداد یکدیگر قرار داده و در محل درز ریل یک صفحه مسی شیار دار به ترتیبی که در شکل (۲) نشان داده شده قرار می گیرد. انگاه کف ریل را با شعله اکسیژن- آستیلن تا ۵۰۰ cc حرکت می دهند. و بعد کف

ریل با الکترود مخصوص ٤ میلی متر قطر (E11016G-AWS) و جان و قـارچ ریل با الکترود ٥ ملی متـری (E11016G-AWS) جوشـکاری مـی شـود. البتـه هنگام جوش جان و قارچ ریل از آب به عنوان خنک کننده استفاده می شود.

ضمنا جهت دادن مقاومـت بیشـتر بـه جـوش مبـادرت بـه گـرم کـردن آن وسـیله مشغلگاز پروپان تا ٣٠ ± ٦٥٠ درجه سانتی گراد نموده و ده دقیقه به این عمل ادامه می دهند آنگاه مشغل را برداشته و به تدریج حرارت کاهش پیدا می کند. در نهایت با عمل سنگ زنی و تمیز کاری کار خاتمه می پذیرد.

٣-٤- جوش آلمینوترمیک:

جوش آلومینوترمیک حاصل از یک فعل و انفعالات شـیمیایی بـین اکسـید آهـن و آلمینـیم اسـت کـه در سـال ١٨٩٦ توسـط پروفسـورها نـس گولداشـمیت آلمـانی (Hans- Gold Schdt) ارائه شد.

جوش آلمینوترمیک معمولاً به روش SMW با استفاده از فمر هـای پـیش سـاخته انجام می شود و فرمول شیمیایی آن به شرح زیر است:

$$Fe_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Fe + 181.5$$ کیلوکالری

ترکیب و وزن مقدار ترمیت جهت هر بند جوش متناسب با مقطع ریل و فـولاد آن تعیین می گدد که در مورد ریل های UIC 60 از ترمیت به وزن ۹ کیلوگرم بـرای هر بند جوش استفاده می شود.

البته عمل جوشکاری توسط متخصصـین فنـی راه آهـن کـه دوره هـای خاصـی را گذرانده‌اند اجراء می شود.

کیسه های ترمیت باید طبق شرایط کارخانه تولید کننده نگهداری شـده و از تـاریخ استفاده آن نگذشته باشد و عملیات جوش کاری ترجیحاً با وسایل جوشکاری ویژه که از طرف تولید کننده ترمیت تهیه وتوصیه می شود انجام گیرد.

در سال ۱۳٦۰ راه آهن جمهوری اسلامی ایران مبـادرت بـه جوشـکاری طویـل در خطوط بازسازی شده کرد و در محورهای تهران- مشهد و تهران- تبریـز عملیـات جوشکاری طویل (ایستگاه بایستگاه) در چنـدین فاصـله عمـل شـده و تـاکنون بـا مراقبت هـائی کـه معمـول گردیـده نتیجـه مثبـت بـوده و در پـروژه هـای بـافق- بندرعباس و بندر امام اهواز نیز عملیـات جوشـکاری طویـل در مـورد ریـل هـای UIC 60 توصیه شده است.

و اصولاً به لحاظ اقتصادی و کاهش هزینه های نگهداری خطوط و بالا بردن عمـر ریل جوشکاری طویل در محورهای موجود و جدید توصیه می شود.

البته یادآوری می شود به کار گیری ریل های طویل مستلزم استفاده از روش نگهداری مکانیزه خط و به کارگیری دستور العمل های خاصی است که بایستی به آن توجه گردد.

بخش چهارم

۱-تراورسهای بتنی

مقدمه: برای محاسبه تراورس های بتنی فرضیات اساس زیر به عمل می آید:

۱-۱- در تراورس بتنی مقاطع قبل و بعد از خمش به صورت صفحه باقی می مانند این مطلب برای اثبات تئوری الاستیسیته در مورد تراورس های لازم می باشد. زیرا ضخامت تراورس در مقایسه با طول آن کوچک می باشد.

۱-۲- مدول الاستیسیته فولاد و بتن تا حد تنش الاستیک ثابت می باشد. این فرض برای فولاد نرمه (St1.III) تا نقطه ارتجاعی (تسلیم) درست می باشد. در تراورس تغییرات تنش در فولاد بعلت بارهای دینامیکی زیاد بوده و این امر باعث تغییراتی در مدول الاستیسیته می شود. تحت اثر تنش های زیاد تغییراتی مدول الاستیسیته در بتن نیز زیاد می باشد. چون بتن با مرغوبیت بالا ماده ای کاملا الاستیک نیست دیاگرام تنش- تغییر طولی

نسبی (3-0) آن غیر خطی می باشد. در مورد تراورس های علی رغم دارای بتن با مرغوبیت بالا مع الوصف تنش ها در حد الاستیک در نظر گرفته می شوند.

۱-۳- چسبندگی کامل بین فولاد و بتن اطراف آن وجود دارد. و به همین جهت در هر فاصله ای از محور خنثی (Neutral Axis) تغییر طول نسبی دو ماده یکی می‌باشد.

۱-٤- بر روی سطح مقطع آرماتورها یا میله های بیش تنیدگی توزیع تنش یکنواخت در نظر گرفته می شود این مطلب کاملا هم صحیح نمی باشد چون مقدار و تنش با فاصله از محور خنثی تغییر می کند قطر میلگردها در مقایسه با فاصله آنها از محور خنثی کم می باشد توزیع تنش یکنواخت بوده و فقط در مورد یک میله ها دارای قطر زیاد هستند و از محور خنثی نیز فاصله زیادی ندارند این مسئله نمی تواند صحیح باشد.

