

احداث خطوط جدید راه آهن

احداث خطوط جدید راه آهن

مؤلف: محمد حشمتی باطن



مؤلف: محمد حشمتی باطن

با استفاده از تجربه چندین ساله در حوزه احداث خطوط ریلی جدید بر آن شدم تا با جمع آوری مطالب و استفاده از نظرات صاحب نظران کتابی جامع برای فعالان و علاقه مندان در رابطه با احداث خطوط ریلی تألیف نمایم تا با مطالعه این اثر نگاهی اجمالی به روند احداث راه آهن (زیرسازی، روسازی و علائم و ارتباطات) داشته باشند. برای اینجانب بسیار لذت بخش و افتخار آمیز است که توانسته باشم با تألیف این مجموعه قدمی در توسعه راه آهن ایران عزیز برداشته باشم.

قیمت ۵۰۰۰۰ تومان





احداث خطوط جديد راه آهن

مؤلف: محمد حشمتى باطن

سرشناسه	: حشمتی باطن، محمد، ۱۳۶۷-
عنوان و نام پدیدآور	: احداث خطوط جدید راه‌آهن/ مولف محمد حشمتی باطن.
مشخصات نشر	: تهران: میعاد اندیشه، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۰ ص.: مصور (رنگی)، جدول.
شابک	: 978-622-231-503-0 : ۵۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۸۰.
موضوع	: راه‌آهن -- ایران -- طراحی و ساخت
موضوع	: Railroads -- Iran -- Design and construction
موضوع	: راه‌آهن-- ایران -- مهندسی
موضوع	: Railroad engineering-- Iran
رده بندی کنگره	: HE۳۳۶۵
رده بندی دیویی	: ۳۸۵/۰۹۵۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۵۲۸۷۲۳
وضعیت رکورد	: فیبا



miaadpub.ir

عنوان کتاب: احداث خطوط جدید راه آهن

مولف : محمد حشمتی باطن

ناشر : میعاد اندیشه

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۵۰۰/۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸ - ۶۲۲ - ۲۳۱ - ۵۰۳ - ۰

تلفن انتشارات : ۰۹۱۲۵۱۲۰۰۶۷ - ۰۲۱۶۶۰۱۷۴۴۸ - ۰۲۱۶۶۰۱۴۷۹۷

همه ی حقوق مادی و معنوی این اثر برای مولف محفوظ است.

تکثیر و انتشار این اثر به هر صورت، از جمله بازنویسی، فتوکپی، ضبط الکترونیکی

و ذخیره در سیستم های بازیابی و پخش، بدون دریافت مجوز کتبی و قبلی از

مولف به هر شکلی ممنوع است.

این اثر تحت حمایت «قانون حمایت از حقوق مولفان، مصنفان و هنرمندان ایران» قرار دارد .

فهرست

پیشگفتار مولف	۱۳
فصل اول (زیرسازی)	۱۶
میخکوبی مسیر	۱۷
راههای ارتباطی و جاده سرویس	۱۷
عملیات زهکشی و حفظ جریان آبهای زراعی	۱۸
عملیات خاکی	۱۸
پاکسازی و آماده سازی بستر	۱۸
ساب بالاست	۲۱
انواع ساب بالاست	۲۲
مصالح مناسب برای ساب بالاست	۲۲
آزمایشهای مربوط به ساب بالاست	۲۳
سابگرید	۲۵
لایه های خاکریزی	۲۵
بستر	۲۵
راکفیل	۲۶
شیب شیروانی خاکریز	۲۷
مشخصات فنی مصالح مناسب برای خاکریزی	۲۷
فصل دوم (ابنیه فنی)	۳۴
پل ها	۳۴
پل دالی بتنی مسلح زیر خاکی (دالو)	۳۴
بوز و نیم بوز	۳۵
پل طاقی	۳۶

۳۷	پل های طاقی خوابیده
۳۸	پل طاقی دره ای
۳۹	پل فلزی
۴۰	پل دالی بتنی مسلح
۴۱	پل باکسی پیش ساخته
۴۲	پل های خاص
۴۲	پل کامپوزیت
۴۲	پل طره ای
۴۳	پل های طره ای اجرا به روش طره ای متعادل
۴۵	روش داربست قابل حرکت
۴۶	پر کردن پشت آبروها و پل های خاص
۵۰	زهکش ها
۵۰	سیفون
۵۱	تقاطع ها
۵۱	تقاطعات هم سطح
۵۲	روگذرها و زیرگذرها
۵۳	تونل
۵۴	حفاری و گمانه های اکتشافی
۵۵	روش های حفاری
۶۲	نحوه حفاری
۶۳	تونل های راه آهن
۶۴	گالری
۶۴	گاباری
۶۴	ترانشه و برم

۶۵.....	دیوارهای حفاظتی.....
۶۸.....	فصل سوم (روسازی).....
۶۹	روش اجرای روسازی:.....
۷۲	انواع خطوط راه آهن
۷۴	مشخصات هندسی خط
۷۴	عرض خط
۷۴	شیب طولی
۷۵	شیب عرضی (Dever).....
۷۶.....	انواع نیروهای وارد بر خطوط راه آهن
۷۷	ریل
۷۹	مشخصات ریل های موجود در کشور:
۸۱	عمر مفید ریل
۸۲	خرابی ریل ها
۸۲	سایش سطح ریل
۸۳	ناهمواری های موجی شکل ریل (کاریوگیشن).....
۸۵	ترک های طولی در جان و ناحیه اتصال کلاhek به جان
۸۵	ترکهای ستاره ای در سوراخ های ریل
۸۵	شکست عرضی ریل
۸۵	لکه تخم مرغی
۸۶	پوسته شدن سطح چرخش ریل
۸۶	پوسته شدن لبه داخلی کلاhek ریل
۸۶	سوختگی موضعی سطح کلاhek
۸۶	سوختگی پیوسته روی کلاhek ریل
۸۷	ترک های قائم طولی در جان ریل

۸۷	ترک قائم طولی کف ریل
۸۷	ترکهای عرضی ریل
۸۷	ترک افقی جان
۸۷	ترکهای عرضی کلاhek ریل
۸۷	ترک عرضی در محل اتصالات الکتریکی
۸۸	دپوی ریل ها
۸۸	درز ریل
۸۹	وصله ریل
۹۰	جوش درز ریل
۹۰	جوشکاری سر به سر جرقه ای (الکتریک)
۹۱	جوشکاری الکتریک متحرک (ماشین جوش درز ریل)
۹۳	جوشکاری ترمیت
۹۶	جوشکاری قوس الکتریک در محفظه بسته (شیار باریک)
۹۶	بررسی و آزمایشات کنترل کیفی جوش
۹۶	بازرسی و عیب یابی جوشها
۹۶	آزمایشات غیر مخرب (NDT) عیب یابی جوش
۹۷	تست ماوراء صوتی (التراسونیک)
۹۸	تست رادیوگرافی
۹۹	تست جریان گردابی
۱۰۰	تست مایعات نافذ
۱۰۰	تست ذرات مغناطیسی
۱۰۱	سوزنها و تقاطعها
۱۰۲	انشعاب
۱۰۳	سوزن

۱۰۳.....	طبقه بندی سوزن ها
۱۰۵.....	مهمترین نقاط سوزن
۱۰۵.....	تیغه سوزن
۱۰۶.....	تکه مرکزی
۱۰۷.....	ریلهای رابط
۱۰۹.....	نصب سوزن ها
۱۱۰.....	روش اجرای پیشنهادی سوزنبندی ایستگاه ها
۱۱۱.....	عوامل سانحه ساز در روی سوزن
۱۱۲.....	تقاطع
۱۱۳.....	تقاطع – انشعاب (چلیپا)
۱۱۳.....	چلیپا ساده
۱۱۳.....	چلیپا مضاعف
۱۱۴.....	تغییر خط ساده بین دو خط موازی
۱۱۴.....	تغییر خط مضاعف بین دو خط موازی (قیچی)
۱۱۵.....	تراورس
۱۱۵.....	انواع تراورس
۱۱۵.....	تراورس چوبی
۱۱۷.....	تراورس فلزی
۱۱۹.....	تراورس بتونی
۱۲۲.....	ریشه یابی بروز خرابی در تراورس های بتنی
۱۲۵.....	تراورس های خاص
۱۲۵.....	تراورس های کامپوزیت
۱۲۶.....	تراورس فولادی ۷ شکل
۱۲۸.....	تراورس های پهن

۱۲۹.....	تراورس های قابی شکل
۱۳۰.....	آلات اتصال ریل به تراورس (پابند)
۱۳۱.....	انواع پابند
۱۳۱.....	پابندهای صلب
۱۳۱.....	پابند ارتجاعی
۱۳۱.....	پابند K
۱۳۲.....	پابند پاندرول
۱۳۵.....	رولپلاک پلاستیکی
۱۳۵.....	گابد پلیت
۱۳۵.....	پد
۱۳۶.....	بالاست
۱۳۷.....	انواع بالاست
۱۳۷.....	شرایط مناسب بالاست
۱۴۱.....	ماشین آلات روسازی
۱۴۱.....	زیرکوب
۱۴۲.....	عملیات ماشین زیرکوب
۱۴۲.....	آماده سازی خط قبل از عملیات زیرکوبی
۱۴۳.....	دستورالعمل کنترل کیفیت عملیات زیرکوبی
۱۴۴.....	دستورالعمل بکارگیری ALC در عملیات زیرکوبی
۱۴۴.....	دستورالعمل بکارگیری دوربین در عملیات زیرکوبی
۱۴۴.....	دستورالعمل بکارگیری سیستم اندازه گیری لیزری در عملیات زیرکوبی
۱۴۵.....	دستورالعمل بکارگیری GVA در عملیات زیرکوبی
۱۴۶.....	ماشین سوزن کوب
۱۴۷.....	ماشین تزریق بالاست

ماشین خط آرا (رگلاتور)	۱۴۸
ماشین پایدار ساز (استابلیزر)	۱۵۰
موتور بغل زنی و رو زنی	۱۵۲
ماشین سرند بالاست	۱۵۴
ماشین ماسه روب	۱۵۵
ماشین اندازه گیر خط	۱۵۵
ماشین آلات چندمنظوره	۱۵۷
دستگاه نصب خط SVM۱۰۰۰	۱۵۸
دستگاه سنگ زن ریل	۱۵۹
ماشین آلات روسازی سبک خطی	۱۶۰
دستگاه پیچ بند	۱۶۰
دستگاه موتور بغل بند	۱۶۰
دستگاه ریل بر	۱۶۰
تراورس سوراخ کن	۱۶۰
ریل سوراخ کن	۱۶۰
نکاتی در مورد کار با ماشین آلات مکانیزه	۱۶۱
فصل چهارم (علائم الکتریکی و ارتباطات)	۱۶۴
احداث و نصب تجهیزات علائم الکتریکی	۱۶۵
تحقیق و بررسی وضعیت موجود	۱۶۵
برنامه ریزی	۱۶۶
طراحی	۱۶۷
اجراء	۱۶۷
علائم الکتریکی ، سیگنال ها و نماها	۱۶۷
مدار خط	۱۶۸