۱-۵- در محاسبات بتن آرمه تنش کششی بتن در نظر گرفته نمی شود ولی در بتن پیش تنیده نقش بتن در کشش تحت بارهای وارده منظور می گردد. نتیجه اینکه منحنی تنش- تغییر طول نسبی ($\sigma-\varepsilon$) برای بتن در برابر فشار روکش یکسان می باشد بعبارت دیگر مقدار مدول الاستیسیته در هر دو حالت یکی است. اگرچه آزمایشات نشان داده اند که مدول الاستیسیته در

کشـــــــــــــــــــــــــــش معمـــــــــــــــــــــــــــــــولاً

۱/۱۰-۰/۸۵ برابر مدولا الاستیسیته در فشار می باشد.

۲-تراورس بتن آرمه

۲-۱-مقدمه: در صورتی که فولاد تحت تنش الاستیک باشد و قبل از اینکه به تنش مجاز خود برسد می بایست بتن ترک بخورد چه با توزیع مناسب میلگردها می توان از افزایش ترک ها جلوگیری نمود. تجزیه تنش ها در اثر پیچش در بتن آرمه پیچیده بوده و لذا طرحی به فرمول ها و دستور العمل هائی که بر اساس آزمایشات عملی مشخص شده اند محدود می گردد.

۲-۲-معایب بتن آرمه:

- از آنجائی که بتن قادر نیست خود را با تغییر طول نسبی (Strain) عددی فولاد تطبیق دهد تحت بارهای وارده در قسمتی که تنش کششی وجود دارد ترک می خورد.
- ابعاد تراورس بتن آرمه توسط برش تعیین می گردند. اگر نیروی برشی زیاد گردد سطح مقطع بزرگ می شود که در نتیجه بار مرده آن زیاد می گردد.
- بتن ممکن است در اثر انقباض (Shrinkage) ترک بخورد.

- در تراورس بتنی از بتن با مقاومت بالا استفاده کامل نمی شود یعنی اگر انـدازه عضو از حد معینی کمتر گردد مقدار میلگردهـای لازم عضـو را غیـر اقتصـادی خواهد ساخت. می توان با استفاده از فولاد سخت با مقاومت ارتجـاعی بـالاتر مقدار فولاد مصرفی را تا $\frac{1}{6}$ کاهش داد. این راه حـل صـحیح نمـی باشـد زیـرا تغییر طول نسبی فولاد با مقاومت بالا حدود ٦ برابر تغییـر طـول نسـبی فـولاد نرمه می باشد این امر باعث ترک های پهنی تحـت بارهـای وارده در بـتن مـی شود.
- در بتن آرمه فولاد نقش مفعولی (Passive) را دارد و بتن را در مقابـل اثـرات مخرب بارگذاری حفاظت نمی کند.
- تحت اثر نیروی برشی در بتن آرمه تنش های کششی که از نیروی برشی منـتج می گردند بیشتر می باشند.
- وزن فولاد مصرفی در بتن آرمه زیاد می باشد.
- در مساله خسـتگی (Fating) بـتن و فـولاد مصـرفی در بـتن آرمـه در مقابـل شکست های تدریجی یا پیش رونده رفتار خوبی را از خود نشان نمی دهند که این مسالآه با تکرار بارگذاری نیز بیشتر می شود.

۲-۳-رفتار بتن آرمه تحت اثر خستگی (Fatique):

- اعضا بتن آرمه بیشتر بعلت پاره شدن میلگردها از بین می رود به نظر می رسد که پاره شدن با ترک خوردن مرتبط می باشد و تمرکز تنش و سایش (سائیدگی) نیز با این ترک‌ها مرتبط هستند. آرماتورهای طولی در تیرها مقاومتی حدود ۷۰-۶۰ درصد مقاومت نهائی استاتیکی برای یک میلیون سیکل را دارند.
- وقتی که ترک های عرضی در تیری در اثر بار استاتیکی نسبت به ظرفیت تحمل خمشی بیشینه استاتیکی زیاد باشد عموما نیز به علت خستگی (Fating) آرماتورها گسیخته می شود. تکرار شدن بار بیشینه باعث ترکهای عرضی در مدت بارگذاری نمی شود.
- قبل از اینکه آرماتورها گسیخته شوند تکرار بارهای بیشینه باعث شکست فشاری- برشی نمی شود و این مساله در تیری است که به علت خمشی ممکن است گسیخته شود (خستگی ۲ آرماتورها) و در آن ترک های عرضی افزایش یافته اند.
- اگر در ابتدا در اثر بارگذاری یک ترک عرضی بزرگ در تیر بوجود آید و اگر عمر خستگی در حالت فشاری- برشی را از عمر خستگی آرماتورها تحت این درصد بخصوص از تکرار بار کمتر باشد یک تر در حالت فشاری- برشی گسیخته می شود.

- قبل از اینکه آرماتورها گسیخته شوند اگر تکرار بار گذاری به طور همزمان باعث تراز عرضی و شکست فشاری- بری شود گسیخته شدن تیر به صورت ترک خوردگی عرضی خواهد بود.
- تحت اثر بار گذاری خستگی، یک ۱ تیر عموماً فقط در نقاطی که ترک ها و شکست ها وجود دارند خسارت می بیند و در قسمت های باقیمانده دیگر صدمه نمی بیند.
- در حدود تغییرات بارهای عادی وارده تکرار بار منجر به ترک می شود و فقط افزایش کمی در فلش (deflection) کل تیر بوجود می آید افزایش در اندازه ترکها مهم نیست.
- بتن در تراورس بتن آرمه مقاومت فشاری و کششی کمتری نسبت به تراورس بتنی پیش تنیده دارد. مزایای پیش تنیدگی در مورد تراورس بتن آرمه وجود ندارد به واسطه مدول الاستیک کمتر بتن.
- ترکی که در اثر ضربه خروج چرخ از خط در بتن تراورس بتن آرمه بوجود آمده احتمالا باقی می ماند، مگر اینکه ترک ریز که توسط خاصیت جوش خوردگی در سال های اولیه عمر تراورس خود بخود ترمیم یابد.
- امکان خسارت در اثر از خط خارج شدگی عامل مهمی در استفاده از تراورس های بتنی است. هیچ تراورس بتنی به هر صورت که طراحی شده باشد در

مقابل ضربات خروج چرخ از خط نمی تواند مقاومت کند. تراورس های بتنی به شرطی می تواند در برابر این ضربه مقابله کنند که بهبود سریعی در وضعیت ترافیک و استفاده از تراورس های اصلاح شده و یا تعویض اعضاء صدمه دیده صورت گیرد.

-

مقایسهٔ فنی ترا ورس چوبی

مزایای ترا ورس چوبی:

ترا ورس چوبی الاستیسیته بیشتری بخط میدهد.

در موقع خروج قطار از خط عکس العمل مناسبی دارد.

در قوسهای با شعاع کوچک قابل مصرف است.

وزن آن در حدود ۱۲۵-۱۰۰ کیلو گرم و قابل نگهداری با سیستم دستی یا نیمه مکنیزه میباشد.

از نظر عایق بودن مشکلی ندارد و میتوان براحتی در خطوط برقی و یا هر سیستم علائم و ارتباطات مصرف نمود.

معایب تراورس چوبی:

عمران کمتر از تراورس بتنی ۲۵-۱۵ است.

منابع طبیعی محدود را باید از بین برد.

اشباع آن مستلزم هزینه و وقت است.

خشکاندن آن و رساندن به رطوبت ۲۵٪ مستلزم زمانی حداقل به ٦ ماه زمان نیاز دارد.

در مقابل عوامل جوی و حشرات آسیب پذیر است.

هزینهٔ نگهداری بیشتری نسبت به تراورس بتنی دارد.

مقاومت عرض خط در برابر نیروهای وارده کمتر از تراورس بتنی است.

خاصیت اسیدی دارد و بایستی متعلقات مصرفی گالوانیزه باشد.

وزن آن سبک است، با جوشکاری طویل با هر نوع پا بند و میـزان و نـوع بالاسـت مناسب نمیباشد.

تراورس بتنی:

مزایای تراورس بتنی:

تراورس بتنی:

مزایای تراورس بتنی:

۵-۳-۱- تراورس بتنی در زیر بارهای محوری ببیشترین حالت همگنی را دارد.

۵-۳-۲- در نقابل بارهای عرضی مقاومت بیشتری معادل ۱۷۸ را دارد.

۵-۳-۳- عمر آن ۳۵-۲۵ سال و با دعای بعضیها تا ۵۰ سال نیر خواهد رسید.

۵-۳-٤- وزن آن کیلو ۳۰۰-۲۸۰ و برای جوشکاری طویل مناسب است.

۵-۳-۵- نگهداری آن قائدتاُ بایستی با سیستم مکانیزه انجام شود.

۵-۳-٦- مواد اولیه آن در داخل کشور تا حدود ۹۰٪ کل هزینه قابل تهیه است و نیاز بخروج ارزجز ۱۰٪ نمیباشد.

معایب تراورس بتنی:

۵-٤-۱- برای عایق کردن آن جهت خطوط برقی و علایمی نیاز با ضافه کردن عایق پلاستیکی میباشد.

۵-٤-۲- وزن آن سنگین است و با دست قابل نگهداری نیست.

۵-٤-۳- در مقابل خروج قطار از خط عکس العمل خوبی نشان میدهد

بخش پنجم

پابندهای ریل

مقدمه:

امروزه راه آهن ها بار محوری و سرعت های خـود را بـالا بـرده انـد افـزایش بـار محوری و سرعت موجب افزایش تنش های بالائی در خط مـی شـود. ایـن افـزای موجب زیاد کردن ابعاد دریل و تراورس شده و مـالاً ریـل و تـراورس بـه تنهـایی تامین ایمنی خط را نمی کند و بـرای اتصـال مناسـب بـین ریـل و تـراورس هـای انتخابی برای این حالت پیشرفته احتیاج به پابند مناسب است.

استانداردهائی برای شکل و ابعاد دریلها و تراورس ها قبول و مشخص شده اسـت. اما استاندارد مشخص و معینی برای پابندها به صورت تیپ وجود ندارد اما راه حل هایی فنی برای بررسی موضوع پیشنهاد شده است

- محاسن و معایب پابندها پس از بخدمت گرفتن آنها در روسازی و بهره برداری از آن ظاهر می گردد و رعایت مسائل اقتصادی در طـرح در محاسـبات فنـی و ایمنی خط به صورت عامل موثر برای ما مشخص می گردد.

۲-انواع و میزان نیروهای موثر بر خط:

پابندها بایستی به طور دائم و در هر شرایط نیروهای وارده به ریـل را بـه تـراورس منتقل کند. این نیروها از طرف وسائل نقلیه ریلی و تغییرات درجه حرارت محـیط بوجود می‌آیند و به شرح زیر می باشد:

- نیروهای عمودی.
- نیروهای افقی.
- نیروهای طولی (امتداد محور خط).

نیروهای عمودی

میزان نیروهایس عمودی مربـوط بـه مقـدار بـار محـوری مـی شـود بـار محـوری لکوموتیوها عامل تعیین کننده است. زیرا طبعا در هر قطار محور لکوموتیور سنگین ترین محورها بوده و بار اصطکاکی بیشتری دارد. در نتیجه شتاب عرضی بار چـرخ در قوس روی ریل جابجا می شود. به خاطر ایـن تغییـرات در محاسـبات معمـولا ۲۵٪ به بار چرخ در حالت استاتیک اضافه می کنند. در سرعت های بـالاتر از ۲۰۰ کیلومتر نیروهای دینامیکی زیادتری بوجود می آید که افـزایش نیروهـا بایسـتی در محاسبه منظور گردد. البته باید خاطر نشان ساخت که تاکنون مقررات معتبری برای محاسبه این نیروهای اضافی در سرعت های بالا معین و مشخص نشده اسـت امـا

قابل ذکر است که افزایش نیروهای وارده از چرخ ارتباط مستقیم با مشخصات حرکت وسیله نقلیه و همچنین مشخصات الاستیک خط دارد.