۱۶۸.....	ماشین سوزن الکتریکی
۱۶۹.....	بلاک و محور شمار
۱۷۰.....	ماگنت
۱۷۱.....	پانل فرماندهی
۱۷۲.....	اینترلاکینگ
۱۷۲.....	سیستم های کنترل ترافیک و مسیر
۱۷۲.....	سیستم CTC
۱۷۴.....	سیستم PRC
۱۷۴.....	سیستم ATC
۱۷۴.....	ارتباطات
۱۷۵.....	انواع تجهیزات ارتباط
۱۷۵.....	محیط انتقال (کابل)
۱۷۵.....	سیستم کاریر (Carrier)
۱۷۵.....	مراکز خودکار
۱۷۵.....	شبکه رادیویی
۱۷۶.....	سایت
۱۷۶.....	دکل رادیویی
۱۷۶.....	مرکز کنترل کننده Node
۱۷۶.....	مرکز مدیریت شبکه NMT
۱۷۶.....	مرکز اطلاعات (دیسچر)
۱۷۶.....	شبکه داده Data
۱۷۷.....	سیستم پارتی لاین

پیشگفتار مولف

راه آهن از اوائل قرن نوزدهم در دنیا متداول شد و امروزه رشد روزافزون جمعیت و نیازهای بشری ، منجر به افزایش بیش از پیش تقاضای سفر و حمل بار در جهان شده است که در این میان با توجه به برتری های غیر قابل رقابت حمل و نقل ریلی از قبیل حمل و نقل انبوه به جهت بهینه سازی مصرف سوخت ، سطح اشغال کمتر ، آلودگی کمتر ، قابلیت اعتماد و ایمنی بالاتر نقشی مهم در مرتفع کردن از این میزان تقاضا ایفاء می کند.

با توجه به تحریم های اقتصادی در قبال کشور ایران توسعه حمل و نقل ریلی و استفاده از ظرفیت های بالقوه کشور در صنعت ترانزیت می تواند یکی از راه های تولید ثروت در کشور باشد.

ایران به دلیل موقعیت مناسب ژئوپلتیک اش در منطقه تنها پل خشکی بین شرق و غرب کره ی زمین است که از جنوب به دریای عمان و خلیج فارس و از شمال به دریای خزر منتهی می شود و لازم به ذکر است ارتباط ریلی کشورهای شرق دریای خزر و تمام کشورهای شرق دنیا با کشورهای غربی تنها از طریق دو کریدور محور سبیری در شمال دریای خزر و دیگری محوری که از ایران عبور می کند ممکن است که علاوه بر قدیمی و فرسوده بودن راه آهن سبیری و البته قابل استفاده نبودن این محور در طول سال با توجه به شرایط آب و هوایی و اقلیمی ، محور ایران ارجحیت خود را به محور سبیری نشان داده است.

با توجه به پتانسیل فراوان راه آهن ایران و همه ی مزیت های جغرافیایی ایران متأسفانه استفاده حمل و نقل ترانزیت از این مسیر بسیار کمتر از سایر کریدورها بوده است ولی اخیرا با توجه خاص دولت جمهوری اسلامی ایران به نقاط قوت حمل و نقل ریلی و افزایش پتانسیل شبکه سراسری راه آهن این صنعت در حال رشد روزافزون می باشد و امید است با تکمیل خطوط ریلی استراتژیک از جمله چابهار به سرخس و رشت به آستارا و ... شاهد رشد صنعت ترانزیت ریلی کشور باشیم.

با توجه به سابقه چندین ساله در طراحی و ساخت پروژه های ریلی در شرکت های مشاور و پیمانکار فعال در این حوزه بر آن شدم تا با جمع آوری مطالب و استفاده از دانش صاحب نظران کتابی جامع برای مهندسانی که به تازگی در بحث طراحی و احداث راه آهن وارد شده اند تالیف نمایم تا با استفاده از این کتاب با روند احداث راه آهن از زیرسازی ، روسازی و علائم و ارتباطات آشنا شوند و برای اینجانب بسیار لذت بخش و افتخار آمیز است که توانسته باشم با تالیف این مجموعه قدمی در توسعه راه آهن ایران عزیز برداشته باشم و امیدوارم این مجموعه مورد توجه خوانندگان عزیز قرار گیرد.

خود را ملزم به قدردانی از زحمات آقایان مهندس محمود حشمتی باطن ، مهندس حسین آقایان ، مهندس سید جواد محمدی ، مهندس مهدی امرالهی ، مهندس علیرضا شاکر ، مهندس آرش ابوطالبی و سرکار خانم مهندس نرمین صمیمیان و تمامی عزیزانی که در تهیه این اثر کمک شایانی نمودند می دانم و صمیمانه قدردان زحمات این دوستان که با نظرات خود در تالیف این اثر به یاری اینجانب رسیدند هستم.

در پایان لازم است مراتب قدردانی ویژه و صمیمانه خود را از شرکت توسعه ساختمان و راه (توسار) و گروه مهندسين مشاور توسار اعلام نمايم.

محمد حشمتی باطن

زمستان ۱۳۹۹

فصل اول

زیرسازی

فصل اول (زیرسازی)

با توجه به اهمیت اجرای صحیح زیرسازی در تامین و نگهداری روسازی و ایمنی سیروحرکت قطار در این فصل بطور مختصر به عملیات زیرسازی در احداث راه آهن می پردازیم:



بستر روسازی ، آخرین لایه متراکم شده زیرسازی راه آهن می باشد که بالاست مستقیماً روی آن قرار می گیرد.

در واقع زیرسازی راه آهن (فشرده شدن خاک و مصالح سنگی دانه بندی شده با مشخصات فنی معین) باعث استحکام سازه شده و از نفوذ آب که باعث بیشترین آسیب و خسارت می گردد جلوگیری می نماید.

مجموعه زیرسازی خطوط راه آهن مشتمل بر لایه بستر (متشکل از لایه شکل دهی و بدنه باربر خاکی)، ادوات و تأسیسات زهکش و در صورت نیاز مصالح تقویت کننده طبیعی (آهک) یا مصنوعی (انواع ژئوسینتیک ها) می باشد. لایه بستر در این مجموعه، لایه ای است از مصالح خاکی که خصوصیات آن به صلاح دید و تشخیص مهندس طراح و بر اساس ضوابط محلی انتخاب شده و به عنوان آخرین لایه

تکیه‌گاهی در سازه خطوط راه آهن (اعم از بالاستی و بدون بالاست)، به لحاظ سازه‌ای باید قادر به تأمین سطحی پایدار برای تحمل بارهای انتقال یافته از لایه‌های بالاست و زیربالات باشد.

در راه آهن تأثیر بارهای وارد از ترافیک عبوری تا حدود پنج متر در زیر تراز ارتفاعی کف تراورس‌ها، گسترش می‌یابد. با توجه به این که حداکثر ۷۰ الی ۹۰ سانتی‌متر از این عمق را لایه‌های بالاست و زیربالات تشکیل می‌دهد، اهمیت زیرسازی در خطوط راه آهن به لحاظ سازه‌ای و برخورداری لایه بستر از استحکام و مشخصات مکانیکی مناسب، مشهود می‌گردد.

برای اجرای عملیات زیرسازی پروژه‌های ریلی و آماده‌سازی بستر برای شروع عملیات ریل‌گذاری اقدامات زیر صورت می‌پذیرد. البته لازم به توضیح است مشخصات فنی ارائه شده جهت راه آهن سریع السیر تا سرعت ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت نیز قابل‌اجراء می‌باشد و در راه آهن معمولی و زیر ۲۰۰ کیلومتر با توجه به نظر مدیران فنی طرح از برخی موارد کنترل کیفی می‌توان چشم‌پوشی کرد.

میخکوبی مسیر

عملیات میخکوبی مسیر و برداشت نیم‌رخ‌های طولی و عرضی آن توسط عوامل نقشه‌برداری انجام می‌گیرد و کیلومتر ابتدا قوسها (T.S یا T.C) ، کیلومتر انتها ، رئوس قوسها (IP) یا تصویر راس قوس بر محور مسیر (B.S) و امتدادهای مستقیم مسیر در فواصل طولانی بین دو قوس ، توسط بتن‌های ثابت علامتگذاری یا بر روی سنگ حک می‌شوند. مشخصات بنج‌مارکها و رفرانس‌های مصوب مسیر و نیز جدول طرح هندسی قوسهای افقی و قائم تهیه و جهت اجراء ابلاغ می‌گردد.

راههای ارتباطی و جاده سرویس

باید راههای دسترسی و ارتباطی به معادن و عملیات را به طریقی احداث و نگهداری گردد و یک جاده سرویس در طول قطعه راه آهن احداث شود . عرض راه سرویس ۶ متر در یک طرف بوده (یا در هر



طرف ۳ متر) و سطح رویه آن از یک قشر مصالح منتخب به ضخامت حداقل ۱۵ سانتی‌متر با تراکم ۹۵٪ وزن مخصوص خشک اجرا گردد . جاده‌های سرویس و دسترسی بایستی در سراسر سال قابل عبور بوده و عبور کامیون و نیز اتومبیل‌های کوچک سواری ممکن گردد.

عملیات زهکشی و حفظ جریان آبهای زراعی

در صورتیکه مسیر در معرض جریان آبهای زراعی باشد، بایستی قنوهایی بموازات یا تقریباً موازی مسیر احداث نموده و جریانهای زراعی را دائماً برقرار نماید. به منظور اینکه خاکبرداری یا هر قسمت از روسازی در حین انجام عملیات یا پس از آن در معرض آب واقع نشود. باید توجه داشت در مراحل اولیه کار وسایل کافی زهکشی از طریق طرح قنو و نه‌رهای خروجی را فراهم گردد تا از نفوذ آب جلوگیری به عمل آید.