نیروهای افقی

میزان نیروهای افقی بستگی به میزان سرعت و مقدار شتاب عرضی- اندازه شعاع قوس و همچنین مشخصات حرکت قطارها دارد.

طبعاً نیروهای افقی با تقلیل شاعت قوسی اقزایش می یابد مخصوصاً در قوس های شعاع کمتر از ۷۰۰ متر و در راه آهن های با عرض استاندارد فاصله بین دو محور وسیله نقلیه (Whell- base) نقش مهمی در افزایش نیروهای عرضی دارد. نحوه ترکیب محورها و همچنین استفاده از محورهای شخ نیروی افقی را افزایش می دهد. زمانی که شتاب عرضی زیاد می شود نیروهای افقی هم زیاد می شود. راه آهن آلمان حدود شتاب عرضی را به $D.65\ m/\sec^2$ در قوس های با شعاع کم قبول کرده است اضافه بر این مقدار شتاب را حتی در سرعت های زیر Km/h 100 نیز مجاز نمی دانند.

نیروهای افقی نه تنها در سرعت های پائینی که به لحاظ استفاده از قوس های با شعاع کم است افزایش پیدا می‌کند بلکه در سرعت های بالا نیز نیروهای افقی بیشتری در خطوط مستقیم بایستی انتظار داشت البته نباید فراموش کرد که نحوه

حرکت و ترکیبی محورها- مشخصات خط در سرعت های بالا بسیار موثر است. مساله تغییرات عرضی خط نیز در سرعت های بالا نبایستی از مد نظر دور داشت.

نیروهای طولی:

نیروهای طولی در اثر تغییرات درجه حرارت محیط و انقباض و انبساط ریل به وجود می آید. میزان این نیرو مربوط می شود به سطح حوشکاری به طور مثال در منطقه اروپای مرکزی درجه حرارت زمان جوشکاری در ۲ درجه سانتی گراد و با تقریب $\pm 30^{\circ}c$ و درجه حرارت ریل انتخابی Uic 60 باشد نیروی فشار معادل 793 KN در تابستان و ماکزیمم نیروی کششی 978 KN در زمستان به وجود می آید (طبیعتاً بعلت عدم امکان کنترل صحیح درجه حرارت ریل هنگام جوشکالی و احیانا افزایش یا کاهش بیشتر درجه حرارت در ایران این مقدار نیروها بیشتر می باشد.)

۳-خاصیت وجودی پابندریل:

با توجه به وجود نیروهای عمودی- افقی و طولی در ریل پابند بایستی وظایف خاص زیر را انجام دهد:

- پابند بایستی عرض خط را ثابت نگهدارد.
- پابند بایستی از حرکت و غلطیدن ریل جلوگیری نماید.

تثبیت ریل روی تراورس

نیروهای عمودی وارد بریل در دو جهت پائین و بالا خواهد بود نیروهای به جهت پائین هنگام عبور چرخ از روی ریل است. وقتی که محور از روی ریل عبور می‌کند ضربات ثابتی بریال از طرف بالا و پائین وارد می شود و این حالت در زمان کسری از ثانیه حادث می گردد. خمش ریل در فاصله دو تراورس نیروهائی به پابند وارد می‌کند که بایستی مورد توجه قرار گیرد. پابند بایستی آنچنان حالت الاستیسیته داشته باشد که در موارد تغییرات نیروها همیشه روی ریل تکیه داشته و فشاریکه وارد برریل می‌کند ثابت بماند و با تکرار تغییرات نیرورها و ضربات خاصیت خود را حفظ کند. بهمین دلیل پابندهی صلب مناسب به نظر نمی سد زیرا در اثر نیروهای رو به بالا کاستیل ها و پیچ ها پس از مدتی در می آیند و یا شل می شوند و پاپند خاصیت خود را از دست می دهد.

- پابندهائی که باصطکاک کار می کنند بایستی به حدی محکم باشند که از حرکت ریل در اثر انقباض و انبساط و بالمال از اعوجاج خط جلوگیری نماید.

هنگام شکستگی ریل پابند مناسب از افزایش فاصله دو سر ریل در محل شکستگی جلوگیری می‌کند بنابراین پابند اصطکاکی در روسازی از اهمیت فوق العاده ای

برخوردار است. البته خوبی و بدی پابند بایستی در زمان بهره برداری و به مدت طولانی مورد قضاوت قرار گیرد.

نحوه انتخاب پابند:

دیدگاه های فنی و اقتصادی در انتخاب پابند موثر است. در وهله اول بایستی ملاحظات فنی در طراحی پابند مورد توجه قرار گیرد و این طراحی بر اساس شرایط بهره برداری و اقلیمی منطقه انجام شود. در مطالب بالا گیفته شده در صفحات پیش تقریباً فنی که بایستی در طراحی مورد نظر قرار گیرد بیان گردید.

از دیدگاه اقتصادی مواردی که بایستی مورد توجه قرار گیرد عبارتند از قیمت هزینه نصب و نگهداری و عمر بهره وری از پابند است در رابطه با هزینه نصب و نگهداری نحوه نصب و نوع ماشین آلات نصب کننده عامل موثر می باشد.