برای جمع آوری آبهای بالای ترانشه و هدایت آب های جاری و سیلاب به دهانه پل ها، اجرای دریواسیون مناسب الزامی است. از آنجا که انباشتگی آب در مجاورت خط باعث بروز نشست و نیز سست شدگی مصالح می شود، لازم است از بروز چنین پدیده ای جلوگیری شود.

عملیات خاکی

● تمیز کردن مسیر راه آهن :

پس از میخکوبی و پیاده کردن مسیر و تهیه نقشه های مسطحه ارزیابی، بایستی مبادرت به پاک کردن مسیر راه آهن و حریم راه به منظور برداشتن مصالحی که مانع عملیات می باشد نموده و در صورت لزوم مواد مناسبی که مورد تصویب باشد را جایگزین نماییم (ضخامتی که باید برداشته شود معمولاً ۵ تا ۲۰ سانتی متر است) عملیات تسطیح باید پس از پاک کردن و ریشه کنی در مناطق مذکور انجام گیرد و ریشه هایی که در مناطق خاکبرداری قرار دارند را می توان هنگام عملیات تسطیح برداشت.

● خاک نباتی و مواد نامناسب بستر :

در صورتی که بستر مسیر از نوع خاکهای نامناسب و یا گچی باشد باید اقدام به برداشتن مصالح نامرغوب نموده و سپس با ریختن خاک مناسب یا راکفیل تا رسیدن به زمین طبیعی اقدام گردد.

پاکسازی و آماده سازی بستر

هدف از تمیز کردن و پاکسازی، جابجایی لایه خاک سطحی زمین است که معمولاً با مواد آلی پوشیده شده است، ضخامتی که باید برداشته شود معمولاً ۵ تا ۲۰ سانتی متر است، پس از برداشت خاک نباتی سطحی، بستر باید برای اجرای خاکریز آماده سازی گردد، بستر خاکریزی باید دارای ۹۰٪ تراکم مطابق آزمایش پروکتور اصلاح شده (ASTM-D1557) باشد و مدول الاستیسیته سطح آماده شده در بارگذاری دوم $Ev2$ حداقل باید 45 Mpa باشد.

در صورت نامناسب بودن خاک بستر ساده ترین روش این است که بستر تا حد رسیدن به مصالح مناسب بستر برداشته شود و با مصالح مناسب جایگزین گردد. در اینگونه موارد بستر از دو جنبه مورد بررسی قرار می گیرد. یکی میزان باربری بستر و دیگری میزان نشست پذیری آن اگر ارتفاع خاکریز کمتر از ۲m بوده (ارتفاع از روی ساب بالاست در محل لبه کناری خاکریز تا سطح زمین موجود) و زمین بستر از نوع مصالح Qs۲ یا Qs۳ نباشد، لازم است ۳۰ cm از خاک سطحی برداشته شود و پس از تست تراکم، CBR و Ev انجام شده و با توجه به نتایج آنها عمق جایگزینی تعیین گردد. مصالح جایگزین باید از نوع شنی _ ماسه ای (منتخب) بوده و تراکم آنها حداقل ۹۰٪ باشد. در صورتی که خاکریزهای کوتاه با ارتفاع حدود ۱m بر روی زمینی با کیفیت نامناسب قرار گیرد، استفاده از ژئوتکستایلها در زیر خاکریز غیر قابل گریز می گردد. در حالتی که خط پروژه به زمین طبیعی نزدیک گردد، برداشت خاک بستر باید تا حدی انجام گیرد که با توجه به نوع خاک بستر، علاوه بر اجرای لایه های زیر بالاست و سابگرد آماده شده، ایجاد بستری با مدول الاستیسیته در ازای بارگذاری دوم برابر ۶۰ Mpa در زیر لایه سابگرد آماده شده ممکن باشد. در حالتی که باربری بستر کم باشد و مشخصات لایه سابگرد آماده شده را برآورده نسازد، استفاده از روش هایی نظیر جایگزینی با مصالح مناسب، تثبیت لایه های بستر با آهک و سیمان، تراکم دینامیکی بستر، تسلیح خاک بستر با ژئوتکستایلها، اجرای لایه های ساندویچی از خاک مناسب و ژئوتکستایل، اجرای شمع های باربر درزیرخاکریز و ... مورد نظر است.

در صورتیکه سطح آب زیر زمینی در منطقه بالا باشد، استفاده از مصالح درشت دانه در یک لایه با ضخامت حداقل ۳۰cm بعنوان مصالح جایگزین الزامی است.

در شرایط عادی (کم نبودن ارتفاع خاکریز از میزان ۲/۵ متر)، میزان برداشت خاک بستر بسته به نتایج آزمایش CBR مطابق شرایط واقعی بر اساس جدول زیر تعیین میگردد. بسته به شرایط آب زیر سطحی و ارتفاع خاکریزی، نوع خاک جایگزین شونده میتواند Qs۱ یا Qs۲ باشد به شرطی که در نهایت میزان Ev۲ و CBR لازم را بدست دهد.

مقدار CBR بسته به شرایط واقعی محیط	۱۰ > CBR	۱۰ > CBR > ۵	۵ > CBR > ۳	۳ > CBR > ۲
ضخامت لایه جایگزین شونده در بستر (cm)	۰	۱۵	۳۰	۴۵

- ترانشه ها و خاکریزها :

سنگ ها و قلوه سنگ هایی که در خاکریز مصرف می شوند می بایست تا اندازه حداکثر ۷۵٪ ضخامت قشر خاکریز باشند ؛ بطور کلی باید از استفاده مزروعی خارج از حریم اجتناب ورزید و توده های خاک بدون مصرف نباید در محوطه های گود برداری ریخته شود .

مصالح حاصله از هر نوع خاکبرداری در پروژه که برای خاکریزی نامرغوب تشخیص داده شود و کلیه مصالح اضافی حاصله از گود برداری که برای بدنه خاکریز ، راههای انشعابی ، ارتباطی مورد نیاز نباشد و مازاد بر مصرف باشد به عنوان زائد محسوب شده و بایستی در اراضی مجاور و در محل های مناسبی غیر از اراضی مزروعی تخلیه گردد .

- خاکبرداری از قرضه :

برای احداث بدنه و اجرای عملیات خاکریزی حتی المقدور از قرضه جانبی استفاده خواهد شد . سطح برداشت مصالح در قرضه های جانبی بالا دست نباید پایین تر از خط پروژه باشد . برداشت مصالح از پایین دست با حداقل فاصله ۵۰ متر از پای خاکریز بلامانع است . باید توجه داشت که هنگام برداشت مصالح قرضه در امتداد خط و در حدود حریم آن نکات زیر را رعایت کند :



محل های قرضه نباید عمیق تر از قسمت تحتانی نهادهای مجاور که خط را قطع میکنند باشند . بدنه داخلی گود های قرضه باید به شکل منظم و در قسمت تحتانی و شیب ها تسطیح و تنظیم گردد .

• خاکریزی :

خاکریزی های خطوط راه آهن به علت عبور قطار با سرعت بالا ، همواره در معرض نوعی بار ارتعاشی هستند و البته قطار به حرکت در آمده با سرعت بالا بسیار به افتادگی های بروز نموده در سطح ریل حساس است و علاوه بر این در سرعت های بالا ، شتاب های وارده براحتی میتواند توسط مسافری احساس گردد .



لذا باید خاکریزی ها بصورت لایه به لایه پس از تسطیح و آبپاشی و کوبیدن با غلطک های مناسب مورد نظارت و بررسی قرار گیرد و پس از تائید آزمایشات اقدام به خاکریزی لایه های بعدی صورت پذیرد.

زیر سازی راه آهن از لایه های مختلف تشکیل شده است که به ترتیب از بالا عبارتند از:

ساب بالاست ، سابگرد ، لایه های خاکریزی با تراکم معمولاً ۹۵ و ۹۰ درصد و بستر که در زیر بصورت خلاصه هر کدام مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

ساب بالاست

ساب بالاست لایه ای از مصالح نسبتاً ریزدانه است که به منظور دستیابی اهداف زیر اجراء می شود:

- ۱- کاهش تنش های وارد بر لایه های زیرسازی
- ۲- نگهداری سطح بالای بستر در مقابل نفوذ سنگ های بالاست
- ۳- محافظت از سطح زیرسازی در برابر فرسایش و یخبندان
- ۴- ایجاد بستر مناسب برای ساخت خط ، شامل ریختن و متراکم کردن بالاست بدون پانچینگ
- ۵- تسهیل در امور زهکشی

معمولاً ضخامت ساب بالاست ۱۵ سانتیمتر و با تراکم ۱۰۰ درصد در یک یا دو لایه اجراء می گردد.

انواع ساب بالاست

انواع متداول ساب بالاست بشرح زیر است :

• ساب بالاست با شن و ماسه رودخانه ای

ساب بالاست معمولاً از شن و ماسه بستر رودخانه ها، مسیل های قدیمی، تپه های شن و ماسه ای یا واریزه ها و سایر معادن به دست می آید. چنانچه این مصالح دانه های درشت تر از حد مشخصات داشته باشد، بایستی آنها را به وسیله سرندهای مکانیکی سرند نموده و دانه بندی مناسب برای مصرف در لایه ساب بالاست را تامین کرد.

• زیر اساس از سنگ شکسته کوهی یا قلوه سنگ شکسته

سنگ های استخراج شده از معادن سنگ و یا قلوه سنگ های درشت طبیعی می تواند در سنگ شکن شکسته و سپس سرند شده و پس از اختلاط با سایر مصالح، در قشر زیر اساس بکار رود.

• زیر اساس تثبیت شده

در محل هایی که مخلوط شن و ماسه رودخانه ای و یا سنگ شکسته کوهی طبق مشخصات در دسترس نباشد، می توان با اضافه کردن مواد تثبیت کننده مانند سیمان و آهک و یا قیر آن را پایدار کرد. در زمین هایی که آلوده به مواد مضر هستند که روی سیمان اثر مخرب می گذارند و در جاهایی که احتمال رشد و رویدن گیاهان وجود دارد، از زیراساس آهکی، می توان استفاده کرد. زیراساس آهکی، در پایدار نمودن پی راه ها، بزرگراه ها، خیابان ها، مسیرهای راه آهن، پارکینگها و غیره کاربرد دارد.

مصالح مناسب برای ساب بالاست

بر طبق نشریه ۳۵۵، مصالح مصرفی در ساب بالاست می تواند ترکیبی از سنگریزه، شن و ماسه طبیعی، ماسه شکسته شده، سنگ شکسته شده و مواد ریزدانه باشد.

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

۱- سازگاری دانه بندی لایه های مختلف خط : برای این منظور باید مصالح ساب بالاست با استفاده

از رابط مربوط به نفوذ ترزاقی طراحی شود.

۲- محافظت از فرآیند مکش که در مصالح ریزدانه بستر رخ می دهد (نفوذ ذرات ریز بستر در لایه

بالاست): برای این منظور لازم است که مصالح ساب بالاست که در تماس با بستر قرار دارند،

اندازه ای کوچکتر از ۰/۲ میلیمتر داشته باشد.

- ۳- برای دستیابی به این موضوع استفاده از یکی از دو روش زیر پیشنهاد می‌گردد :
- طراحی ساب بالاست بصورت یک لایه مرکب از شن و ماسه که حدود ۲۰ درصد آن ماسه ریز با دانه‌بندی کوچکتر از $0/2$ میلیمتر باشد.
 - طراحی زیربلاست بصورت دولایه که لایه بالایی از جنس شن و ماسه با C_{II} و C_C مناسب بوده و لایه پایینی آب رد کن باشد .
- بطور کلی دانه‌بندی ساب بالاست می‌تواند مطابق یکی از گروه‌های ۱ تا ۳ جدول زیر باشد و بهتر است دانه‌بندی ساب بالاست مطابق دانه‌بندی گروه (۱) باشد.

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

درصد وزنی عبوری مجاز از الکهای مختلف برای زیربلاست مصرفی در راه آهن

آزمایشهای مربوط به ساب بالاست

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

• نمونه گیری

نمونه‌گیری از ساب بالاست باید براساس روش استاندارد ASTM D ۷۵ صورت گیرد .

• آزمایش دانه بندی

آزمایش دانه‌بندی باید براساس روش استاندارد ASTM C ۱۳۶ انجام گیرد .

• آزمایش تعیین ذرات ریزتر از الک شماره ۲۰۰

درصد مواد عبوری از الک شماره ۲۰۰ باید به کمک استاندارد ASTM C ۱۱۷ انجام گیرد . درصد

عبوری از الک ۲۰۰ نباید از $\frac{2}{3}$ عبوری از الک شماره ۴۰ بیشتر باشد.

• آزمایش تعیین حد روانی و حد خمیری

انجام آزمایش تعیین حد خمیری و حد روانی مطابق استاندارد C ۴۲۴ و ASTM C ۴۲۳ 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. ($PI \leq 6\%$, $LL \leq 25\%$)

• آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا (CBR)

آزمایش تعیین نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) باید مطابق استاندارد ASTM D ۱۸۸ بر روی مصالح ساب بالاست انجام شود. سی بی آر مصالح ساب بالاست نباید از ۲۵ کمتر باشد.

• آزمایش تراکم

مصالح ساب بالاست باید در رطوبتی معادل درصد رطوبت بهینه با تراکم بیشتر از ۱۰۰ درصد کوبیده شود. آزمایش تعیین تراکم درمحل باید مطابق استاندارد ASTM D ۱۵۵۷ انجام گیرد.

• آزمایش درصد سایش

سایش مصالح با دانه‌های بزرگتر از قطر سوراخ‌های الک شماره ۲۰۰ ساب بالاست مطابق استاندارد ۱۳۱ ASTM C نباید از ۵۰ درصد بیشتر شود.

• آزمایش میکرودوال

میزان سایش مصالح با دانه‌های بزرگتر از قطر سوراخ‌های الک شماره ۲۰۰ ساب بالاست نباید بیش از ۲۰ درصد باشد. از آنجا که مصالح بالاست در شرایط بارندگی نیز تحت تأثیر بارهای ضربه ای و لرزشی عبور قطارها قرار می‌گیرد، از طرف دیگر با توجه به اینکه در آزمایش لوس آنجلس مصالح دانه ای در اثر ضربات ناشی از سقوط گلوله های فولادی دچار شکست می‌شود، لذا برخی از مصالح سنگی خوب از قبیل گرانیات 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 در نظر گرفته باشد. آزمایش میکرودوال، عامل فرسایش را در حضور آب به نمونه ۵ کیلوگرمی وارده نموده و افت وزنی نمونه پس از آزمایش را ملاک عمل قرار می‌دهد. افت وزنی حداکثر مصالح در آزمایش میکرودوال در حضور آب باید کمتر از ۱۵ تا ۲۰ درصد باشد.

سابگرید

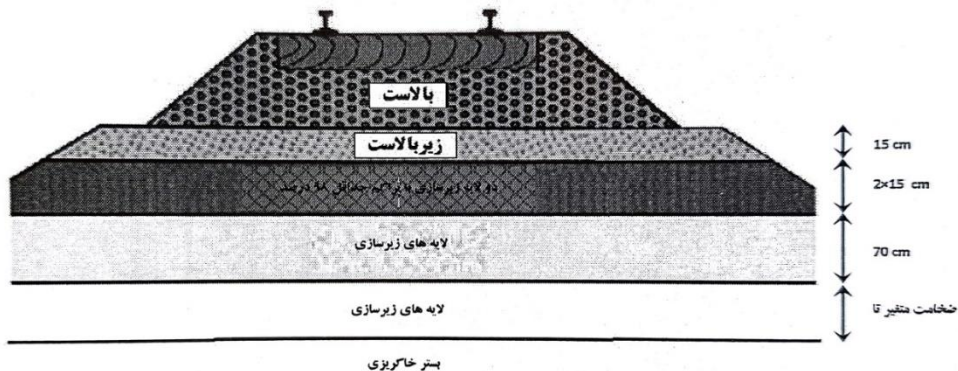
۲ لایه زیر ساب بالاست هر کدام به ضخامت ۱۵ سانتیمتر و با تراکم ۹۸ درصد یا بالاتر اجراء می گردد که به این دو لایه سابگرید می گویند.

لایه های خاکریزی

در عملیات زیرسازی با ارتفاع خاکریز بیشتر از ۴۵ سانتی متر پایین تر از بستر روسازی از لایه های خاکریزی با تراکم ۹۵ درصد (معمولا ۷۰ سانتیمتر) و تراکم ۹۰ درصد (لایه هایی با ضخامت ۱۵ سانتیمتر) استفاده می گردد.

بستر

قبل از انجام هرگونه عملیاتی برای زیرسازی راه آهن باید عملیات دکاپاژ (پاکسازی و ریشه کنی بستر و حریم راه) صورت گیرد بطوریکه خاک نباتی و چمنی را تا ضخامت حداقل ۱۵ سانتیمتر و در زمین های جنگلی برداشت کامل تا ریشه درخت صورت پذیرد و با غلطک مناسب (با توجه به جنس زمین طبیعی می توان از انواع غلتکهای چرخ فولادی، ارتعاشی، پاچه بزی و ... استفاده کرد) کوبیده شود و با مصالح مناسب جایگزین گردد. لازم به ذکر است که حداقل تراکم نسبی در بستر زمین طبیعی ۹۰ درصد می باشد.



تصویری از ضخامت و تعداد لایه های خاکریزی

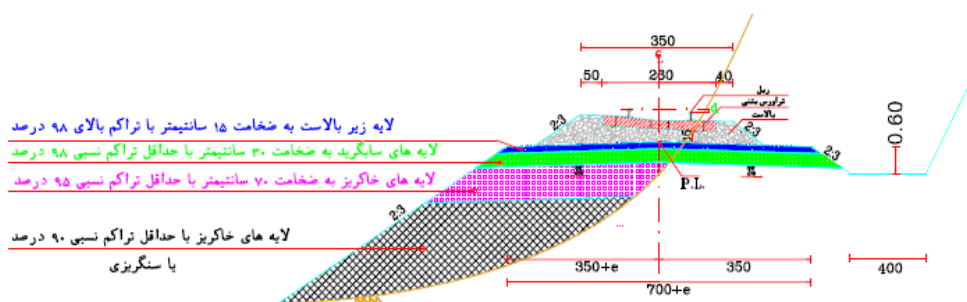
راکفیل

خاکریزی ای که حداقل بیش از ۳۰٪ مخلوط سنگی با دانه های بزرگتر از ۶ اینچ داشته و می توان در لایه های ۳۰ تا ۶۰ cm استفاده کرد .

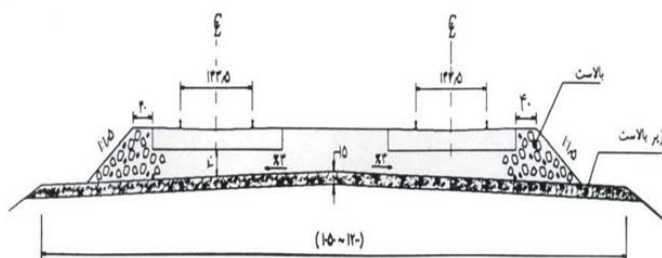
ضخامت خاکریز معمولی حداکثر ۱۵ cm است که بخاطر بالا رفتن سرعت اجراء میتوان طبق نشریه ۱۰۱ تا ۱ متر مانده به سابگرید از راکفیل استفاده کرد. باید توجه داشت در صورت اجرای راکفیل باید آزمایش سنجش ظرفیت باربری انجام پذیرد. (در راکفیل به خاطر وجود دانه های سنگی امکان استفاده از آزمایش تراکم - کمپکشن - وجود ندارد به همین خاطر از آزمایش VSS استفاده می کنند)

مقاطع عرضی

مقاطع عرضی یک خطه : مقطع دوزنقه ای شکل که دارای قاعده بالایی به عرض حداقل ۶ متر و شیب شیروانی های آن حداقل ۱ (ارتفاع) به ۱/۵ (عرض) می باشد.



مقاطع عرضی دو خطه: مطابق شکل زیر مقطع دوزنقه ای شکلی که دارای قاعده بالائی به عرض حداقل



۱۰/۵ متر باشد و شیب
شیروانی های آن حداقل ۱
(ارتفاع) به ۱/۵ (عرض)
می باشد.

مقطع عرضی پالاست و زیر پالاست در آه‌آهن دو خطه مستقیم (ابعاد به سانتی متر)

شیب شیروانی خاکریز

شیب شیروانی بر حسب ارتفاع خاکریزی یا برش و میزان سراشیبی عرضی زمین مطابق جدول زیر می باشد.

اندازه شیب شیروانی قائم به افقی در زمین (V:H)			ارتفاع خاکریزی یا
سرشیب	کمی سرشیب	مسطح یا تپه ماهور	برش (متر)
۱:۴	۱:۴	۱:۶	۰ تا ۱/۵۰
۱:۲	۱:۳	۱:۴	۱/۵ تا ۳/۰۰
۴:۷	۲:۵	۱:۳	۳/۰۰ تا ۴/۵۰
۲:۳	۱:۲	۱:۲	۴/۵۰ تا ۶/۰۰
۲:۳	۲:۳	۱:۲	بیش از ۶/۰۰

مشخصات فنی مصالح مناسب برای خاکریزی

یکی از دو روش طبقه بندی خاک (آشتو و UIC) با موافقت کارفرما توسط مشاور انتخاب و ملاک عمل قرار میگیرد.