در بررسی اقتصادی تنها نبایستی موضوع قیمت اولیه ملاک قرار گیرد. اگر پابند ارزانی را انتخاب کنیم ممکن است هزینه نگهداری آن زیاد باشد و یا خللی در ایمنی و یا محدودیت هائی در بهره برداری بوجود آید. در طراحی و انتخاب یک پابند این اصل را باید در نظر گرفت که ایمنی و ثبات روسازی خط به وسیله پابند تضمین می شود در نتیجه قیمت پابند با ارزش ایمنی خط برابری می‌کند.

نتیجه:

ریل و تراورس وظایف خود را در رابطه به ایجاد یک روسازی خوب موقعی انجام می دهند که به وسیله پابند خوب به همدیگر تثبیت شوند. قدرت کاری پابند متناسب است با نیروهایی عمودی- عرضی و طولی که در اثر عبور وسایط نقلیه ریلی و تغییرات درجه حرارت در روسازی به وجود می آید.

در وهله اول پابندها برای منظورهای زیر طرح می شود:

حالت قلل و بست اصطکاک دائم داشته باشد.

از تغییرات عرضی خط جلوگیری کند

مقاومت لازم در مقابل نیروهای پیچشی ریل را تضمین نماید.

علاوه بر موارد طراحی و محاسبه پابند بایستی در آزمایشگاه که شرایط محیط و نحوه بهره برداری در آن پیش بینی شده باشد مورد آزمایش قرار گیرد. و آزمایشاتی از قبیل آزمایش دینامیکی-آزمایش خزش و سر خوردن آزمایش مقاومت در مقابل پیچش ریل- آزمایش ایستائی پانل روسازی و همچنین آزمایش خاص حالت فنری پابند صورت گیرد.

در شکل (۱) پابندهای مورد استفاده در راه آهن جمهوری اسلامی ایران نشان داده شده است.

۵-متعلقات پابند:

از پابندهای متداول در راه آهن های دنیا پابند نوع غیر مستقیم موسوم بـه k اسـت که در راه آهن جمهوری اسلامی ایران نیز از سال ۱۳٦۰ به این طرف مورد استفاده قرار گرفته است.

پابند K از قطعات زیر تشکیل شده است:

۱- صفحه زیر ریل.

۲- پیچ تراورس.

۳- کلیپ (پابندها).

٤- پیچ مخروطی.

۵- فنر دوگانه.

٦- لاستیک زیر ریل.

۱-صفحه زیر ریل:

صفحات زیر ریل نوع K از مقاطع نور شده طبق نقشه شماره ۱ برای ریل ٦۰-UIC به ابعاد ۳۷۰*۱٦۰ میلیمتر و با چهار سوراخ به قطر ۲٦ میلی متری تولید می شود. صفحات زیر ریل K دارای شیب $\frac{1}{20}$ به سمت محور خط می باشد. صفحات زیر ریل از فولاد به مقاومت کششی ۵۰۰-٤۲۰ نیوتن بر میلی متر مربع و با ازدیاد طول نسبی ۲۳٪ بر اساس کد ٦-۸٦٤ یو- آی- سی یا اتحادیه بین المللی راه آهن ها ساخته می شود.

۲-پیچ تراورس:

پیچ های تراورس چوبی در پابند نوع K طبق نقشه شماره ۲ و گالوانیزه جهت مقاومت در برابر اثرات اسیدی چوب تولید می شود. کلیه خواص مواد اولیه تولرانسهای ابعاد و آزمایشات مورد نیاز بایستی با مفاد کد ۱-۸٦٤ اتحادیه بین المللی راه آهن ها مطابقت داشته باشد.

کلیپ ها (پابند):

کلیپ ها از نوع K به طریق نورد سرد از فولاد نورد شده طبق نقشه شماره ۳ تهیه می شود. کلیه خواص مواد اولیه و تولرانس های ابعاد و آزمایشات لازم بر مبنای کد ۱-۸٦٤ اتحادیه بین المللی راه آهن ها انجام می شود.

٤-پیچ و مهره ها:

پیچ و مهره های پابند K طبق نقشه شماره ٤ ساخته می شود. پیچ و مهره ها بایستی با رنگ مخصوص ضد زنگ آغشته شود و کلیه خواص تولرانس های ابعاد و آزمایشات لازم بایستی با کد ۲-۸٦٤ اتحادیه بین المللی راه آهن ها مطابقت داشته باشد.

۵-واشر فنری دو گانه فولادی:

واشرهای فنری دوگانه طبق نقشه شماره ۵ و با تبعیت از خواص و تولرانس های ابعاد و آزمایشات توصیه شده در کد ۳-۸٦٤ تولید می شود و در هر دست پابند برای هر تراورس ۱۲ عدد نیز مصرف می شود.

٦-لاستیک زیر ریل:

لاستیک های زیر ریل از مواد اتیلن وینیل استات (EVA) و یا اتیلن اتیل استات (EEA) تولید می شود.

لاستیک زیر ریل بایستی مقاومت لازم در برابر حرارت و برودت را داشته باشد و از مشخصات فنی و خواص و تولرانس های توصیه شده در کد ۰-۵-۸٦٤ یو-آی- سی تبعیت نماید. معمولا لاستیک زیر ریل دارای شیارهائی است تا آب باران و غیره از زیر ریل تخلیه شده و موجب زنگ زدگی ریل نشود.

ضخامت لاستیک در حدود ۵ میلیمتر بوده وبعضی راه آهن ها دو البه کوچک و جهت جلوگیری از حرکت آن توصیه می کنند.

۷-وصله های اتصال ریل:

جهت اتصال دو ریل به همدیگر از وصله ها استفاده می شود. در خطـوط مسـتقیم از صله های چهار سواراخه و در قوسها شش سوراخه استفاده می شود. وصـله هـا از فولاد نورد شده تحت مشخصات فنی کد ۲-۸٦٤ و ۳-۸٦٤ یو-آی-سی و طبـق نقشه شماره ٦ تولید می شود.