• طبقه بندی آشتو:

کلیه خاک هایی که به شرح مشخصات M-۱۴۵ آشتو در گروههای A۱-A۷ تقسیم بندی می گردد .

خاک های گروه های A۱ تا A۳ جزو خاک های درشت دانه و گروه های A۴ تا A۷ جزو خاک های ریزدانه محسوب می گردد. کلیه گروه های ذکر شده برای استفاده در مصالح زیرسازی راه آهن کاربرد دارند. در مواردی که مصرف بعضی از گروههای فوق نظیر A۵, A۶, A۷ با توجه به شرایط اقلیمی – جوی محل مناسب نباشد موضوع باید در مشخصات فنی خصوصی قید ، و یا توسط دستگاه نظارت مشخص شود. فقط در شرایط خاص قابل مصرف می باشند.

طبقه بندی مصالح بستر راه ها طبق طبقه بندی آشتو

طبقه بندی عمومی	مصالح دانه ای (درصد عبوری از الک ۲۰۰ مساوی ۳۵ درصد و یا کمتر)						
طبقه بندی گروهی	A-۱		A۳	A-۲			
	A-۱-a	A-۱-b		A-۲-۴	A-۲-۵	A-۲-۶	A-۲-۷
آزمایش دانه بندی (درصد عبوری) الک نمره ۱۰ (No۱۰) الک نمره ۴۰ (No.۴۰) الک نمره ۲۰۰ (No.۲۰۰)	۵۰max ۳۰max ۱۵max	 ۵۰max ۲۵max	 ۵۱min ۱۰max	 ۳۵max	 ۳۵max	 ۳۵max	 ۳۵max
مشخصات قسمت عبوری از الک ۴۰ حد مایع نشانه خمیری	۶max		NP	۴۰max ۴۰max	۴۱min ۴۰max	۴۰max ۱۱min	۴۱min ۱۱min
نوع مصالح تشکیل دهنده	ماسه و شن با قلوه سنگ		ماسه ریز	ماسه و شن رس دار و یا لای دار			
مناسب بودن به عنوان مصالح بستر	عالی تا خوب						

طبقه بندی عمومی	مصالح دانه ای (درصد عبوری از الک ۲۰۰ مساوی ۳۵ درصد و یا کمتر)			
طبقه بندی گروهی	A-۴	A-۵	A-۶	A-۷
				A-۷-۵
				A-۷-۶
آزمایش دانه بندی (درصد عبوری) الک نمرة ۱۰ (No.۱۰) الک نمرة ۴۰ (No.۴۰) الک نمرة ۲۰۰ (No.۲۰۰)	۳۶min	۳۶min	۳۶min	۳۶min
مشخصات قسمت عبوری از الک ۴۰ حد مایع نشانه خمیری	۴۰max ۱۰max	۴۲min ۱۰max	۴۰max ۱۱min	۴۱min ۱۱min
نوع مصالح تشکیل دهنده	خاک های لای دار		خاک های رس دار	
مناسب بودن به عنوان مصالح بستر	متوسط تا بد			

باید توجه داشت که آزمایشهای لازم از مصالح و لایه خاکریز در فواصل حداکثر ۵۰ متر به ترتیب در وسط، چپ و راست صورت گیرد.



تذکر: در صورت باتلاقی بودن محل خاکریزی، بستر خاکریز را پس از لجن برداری خشک نموده و سپس با مصالح مناسب جایگزین و اقدام به کوبیدن آن میگردد.

• طبقه بندی UIC:

بر اساس این طبقه بندی که در جدول ذیل نشان داده شده است خاک به چهار گروه زیر تقسیم بندی می شود :

- خاک نامناسب (Unsuitable soil) که غیر قابل مصرف در عملیات خاکی است . چنانچه این نوع خاک از طریق تثبیت با موادی نظیر سیمان یا آهک و یا کاربرد زمین پارچه ها (Geotextiles) و یا تسلیح از طریق شمع کوبی تقویت و اصلاح شود می توان از آن استفاده کرد.
- خاک ضعیف (Poor soil) که مصرف آن در عملیات خاکی و بستر روسازی (Subgrade) مجاز است . این خاک را می توان از طریق زهکشی کافی و مناسب و یا تثبیت با مواد تثبیت کننده تقویت نمود.
- خاک متوسط یا Average Soil
- خاک خوب یا Good Soil

طبقه بندی کیفی خاک جهت خاکریزی و یا به عنوان بستر طبق استاندارد UIC

انواع خاک	طبقه بندی کیفی خاک
۱-۰ خاک نباتی ۲-۰ خاک نرم شامل بیش از ۱۵٪ رد شده از الک ۲۰۰ با رطوبت بسیار زیاد که برای کوبیدن مناسب نیست . ۳-۰ خاک های رسی حساس ۴-۰ خاک هایی که شامل مواد قابل حمل در آب هستند . ۵-۰ خاک های ناشی از ضایعات صنعتی ۶-۰ مخلوط مصالح خاکی با مواد آلی و نباتی	QS۰ <u>خاک نامناسب</u>

QS۱ <u>خاک ضعیف</u>	۱-۱ مصالح خاکی که بیش از ۴۰٪ مواد رد شده از الک شماره ۲۰۰ دارند به استثنای خاکهایی که در گروه ۲-۰ قرار می گیرند . ۲-۱ سنگ هایی که در مقابل هوازگی خیلی حساسند مانند مارن یا گل سنگ ، شیل هوازده ، گچ یا دانسیته خشک کوچکتر از ۱/۷ تن بر متر مکعب
QS۱ (۳)	۳-۱ خاک های با مواد رد شده از الک ۲۰۰ بین ۱۵ تا ۴۰٪ ، به استثنای خاک هایی که در ردیف ۲-۰ طبقه بندی QS۵ توضیح داده شده . ۴-۱ سنگ هایی که در مقابل هوازگی حساسیت متوسطی دارند مانند : گچ با وزن مخصوص خشک کمتر از ۱/۷ تن بر متر مکعب ، شیل که هوازده نشده است . سنگ های سست که لوس آنجلس آن و یا میکرودوال مرطوب آن بیشتر از ۴۰٪ باشد .
QS۲ <u>خاک متوسط (۴)</u>	۱-۲ خاک ها با ۵ تا ۱۵٪ ذرات کوچکتر از الک نمره ۲۰۰ ۲-۲ خاک های یکنواخت دارای کمتر از ۵٪ مواد رد شده از الک ۲۰۰ (۱) (با $Cu < 6$) . ۳-۲ سنگ های با سختی متوسط مانند سنگ هایی که میکرودوال آن بین ۲۵ تا ۴۰ و لوس آنجلس آن بین ۳۰ تا ۴۰ باشد .
QS۳	۱-۳ خاکهای دارای کمتر از ۵٪ ذرات کوچکتر از الک ۲۰۰ ($Cu > 6$) ۲-۳ سنگهای سخت که میکرودوال آن کمتر از ۲۵ و لوس آنجلس آن کمتر از ۳۵ باشد .

سی . بی . آر اشباع خاک :

CBR اشباع خاک به روش ASTM D ۱۸۸۳ ، با تراکم D۱۵۵۷ (تراکم آزمایشگاهی T-۱۸۰ آشتو) ، در ۹۵ درصد تراکم نسبی ، از ۳ کمتر نباشد .

حداکثر وزن مخصوص خشک خاک :

حداکثر وزن مخصوص خشک خاک در تراکم ۱۰۰ درصد آزمایشگاهی با روش T-۱۸۰-۱۸۰ آشتو ، نباید کمتر از ۱,۵۵ تن بر متر مکعب باشد .

مواد آلی خاک : میزان مواد آلی خاک نباید از ۱۰ درصد وزنی تجاوز کند . (T ۱۹۴ آشتو)

خاکهای نمکدار ، گچدار در صورتیکه میزان نمک و گچ محلول در آب آنها به ترتیب بیشتر از ۵ و ۱۰ درصد وزنی باشد ، گل سنگها (مارنها) با خاصیت خمیری زیاد ، رسوبات زغالی ، تورپ ها ، خاک و خاشاک گیاهی و لجنی ، خاکهای آلوده با مواد آلی خاکهای سطحی و نباتی و خاکهای اشباع شده برای مصرف در خاکریزها مناسب نیست.



غلطک در حال کوبیدن خاکریز تسطیح شده توسط گریدر برای رسیدن به تراکم مورد نیاز

فصل دوم

ابنیه فنی

فصل دوم (ابنیه فنی)

بلاشک در احداث خطوط راه آهن احداث ابنیه فنی جز لاینفک پروژه می باشد که در این فصل به انواع ابنیه فنی مرسوم در ساخت خطوط جدید ریلی اعم از پل های تیپ ، پل های خاص ، روگذر یا زیر گذر ، ترانشه ، گالری و تونل و ... می پردازیم.

پل ها

در راه آهن ایران از دیرباز به روش های مختلفی جهت عبور از آبروها پلهایی احداث می گردیده است که در زیر به تعدادی از این نوع پلها که بیشترین فراوانی را دارند اشاره می گردد.

پل دالی بتنی مسلح زیر خاکی (دالو)

نوعی آبرو از جنس بتن غیرمسلح یا مسلح با مقطع مستطیلی به عرض کمتر از ۴ متر است.



نوعی از پل دالو در راه آهن ایران

بوز و نیم بوز

بوز یک آبرواز جنس لوله فلزی یا سیمانی با مقطع دایره ای به قطر کمتر از یک متر که در زیر خط راه آهن قرار می گیرد و ممکن است روی این نوع پل خاکریز وجود داشته باشد.

نیم بوز همانند بوز با این تفاوت که مقطع نیم دایره می باشد در بعضی محورهای راه آهن مشاهده می شود.



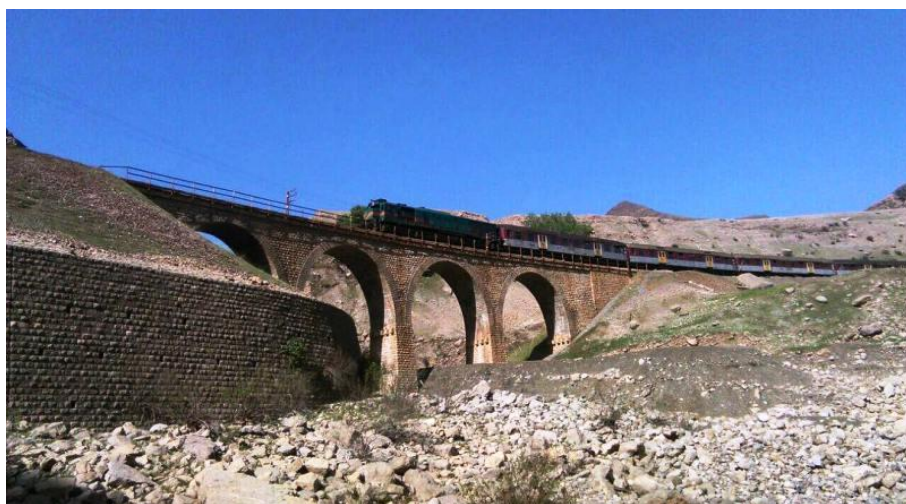
نمایی از پل بوز در راه آهن ایران

پل طاقی

پل طاقی سنگی یا بتنی که می تواند یک یا چند دهانه داشته باشد.



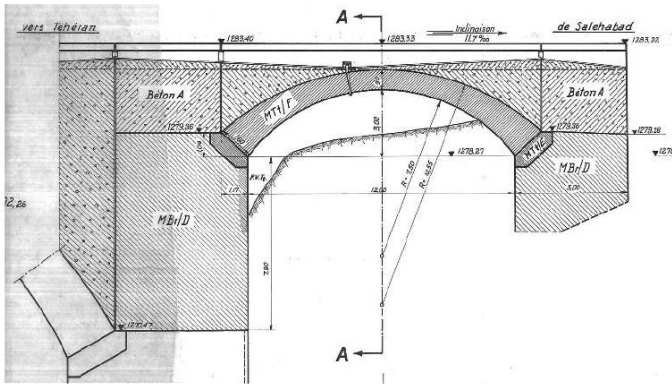
مقطع پل طاقی تک دهانه



نمونه ای از پل طاقی چند دهانه در ناحیه لرستان

پل های طاقی خوابیده

برخی پلهای طاقی اعم از بتنی یا سنگی دارای ارتفاع قوس کمی هستند که در اصطلاح طاقی خوابیده گفته می شوند. در این حالت طاق مستقیماً روی پاتاق قرار می گیرد. این پلها می تواند یک یا چند دهانه داشته باشند.



مقطع طولی پل طاقی تک دهانه خوابیده

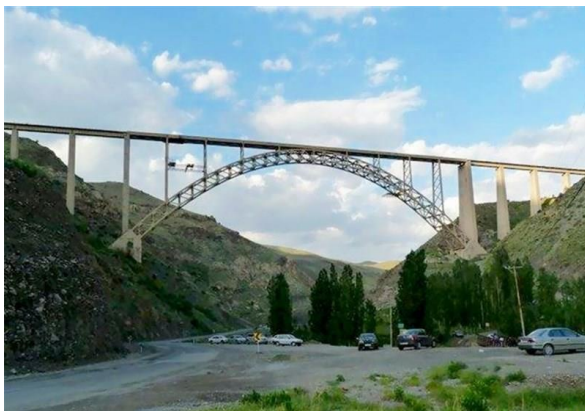


نمونه ای از پل طاقی چند دهانه خوابیده در ناحیه شمالغرب

پل طاقی دره ای

پل طاقی دره ای و یا دوک به پلهای طاقی مرتفع راه آهن که از روی دره ، رودخانه ، جاده و یا هر مسیر دیگری عبور می کنند ، اطلاق می گردد که شامل یک قوس اصلی بزرگ و چندین طاق کوچک در اطراف قوس اصلی می باشد.

جنس پل های طاقی دره ای راه آهن ممکن است فلزی ، سنگی یا بتنی باشد.



پل قطور با طول ۴۴۸ متر و ارتفاع ۱۴۰ متر در مسیر راه آهن ایران-ترکیه در نزدیکی خوی ساخته شده در سال ۱۳۴۹



پل ورسک با طول ۸۶ متر و ارتفاع ۱۱۰ متر واقع در راه آهن ناحیه شما ساخته شده در سال ۱۳۱۵

پل فلزی

پل‌های فلزی راه آهن شامل ARC فلزی ، خرپای فلزی ، تیر ورق فلزی و ترکیب خرپا و تیر ورق فلزی می باشد.



پل فلزی ارس که در سال ۱۹۱۳ میلادی روی رود ارس ساخته شده و مرز ارتباطی ریلی ایران و منطقه خود مختار نخجوان می باشد

ولی امروزه جهت احداث خطوط جدید عمدتاً برای عبور از آبروهای کوچک از پل‌های باکسی پیش ساخته و دالی چند دهانه و برای عبور از آبروهای بزرگتر چون رودخانه ها و یا دره ها و جاده ها و ... بنا به شرایط از پل های خاص استفاده می شود که در ادامه به بررسی این موارد خواهیم رسید.

پل دالی بتنی مسلح

این پلها که بصورت بتن درجا و مسلح اجراء میگرددند معمولا جهت عبور از آبروهای کوچک در راه و راه آهن احداث میگرددند.



پل دالی بتن مسلح همسطح ۶ دهنه اجراء شده توسط شرکت توسعه ساختمان و راه توسار در پروژه ریلی

پل باکسی پیش ساخته

این پلها شامل قطعات پیش ساخته بتنی می باشند که معمولاً در کارگاه مرکزی بصورت کلی و تعداد لازم ساخته و نگهداری های بعد از بتن ریزی (عمل آوری یا کیورینگ) انجام می گیرد و سپس به آبرو



های مربوطه حمل و با جرثقیل بر روی محلی که آماده شده است نصب می گردند. اتصال این المان ها که معمولاً بصورت کام و زبانه می باشد بایستی با دقت زیادی انجام شود و حداقل فاصله بین قطعات را شامل شود. (فواصل که معمولاً کمتر از ۲ سانتی متر را شامل می شود با گروت

پر میگردد) روی المان ها شبکه ای از آرماتور (مش) قرار میگیرد و روی مش ۳ تا ۵ سانتی متر ملات ماسه سیمانی ریخته می شود تا سازه بصورت یکپارچه و صلب عمل کند و در نهایت عملیات ایزولاسیون روی ملات سیمانی انجام می شود. (دو لایه قیر و ۳ لایه گونی و در برخی موارد با تأیید دستگاه نظارت ایزوگام و به دلیل جلوگیری از حمله سولفاتهای موجود در خاک مجاور دیواره ها ، دیواره خارجی این پل باکس ها با یک یا دو لایه پرایمر ضخیم پوشانده می شود)

به دلیل سهولت در اجرا و زمان و هزینه های کمتر از این روش استفاده می شود.



در روشی دیگر بجای باکس های پیش ساخته از المان های U شکل برعکس نیز در ساخت کالورت ها (آبروها) استفاده می شود . این المانها بر روی رادیه ای مسلح قرار می گیرند و همانند باکس های پیش ساخته به یکدیگر متصل می گردند.

پل های خاص

برای پل های بزرگ و چند دهانه می توان از روش های خاص طراحی و اجراء نمود که به چند مورد اشاره خواهیم داشت:

پل کامپوزیت



عرشه این نوع پلها شامل مصالح ترکیبی بتنی و فلزی می باشد و معمولا روسازه این پل شامل شاهتیر فلزی و دال بتنی می باشد.

پل کامپوزیت اجرا شده توسط شرکت توسعه ساختمان و راه توسار

پل طره ای

به پل های که بصورت افقی در فضا ساخته می شوند و تنها در یک انتها دارای تکیه گاه هستند و از



خرپاهای فولادی یا تیرهای جعبه ای با بتن پیش تنیده برای احداث آن استفاده می شود پل های طره ای یا کنسولی می گویند که برای عبور از دره های عمیق با طول بالا احداث می گردد که روش های اجرای متفاوتی دارد که در زیر به ۲ روش از معمول ترین و به صرفه ترین از این روش ها اشاره می شود.

پل های طره ای اجرا به روش متعادل Balanced Cantilever Method

این شیوه ی ساخت، برای هر دو نوع اجرای درجا و پیش ساخته مناسب است. در حالت پیش ساخته، قطعات منفرد شاهتیر به طور متقارن نسبت به یک پایه نصب می شوند. همانطور که قطعات شاهتیر به تدریج در طرفین پایه نصب می شوند، لنگر های خمشی طره که به طرفین پایه اعمال می شود، یکدیگر را در طرفین پایه متعادل می کنند. زمانی که طره به وسط دهانه رسید، قطعه ی نهایی (قطعه ی تمام کننده)، در فاصله ی بین دهانه ی نصب شده در طرفین پایه های مجاور متصل می شود. این فرآیند تا تکمیل کلیه ی دهانه های پل ادامه می یابد. در حالت بتن درجا، برای اجرا از دستگاه شاریو استفاده می شود.



واژه شاریو به معنی ارابه؛ در ادبیات پلسازی مدرن جهان؛ حرکت ارابه وار قالبی متشکل از سازه فلزی چند ده تنی را تداعی می کند که بر محمولی از چرخ و اتصالات و تجهیزات هیدرلیک خاص، بدون هیچ محدودیتی در ارتفاع و بی نیاز از داربست و سازه های زیرین امکان پیشروی دارد.

ظرفیت باربری (وزن بتن و قالب) دستگاه شاریو استاندارد به طور معمول برای قطعات از ۱۰۰ تا ۶۰۰ تن طراحی می شود. وزن فولاد به کار رفته در آن به مقطع عرضی پل مورد نظر وابسته است، اما به طور معمول از حدود ۲۵ تن تا ۱۱۰ تن در هر طرف متغیر می باشد. دستگاه شاریو تقریباً برای هر قطعه با هر مقطع می تواند وفق داده شود و در طی اجرا برای تغییرات در طول قطعه (تا ۱ متر)، ارتفاع مقطع، ضخامت جان و عرض عرشه به آسانی قابل تنظیم است. به وسیله دستگاه شاریو پل هایی با دهانه های بزرگ (۸۰ متر، ۱۰۰ متر، ۱۴۰ متر و ...) در مناطق کوهستانی که دارای دره های عمیق می باشند یا روی رودخانه های خروشان و پر آب اجرا می گردد، که بسیاری از آن ها نیز در ایران احداث گردیده است.