پیچ و مهره های وصله طبق نقشه شمار ۷ و بر اساس توصیه هـای کـد ۰-۲-۸٦٤ تولید و با رنگ ضد زنگ آغشته می شوند.

بخش ششم:

بالاست **Ballast**:

۱-وظایف بالاست: جهت تامین استقرار و استحکام و در ساختمان روسازی خط از بالاست استفاده می شود و دارای وظائفی به شرح زیر است:

- بارهای وارده به خط را به طور یکنواخت توزیع کرده و پس از جذب قسمتی از آن بزیرسازی منتقل می کند، بدون بالاست امکان تراز کردن تراورس ها ممکن نمی باشد.
- خط را برابر حرکت های عرضی عمودی و طولی محافظت می‌کند دانه های بالاست با تراورس و با همدیگر درآمیخته تا بهتر نیروها را توزیع کرده و در برابر نیوهای دینامیک و ارتعاشات مقاومت بکند.
- عمل زه کشی آب های بارندگی و غیره را از اطراف ریل ها و تراورس ها سریعاً انجام داده و از جمع شدگی آن جلوگیری می‌کند.
- از یخزدگی روسازی و زیر سازی با انجام عمل زه کشی در مواقع نسبتاً سرد جلوگیری می‌کند.
- با کاربرد بالاست عملیات نگهداری آسانتر و کلیه و ناهمواری های ناترازیها در خط با زیرکوبی بالاست میسر می شود.

- رویش نباتات و گیاهان مزاحم را در داخل خط کندتر می‌کند، زیرا در اثر زه کشی رطوبت لازم برای رشد گیاهان موجود نخواهد بود.
- بالاست قسمتی از ضربات دینامیکی را جذب کرده و مثل فنر در برابر بارهای وارده مقاومت می‌کند.

۲-انواع بالاست: بالاست از سنگ های سخت و آذرین از معادن کوهی مناسب استخراج می شود. سنگ های مورد استفاده برای بالاست بایستی از سنگ های بازالت-دیوریت- کوارتز پورفنرین و گرانیت بوده و بعضاً از سنگ های آهکی دولومیت که بامشخصات فنی بالاست مطابقات داشته باشد استفاده می شود. مقاومت فشاری آن در حالت اشباع از آب حداقل $۸۰۰\ Kg/cm^2$ و مقاومت فشاری آن در حالت خشک $۱۲۰۰\ Kg/cm^2$ باید باشد درصد جذب آب بیشتر از ۳٪نباید باشد.

درصد سایش سنگ بالاست از طریق آزماش لوس آنجلس ۲۰٪ و از آزمایش دو ال برای سنگ های آذرین ١٤ و برای سنگ های آهکی ۱۲ باشد. و بعضی از راه آهن ها از جمله راه آهن فراسنه بالاست را از طریق آزمایش دوال می سنجد ولی راه آهن جمهوری اسلامی ایران بالاست را از طریق آزمایش لوس آنجلس می

سنجد و ضریب لوس آنجلس معادل ۲۰٪ را قبول کرده است. ضمناً آزمایش به ضربه و فشار هم در حالات مختلف بایستی انجام شود.

۳-آزمایش دوال: (Essai Deval)

راه آهن فرانسه معملا بالاست را از طریق آزمایش دوال می سنجد و در صورت مطابقت با مشخصات فنی استاندارد گواهینامه قبولی را صادر می‌کند.

ماشین دوال عبارت از یک استوانه دواری است که در هر ساعت ۲۰۰۰ دور می چرخد معمولا ٤٤ تکه مکعبی شکل از سنگ مورد آزمایش که وزن هر قطعه آن در حدود ۱۲۰ گرم و کل وزن آن (۵۰۰۰±۵)=۵ کیلو گرم را در داخل دستگاه ریخته و به مدت ۵ ساعت دستگاه کار می‌کند. سپس محتویات را از یک الک به قطر ۱/٦ میلی متر می گذرانند و سنگ ریزه های یر الک را وزن می کنند و نسبت وزن ریزه سنگ ها را به گرم و کل وزن یعنی ۵ کیلوگرم را به دست می آورند و از ضریب دوال به شرح زیر استفاده می کنند.

$$U = \frac{\text{وزن ریزه سنگ‌ها بر حسب گرم}}{\text{۵ کیلوگرم}} \qquad \text{و} \qquad Q = \frac{۴۰۰}{U}$$

اگر Q برای سنگ های سخت ١٤ و برای سنگ های آهکی ۱۲ به دست بیاید این سنگ مناسب برای بالاست می باشد.

مثال: اگر سنک ریزه های زیر سرندی ۱۲۵ گرم و کل وزن نمونه ۵ کیلوگرم باشد

گرم ۱۲۵

داریم:

$$U = \frac{\text{گرم } ۱۲۵}{\text{کیلوگرم } ۵} = ۲۵ \qquad \text{و} \qquad Q = \frac{۴۰۰}{U}$$

$$Q = \frac{۴۰۰}{۲۵} = ۱۶ \qquad ۱۶ > ۱۴$$ پس سنگ نمونه قابل قبول است

٤-آزمایش لوس آنجلس (Essai los Angeles):

معمولا از آزمایش لوس آنجلس برای تعیین درصد سایش شن بتن استفاده می شود اما بعضی از راه آهن ها از جمله راه آهن جمهوری اسلامی ایران جهت تعیین درصد سایش بالاست نیز استفاده می کنند.

شرح آزمایش لوس آنجلس:

۵ کیلوگرم از شنها یا بالاست ها را کاملا شسته و خشک می کنند و سپس آن را داخل دستگاه لوس آنجلس که دارای ۱۲ گلوله چدنی بوزن هر گلوله ٤۲۰ گرم است می ریزند پس از ۵۰۰ درو چرخش (۳۳ دور در دقیقه می تواند بچرخد) محتویات را از الک ۲ میلی متر قطر می گذرانند. خاکهزیر سرندی را دو مرتبه شسته، خشکانده و وزن می کنند اگر وزن آن را P' و وزن اولیه را P در نظر بگیریم ضریب لوس آنجلس از رابطه زیر به دست می آید.

$$P = P - P' \qquad , \qquad q = ۱۰۰ \times \frac{P}{P'}$$

مصالح قابل قبولی بایستی ۲۰= q را دارا باشند.

یعنی میزان درصد سایش از ۲۰٪ بیشتر نباشد.

توجه: اگر ضریب دوال برای مصالحی مثل بالاست (١٤<) باشد معادل ضریب لوس آنجلس کمتر از ۲۰ خواهد بود. (۲۰ >)

«دانه بندی بالاست»

میزان درصد وزنی عبور دانه ها از سرند چهارگوش

میلیمتر۲۰	میلیمتر ۲۵	میلیمتر ٤۰	میلیمتر۵۰	میلیمتر ٦۰
۵-۰	٤۰-۰	۷۵-۳۵	۱۰۰-۸۰	۱۰۰ درصد

جدول (۱)

دانه بندی بالاست در امر نگهداری خط بسیار موثر و مهم تشخیص داده شده لذا راه آهن ها و موسسات تحقیقاتی اعم از چوبی، فولادی و بتونی تهیه و ارائه کرده اند.

راه آهن جمهوری اسلامی ایران برای تراورس های بتنی از دانه بندی جدول شماره ۱ استفاده می‌کند در این جدول برای تراورس های بتنی ٦۰-۲۰ میلیمتر و برای تراورس های فولادی و چوبی قدری درشتتر به ترتیب ٦۵-۲۵ میلیمتر و ۷۰-۳۰ میلیمتر را استفاده می کنند.

بخش هفتم

«سوزن یا دستگاه تعویض خط»

مقدمه:

سوزن یا دستگاه تعویض خط عمل جابجائی ورود و یا خروج از خطی به خط دیگر را میسر می سازد.

انواع سوزن ها: تاکنون طراحی های مختلفی در جهت تولید و بهره برداری از سوزن ها به عمل آمده اما متداولترین آن دو راهه ساده است که در وضعیت های مختلف استقرار قادر به تامین ارتباط خطوط موازی هم سطح و یا غیر هم سطح ایستگاهها و ترمینال های راه آهن می باشد. شکل (۱)

۱–دو راهه ساده: دو راهه ساده از سه قسمت اصلی تشکیل شده است. شکل (۲)

- تیغه یا زبانه سوزن.
- قسمت میانی سوزن.
- تکه مرکزی یا قلب سوزن.

قسمت حساس و متحرک سوزن که ارتباط بین محور خط اصلی و خط انشعابی را تامین می‌کند تیغه یا زبانه نامبرده می شود.

تیغه از فولاد خاص و تارای فنریت و از نوع ریـل UIC 61.A طبـق مشخصـات فنی کد UIC-866 ساخته می شود.

طول تیغه در سوزن های با شعاع و زاویه مختلف فرق می‌کند مـثلا در سـوزن بـه شعاع ۱۹۰ متر و ۹ : ۱= t_g ۱۱/۰۰ متر و در سوزن ۹ : ۱= t_g و ۳۰۰= R طـول تیغه ۱۲/۲٤٤ متر طراحی شده است.

در گذشته تیغه ها به وسیله وصله به قسمت میانی سوزن وصل می شد اما امـروزه تیغه ها به سویله جوش الکتریکی جوشکاری شده و فقط قسمت هـایی کـه عـایق می شوند اجباراً با وصله بسته بندی می شوند.

- **قسمت میانی:** حدفاصل بین تیغه و تکه مرکزی را تشکیل می دهد این قسمت با ریل های با مقاومت $T.S. = 900\,N/mm^2$ با پابند های صفحه دار نوع K بتراورس های چوبی محکم می شود. طول تراورس ها دراین قسـمت از ۲/٦۰ متر تـا ۳/۵۰ متـر متغیـر اسـت و ایـن قسـمت در سـوزنهای نـوع (۱۱۹ t_g – $R=۱۹۰^{m}$) روی ٦٤ اصله تراورس به طول های متغیر نصب می شود.
- **تکه مرکزی یا قلب سوزن:** تکه مرکزی بر اساس کـد UIC866 بـه صـورت یکپارچه از فولاد سخت منگنزدار ساخته می شود. کلیه متعلقـات قلـب سـوزن

روی تراورس های چوبی به وسیله صفحات زیر ریل مخصوص با پیچ و پابند و فنرهای دوگانه بسته بندی می شوند.

برای قسمت مرکزی قلب سوزن از پروفیل نوع U69 استفاده می شود.

ریلهائی که تکه مرکزی به کار برده می شود جهت جلوگیری از سائیدگی لازم است از نوع سخت شده به وسیله حرارت استفاده شود.

توجه: در ساخت سوزن ها بایستی به موارد زیر دقت و توجه خاص مبذول گردد.

دو راهه ها بایستی طبق کد UIC-966 ساخته و تحویل گردد. مخصوصا محل هائی که باید ماشین کاری و سوراخگیری شود حتماً از روش مته کاری یا (Drilling) استفاده شود و از روش هات پانچینگ (Hot- punching) جدا خودداری گردد.

کلیه سطوح ماشین کاری شده و سطوحی که در تماس با سایر قطعات می باشد با رنگ ضد زنگ آمپزی شود. سطح مقطع انتهای ریلها، ریل های پهلوئی سوزنها با دو لایه رنگ ضد زنگ نوع (Lineoil Paint) رنگ گردد.