مراحل اجرا به وسیله شاریو بدین شرح است که: ابتدا قطعه اول با مقطع صندوقه ای روی سر ستون به صورت درجا ساخته می شود. ریل های شاریو روی قطعه اول نصب می گردد و دستگاه روی ریل ها مونتاژ می شود. دستگاه مونتاژ شده روی قطعه اول، قالب را جهت اجرای قطعه بعدی نگه می دارد که

قطعه دوم، دو لنگه بوده و به دو انتهای صندوقه اول می چسبد. شاریو با حرکت به سمت دهانه های میانی و کناری روی ریل هایش، قالب را برای اجرای کلیه قطعات حمل می نماید. هر قطعه پس از آرماتور بندی و نصب مصالح تنیدگی و بتن ریزی به وسیله کشش کابل های پیش تنیدگی به قطعه قبل خود و در واقع به تمامی قطعات قبلی پرس می گردد و تکیه گاهی استوار برای ریل ها، شاریو و جابجایی بعدی به سمت پایان پروژه می باشد.

به عنوان نمونه ای از پلسازی به روش شاریو در کشور می توان به اجرای پل بزرگ سارای واقع در راه آهن میانه - اردبیل توسط شرکت توسعه ساختمان و راه توسار اشاره نمود. احداث پل بزرگ سارای با طول کلی ۵۵۶ متر با دهانه های تا ۹۵ متر و ارتفاع کل پایه ها تا ۵۳ متر را می توان از چالشهای فنی و مهندسی در احداث پل های خاص دانست که در جهت بومی سازی دانش و توسعه ای این تجهیزات مهندسی پل در کشور، دو دستگاه قالب شاریو برای نخستین بار با ظرفیت ۲۵۰ تن و جهت یک پروژه ریلی کشور توسط متخصصان داخلی ساخته شده و مورد بهره برداری قرار گرفت. عرشه این پل تماماً بصورت صندوقه بتنی بوده که ارتفاع آن از حدود ۷ متر بر روی پایه ها تا ۴ متر در میانه دهانه ها متغیر می باشد. اجرای عمده ای این عرشه بتنی، به روش طره ای متعادل و توسط قالبهای پیش رونده شاریو می باشد.



پل بزرگ سارای واقع در راه آهن میانه - اردبیل اجرا شده با قالب های ایرانی توسط

شرکت توسعه ساختمان و راه توسار

روش داربست قابل حرکت (Moveable Scaffolding Method)

در این روش از روش های ساخت پل، عرشه پل به صورت درجا و در محل خود بتن ریزی می شود که لازمه ی آن نصب یک سیستم قالب بندی لغزان و با قابلیت حرکت است که بتواند بدون اینکه از عرشه ساخته شده جدا شود در امتداد طول پل حرکت کرده و در قسمت بعدی دوباره با بتن ریزی درجا، ساخت عرشه ادامه پیدا کند. بدیهی است که این سیستم قالب بندی، به عنوان یک سازه مجزا باید طراحی شود و این سیستم نیز مشابه روش قبل بر روی پایه های موجود در هر دهانه تکیه می کند.



MSS برای اجراء عرشه ی پل ها به صورت قالب درجا طراحی شده است .
MSS بسیار کارآمد، کم وزن، دارای طرحی کاملاً کاربردی و نصبی آسان می باشد، که به وسیله سیستم های هیدرولیکی کاملاً معمولی، روی دستگاه، پشتیبانی شده و حرکت می نماید

این سیستم به آسانی با هر مقطع عرضی پل (تک صندوقه ای، دو صندوقه ای، **TT** و هر شکل دهانه ای) می تواند وفق داده شود. این انعطاف پذیری پیمانکار را قادر می سازد که این تجهیزات را در پروژه های مختلف مجدداً استفاده نماید. در روش سیستم داربست متحرک، طول دهانه اول معمولاً ۸۰ درصد طول دهانه های بعدی می باشد و همچنین ۲۰ درصد طول هر دهانه در اجرای عرشه دهانه قبلی اجرا می گردد.

مراحل اجرا و ساخت پل در روش سیستم داربست متحرک بدین شرح است که: بعد از بتن ریزی، عملیات کشش کابل های پس کشیده که طول آنها برابر با طول کل قالب (یک دهانه) می باشد، انجام می گردد. سپس شاهتیر های اصلی به وسیله جک های ابتدا و انتها پایین آورده شده، در نتیجه کل قالب که روی تیرها نصب می باشند، از عرشه فاصله می گیرند. تیرهای عرضی زیر عرشه که به شاهتیر های اصلی متصل می باشند از وسط جدا شده و شاهتیرها به طور عرضی از ستون ها فاصله می گیرند تا در زمان حرکت رو به جلو تیرهای عرضی به ستون بعدی برخورد نکنند.

حال **MSS** آماده حرکت رو به جلو به سمت دهانه بعدی جهت بتن ریزی دهانه بعد می باشد. پس از رسیدن **MSS** به دهانه بعد، دو عدد شاهتیر به صورت عرضی به یکدیگر نزدیک شده تا اینکه تیرهای عرضی مابین آن ها مجدداً مونتاژ گردد. شاهتیرها به وسیله جک ها به سمت بالا رفته تا قالب در موقعیت

بتن ریزی قرار گیرد. پس از آرماتوربندی و نصب کابل های پس کشیدگی در دال پایین و دیوارها، قالب داخلی از دهانه قبل حرکت می نماید و در موقعیت جدید، رگلاژ می شود تا آرماتوربندی دال بالاتر صورت گرفته و عرشه آماده بتن ریزی گردد.

این سیستم برای پل های روی رودخانه ها، پل های با پایه های بلند و جاهایی که دستیابی به جرثقیل سخت یا غیر ممکن است، بسیار مناسب می باشد. سرعت بالای MSS در نصب و حرکت، باعث کاهش فوق العاده زمان اجرا و هزینه ها می شود. معمولاً برای دهانه های بین ۴۰ تا ۶۰ متر و عرض عرشه های ۲۰ متر از این سیستم استفاده می گردد که در هر حرکت، یک دهانه به طور کامل اجرا شده و زمان طی شده جهت اجرای هر دهانه به طور متوسط یک هفته الی ۱۰ روز می باشد.

پر کردن پشت آبروها و پل های خاص

معمولاً در راه آهن های عادی روش معمول در پر کردن پشت آبروها (S.B و باکسی) استفاده از مصالح مناسب بلوکاژ و درناژ برای پر کردن پشت پل مورد استفاده قرار می گیرد. اما در پل های خاص میتوان از روش ذیل برای پر کردن پشت پل ها استفاده شده است. (لازم به توضیح است این روش پر کردن پشت پلها در زیرسازی راه آهن سریع السیر استفاده میگردد و در مواردی که کارشناسان لازم بدانند از جمله در پلهای خاص در راه آهن عادی مورد استفاده قرار می گیرد).

مراحل اجرای مصالح شن و ماسه و سیمان تثبیت شده پشت پل:

پس از شناسایی معادن مستعد جهت تهیه مصالح شن و ماسه مرغوب، مصالح مورد نظر توسط بلدوزر حفاری و دپو گردیده و پس از حمل به کارگاه مرکزی، توسط سرنده و ماسه شور سائزهای مختلف دانه ها تفکیک و متمایز گردیده، آزمونهای کنترل کیفی شامل دانه بندی مکانیکی و آزمونهای شیمیایی از



قبیل تعیین درصد مواد آلی (حداکثر ۲٪)، درصد سولفاتهای قابل حل در آب در عصاره (۱/۱۰) بر حسب SO_3 (حداکثر ۰.۹٪) و مقدار PH (حداقل ۵.۳) بر روی مصالح تولید شده انجام می شود.

همچنین با در دست داشتن محدوده دانه بندی مجاز این مصالح و با استفاده از سیستم توزین بچینگ، اقدام به توزین و اختلاط اولیه مصالح نموده و ضمن افزودن مقادیر مشخص سیمان به مصالح (۳، ۴، ۵ و ۷ درصد مطابق با دستور کار و متناسب با تیپ مورد استفاده) بوسیله سسیستم توزین دستگاه بچینگ



، در چندین نوبت با انجام آزمایش دانه بندی مکانیکی، کیفیت مصالح خروجی از سیستم بچینگ مورد آزمون قرار می گیرد. پس از دستیابی به طرح نهایی اختلاط مصالح مذکور ، مصالح اختلاط یافته در مقیاس وسیع تولید می گردد.

اختلاط سیمان با مصالح باید به نحوی باشد که مصالح پس از اختلاط، دارای ترکیب یکنواخت بوده و



رگه های سیمان در مصالح رویت نشود. مصالح اختلاط یافته اولیه در پاچال بتنی بصورت مکانیکی (لودر) و دستی مجددا میکس شده و به ترکیب یکنواخت و همگن میرسد.

با توجه به مقدار اختلاف ارتفاع از روی دال تا خط پروژه، تیپ های مختلفی جهت پلهای مختلف تعیین و اجرا گردیده است. پس از خاکبرداری پشت کوله ها و رسیدن به تراز کف پل (روی بتن مگر)، ابتدا اقدام به بستر سازی و اخذ تست تراکم بستر پل گردیده و ابعاد خاکبرداری پشت کوله کنترل

میگردد. پس از انجام آزمایش تراکم بستر و حصول نتیجه مورد قبول (تراکم حداقل ۹۰٪)، مصالح اختلاط یافته بوسیله کامیون از محل کارگاه مرکزی به محل اجرا حمل و توسط بیل مکانیکی و نیروی انسانی اقدام به پخش، تسطیح و تامین رطوبت مورد نیاز مصالح در پشت کوله پل می گردد. حداکثر ضخامت مجاز لایه کوبیده شده معادل ۱۵ سانتی متر و رواداری رطوبت مصالح حداکثر یک درصد کمتر از رطوبت بهینه (که توسط آزمونهای آزمایشگاهی تعیین شده است) لحاظ می گردد.

تراکم مورد نظر در اجرای این مصالح حداقل ۹۰٪ تراکم به روش آشتوی اصلاح شده بوده و عمل تراکم توسط غلتک هایی با سایزهای مختلف (متناسب با محل اجرای تراکم مصالح) و در مناطق حساس با

استفاده از کمپکتور دستی انجام میگیرد.



مصالح درشت دانه با دانه بندی مشخص بعنوان زهکش بصورت تماس مستقیم با کوله و دستک ها با عرض حداکثر ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر مطابق با دستور کار مذکور اجرا می گردد.