انواع سوزن ها

سوزن های مورد استفاده راه آهن ها به شرح زیر می باشد:

- **دو راهه ساده:** شامل دو راهه راست و چپ

– **دو راهه درقوس**: شامل دو راهه انشعاب از داخل و خارج قوس

- سوزن قرینه
- سه راهه راست و چپ
- سوزن یک طرفه
- تقاطع چلیپا
- چلیپای یک طرفه (یکزبانه)
- چلیپای دو طرفه (دوزبانه)
- سوزن مرکب
- تقاطع چپ و راست
- تقاطع چهارطرفه

طراحی سوزنهای جدید:

از سال ۱۹۷۰ راه آهن ها مبادرت به تغییراتی در جهت توسعه و استفاده ازنسل جدیدی از سوزن با استفاده از ریل UIC 60 را شروع کرده اند توسعه روز افزون صنعت راه آهن موجباتی را فراهم ساخت تا موسسات تحقیقاتی و علمی از جمله دفتر تحقیقات اتحادیه بین المللی راه آهن ها (ORE) و همچننی کارخانجات صنعتی آلمان اطلاعات و تجربیات خود را با هم مبادله و تلفیق نموده و در زمینه

بهره برداری در خطوط با حمل و نقل سنگین و با مشخصات فنی بالا (بار محوری و سرعت بالا) اقداماتی را معمول دارند.

نتیجه این تبادل اطلاعات فنی و همکاری طراحی و تولید سوزن های جدید و پیشرفته را فراهم آورد، برای روشن شدن اهمیت قضیه ذیلاً اطلاعات و آماری را ارائه می دهیم.

راه آهن آلمان جهت نگهداری ۱۳۰،۰۰۰ دستگاه سوزن موجود در شبکه خود سالیانه ۲۰٪کل هزینه را که معادل ۱/۲ میلیارد مارک است اختصاص می دهد. یعنی برای نگهداری هر دستگاه سوزن سالیانه به طور متوسط ۱۸۰۰ مارک و یا به عبارت دیگر برای هر متر سون سالیانه ۳۲ مارک خرج می شود. این ارقام نسبت دو هزینه را ۱:۱/۸ نشان می دهد.

$$\frac{\text{یک متر خط}}{\text{یک دستگاه}} = \frac{۱۸}{۳۲} = \frac{۱}{۱/۸}$$

از طرف دیگر اگر بها قطعات و متعلقات یدکی را که در سوزن ها تعویض می شود نیز به حساب آوریم این نسبت به $\frac{۱}{۳/۲}$ افزایش می یابد. هزینه نگهداری سوزن ها روشن می شود.

وضعیت نیروهای دینامیک در سوزن ها:

تکان های ناشی از تلاقی نیروها شتابها در حین عبور وسیله نقلیه از سوزنها کـاملا مشهود است.

در شکل شماره (۱) وضعیت گرافیک یک ماشین اندازه گیر خط در حین عبـور از یک سوزن ثبت شده و کاملا روشن است که وسـیله نقلیـه در دو نقطـه از سـوزن یعنی در ورودی به تیغه و در تکه مرکزی تحت تاثیر نیروهـای دینامیـک و شـتابها قرار گرفته و تکان هائی در چرخ و بدنه واگن ایجاد می شود.

وقتی که قطاری از یک خط اصلی وارد خط انشعابی می شـود بعـد از طـی ۱۰۰۵ میلیمتر چرخ به نقطه تماس با تیغه می رسد دراین نقطه سطح چرخش یک جهش معادل ٦۰ تا ۸۰ میلیمتر و نیروی عرضی معادل ٦۰ تا ٤۰ کیلونیوتن به آن وارد مـی شود البته یادآور می شود این تکان ها بیشتر در سوزن های قدیمی با تیغه پاشنه ای اتفاق می افتاد، حال آنکه در طراحی های جدید با اسـتفاده از تیغـه هـای فنـری و جوشکاری ان به قسمت میانی این نقیصه تا حدودی از میان برداشته شده است.

وسیله نقلیه علاوه از ورودی سوزن در محل قلب سوزن هم تحت تـاثیر نیروهـائی قرار گرفته و به شدت تکان می خورد البته میزان این تکـان در سـرعت هـای بـالا بیشتر است.

انتخاب وضعیت هندسی اختصاصی برای طراحی سوزن ها:

سرعت عبور از روی شاخه اصلی سوزن ها همان سرعت خط اصلی است اما برای عبور از شاخه انشعاب سرعت محدود شده و تابع قوس سوزن خواهد بود.

٤–در طراخی سوزن ها دو مورد اصلی و تعیین کننده هستند:

- شتاب عرضی قابل قبول
- تکان عرضی قابل قبول در ورودی سوزن

رعایت دو عامل فوق در طراحی و ساخت سوزن ها اجتناب ناپذیر بوده و ملاحظه می شود برای سرعت Km/h ۱۰۰ ماکزیمم شتاب عرضی و تکان عرضی قابل قبول در تصمیم گیری مشخصات فنی موثر است. مثلا قوس کلوتوئید برای قوس ورودی سوزن ها توصیه شده و در راه آهن سویس از ١٤ سال پیش مورد تجربه قرار گرفته است.– ---**انتخاب ریل مناسب برای سوزن ها:**

انتخاب ریل مناسب در میزان عمر سوزن موثر است و معمولا پروفیلهای استاندارد UIC اعم از (UIC60-UIC54- UIC50-U33) انتخاب و به کار برده می شود.

مشخصات فنی ریل سوزن:

ریل سوزن بایستی دارای خصوصیات زیر باشد:

- مقاومت تحمل بار از آلات ناقله را داشته باشد.

- مقاوم لازم و کافی در مقابل نیروهای عرضی را داشته باشد.
- قارچ ریل با انتخاب ابعاد دو قوس هـای مناسـب در برابـر سـایش عمـودی و جانبی مقاوم باشد.
- جوشکاری ریل و یا بستن آن با وصله امکان پذیر باشد.