مقدار ضخامت لایه های اجرا شده مرتبا توسط عوامل آزمایشگاه مقیم مستقر در محل اجرا کنترل و با توجه به حساسیت مصالح و لزوم تسریع در اجرای عملیات، تجهیزات آزمایشگاهی مورد نیاز جهت تعیین درصد تراکم مصالح کوبیده شده و دستیابی به حداقل تراکم مورد نیاز در محل اجرا مهیا گردیده است. در محل هر پل، حداقل چند صد لیتر آب و آبیاش های دستی جهت تنظیم رطوبت مصالح در دسترس بوده و کلیه عملیات اجرایی با دقت و وسواس زیاد می باید کنترل گردد.

در تراز ۱ متر مانده به روی دال، آزمایش بارگذاری صفحه ای جهت کنترل نشست مصالح اجرا شده در دو طرف پل انجام می شود.

پس از تأیید آزمایش بارگذاری، متناسب با اختلاف ارتفاع از روی دال تا خط پروژه، بقیه عملیات تثبیت پشت پل انجام می گردد .



لازم به ذکر است از این روش در پروژه راه آهن سریع قم و اصفهان برای پر کردن پشت پلها استفاده شده است.

زهکش ها

زهکش ها از دسته ابنیه ای محسوب میگردند که وظیفه هدایت آبهای سطحی و زیرزمینی را به منظور جلوگیری از آسیب به خطوط و سازه های راه آهن بعهده دارند و همانطور که در تصویر زیر مشاهده میفرمایید عدم زهکشی مناسب ، عدم مطالعات در زمینه هیدرولوژی منطقه و عدم پیش بینی موارد مربوطه در طراحی مسیر و عدم دقت در اجراء می تواند خسارات شدید و در برخی موارد جبران ناپذیر به بار آورد.

لذا تعبیه آبروها در مسیر و استفاده از سیفون ها می تواند کارگشا باشد.

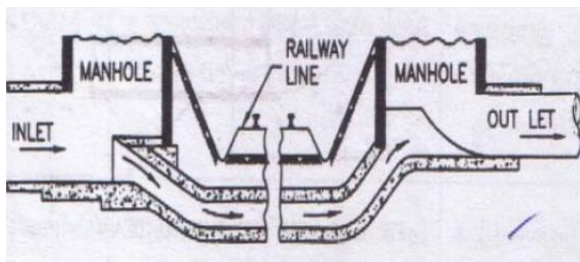


مسیر راه آهن در سیل سال ۹۷ استان گلستان

سیفون

برای عبور جریان آب در مسیر میتواند بنا به نظر کارشناسان قرار بگیرد بطوریکه سیفون را بصورت معکوس نصب می کنند. به این ترتیب مشابه عملکرد پدیده سیفون رخ می دهد اما به عوض آنکه سیال بالا برود و بعد پایین بیاید ، سیال از جلوی مانع پایین می رود و بعد از سمت دیگر مانع بالا می آید. به این سیستم سیفون معکوس می گویند که عملکرد سیفون نیاز به یک اختلاف فشار اولیه دارد تا جریان سیال برقرار شود.

در تصویر زیر ، نمای شماتیک یک سیفون معکوس نمایش داده شده است.



تقاطع ها

مسیر راه آهن در امتداد خود راههای روستایی، فرعی، اصلی، اتوبان، خطوط لوله نفت و گاز، خطوط انتقال نیرو و یا مسیر های راه آهن و راه تلاقی می کند و جهت تامین ایمنی عبور و جلوگیری از هرگونه برخورد و سانحه تدابیری برای این تقاطع ها بایستی اتخاذ گردد.

تقاطعات هم سطح

بخش قابل توجهی از تقاطع های راه آهن با راه به ویژه در نواحی حومه و درون شهری بصورت همسطح است. این تقاطع ها معمولاً نقاطی حادثه آفرین و خطرناک است. بنابراین طرح هندسی پلان و نیمرخ راه در محل تقاطع باید به گونه ای باشد که توجه رانندگان و وسائل نقلیه به سایر عوامل محیطی جلب نشده و از وجود راه آهن غافل نگردد. این سازه ها در هنگام برخورد خطوط ریلی و جاده ای در یک تراز ، مورد استفاده قرار می گیرند که در زیر به دو نوع از مهمترین انواع تقاطعات هم سطح اشاره می کنیم:

• صفحات سراسری:

علاوه بر بار قطار ، تقاطعات هم سطح باید قادر به تحمل بار ترافیک جاده ای نیز باشند. در صورت سبک بودن ترافیک جاده ای ، بار اعمالی از سوی خودرو های جاده ای توسط سازه خط به بستر منتقل می گردد. در این صورت نیازی به سازه خاصی در تقاطع نبوده و از روش های نگهداری متداول بهره گیری می شود. در این موارد ، معمولاً تمایل به استفاده از صفحات سراسری سبک در تقاطعات همسطح وجود دارد بطوریکه صفحات ارتجاعی به ضخامت ۱۵ سانتی متر بر روی تراورس ها قرار داده می شوند و با یک شیار باریک در مجاورت ریل ، تکیه گاه ارتجاعی برای ریل فراهم می آورند و حتی میتوان در خلال عملیات نگهداری خط صفحات مذکور رو از محل برداشت. در ترافیک جاده ای سنگین تر از صفحات سراسری سنگین تر به ضخامت ۱۹ سانتی متر مورد استفاده قرار می گیرند.

• تقاطع هم سطح Harmelen:

این تقاطع دارای دال های پیش ساخته بوده و پوشش آن دارای زبری کافی بوده و در برابر بارهای ضربه اعمالی از سوی ترافیک جاده ای در محل شیار ریل ها مقاوم است و قادر به تحمل بارگذاری سنگین ترافیک است. در خلال عملیات نصب ، دال ها در محل مربوطه جانمایی شده و دوغاب پرکننده زودگیر از طریق سوراخ های تعبیه شده در دال به زیر سازه تزریق می شوند و ظرف چند ساعت تقاطع هم سطح آماده بهره برداری است. (ریل ها درون شیارهای تعبیه شده در دال قرار داده شده و توسط پدهای لاستیکی پوشش داده می شوند ، سپس شیار با مصالح پلی اورتان پر می گردد).

روگذرها و زیرگذرها

در نقاطی که راههای اصلی یا فرعی با راه آهن برخورد می نمایند جهت تأمین عبور و مرور این راهها در محل تلاقی با راه آهن گذرگاه غیرهمسطح ایجاد خواهد شد و با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه و مشخصات فنی راه و راه آهن بصورت روگذر و یا زیرگذر احداث می گردد. لازم به ذکر است که زاویه افقی این نوع تقاطع ها نباید از حداقل ۳۰ درجه کمتر باشد.

به دلیل محدودیت شیب و خط پروژه در راه آهن اکثراً این گذرگاهها بصورت Over Pass یا پل روگذر بر روی راه آهن احداث می شوند .

ارتفاع استاندارد روگذر راه آهن برقی: ۷/۰۵ متر (از روی ریل تا زیر تابلیه)

ارتفاع استاندارد روگذر راه آهن غیر برقی: ۶/۴۰ متر (از روی ریل تا زیر تابلیه)

ارتفاع استاندارد زیرگذر: ۵/۶۰ (از زیر تابلیه پل تا سطح آسفالت)



نمونه ای از زیر گذر راه آهن



نمونه ای از روگذر راه آهن (در حال احداث)

تونل

تونل یک راهروی لوله مانند زیرزمینی یا دور پوشیده برای گذر از موانعی چون کوه و ... است. تونل گاه برای حفاظت در برابر ریزش کوه نیز ساخته می‌شود.



طراحی هر یک از تونل‌ها مستلزم دسترسی به داده‌های مناسب و به‌کارگیری تمهیدات ویژه‌است. در هر مورد طراح باید ضمن آگاهی دقیق از شرایط زمین، ابتدا در جهت بهبود کیفیت مصالحی که قرار است تونل در آن حفر شود، اقدام نماید. در بسیاری از زمین‌ها تونل‌های حفر شده نمی‌توانند خودنگهدار باشند و برای پابرجا نگهداشتن آن‌ها باید از حایلهایی استفاده کرد.

مهم‌ترین عامل در طراحی تونل، یا هر فضای زیرزمینی دیگر، تأمین پایداری آن است. قرارگیری این گونه سازه‌ها در میان مصالح طبیعی، یعنی سنگ و خاک، باعث شده‌است که شرایط زمین‌شناسی نقش اصلی را در پایداری ایفا نمایند.

تونل باید در زمینی مطمئن و مقاوم ایجاد شوند، ولی شرایط درون زمین بسیار متغیر است و بر خلاف سطح زمین، امکان شناسایی و دسترسی به تمام نقاط آن نیز وجود ندارد لذا برای شناسایی زمین باید از یک زمین شناس خبره کمک گرفت.

زمین‌های سست و ریزشی، خرد شده و گسل خورده، هوازده و متورم شونده و بالاخره آبدار، بیشترین مشکلات را برای حفر تونل به وجود می‌آورند و این در حالی است که در بسیاری موارد انتخاب زمین مناسب با ما نیست. به عنوان مثال، اغلب تونل‌های راه یا راه آهن محل‌های گذر اجباری‌اند و نمی‌توان مسیر آن‌ها را برای رسیدن به زمین قابل اطمینان، به مقدار زیاد تغییر داد.

در چنین شرایطی وظیفه کاوشگر عبارتست از: مطالعه مسیر موجود و کسب آن گونه اطلاعاتی است که با استفاده از آن‌ها بتوان طراحی تونل را به انجام رساند، به نحوی که با بکارگیری کمترین پوشش استحکامات داخلی، سازه زیرزمینی پایداری قابل قبولی در برابر عوامل مخرب داشته باشد.

حفاری و گمانه های اکتشافی

رکن اصلی بررسی‌های مربوط به فضاهای زیرزمینی و تونل‌ها را حفاری‌های اکتشافی تشکیل می‌دهد.



حفار گمانه یا تونل اکتشافی معمولاً پرخرج است، ولی اطلاعات دست اولی از شرایط حکمفرما در زمین در اختیار جستجوگر قرار می‌دهد.

حفار گمانه‌های اکتشافی، مخصوصاً اگر با مغزه‌گیری همراه باشد، بیشترین اطلاعات را در مورد شرایط حکمفرما در زیرزمین بدست می‌دهد. البته چون حفاری همراه با مقره‌گیری عملی وقت گیر و پرهزینه‌است، جستجوگر باید با دقت زیاد محل حفار گمانه‌ها و عمق آن‌ها را تعیین نماید. در طول پیشرفت حفاری نیز باید مقره‌های حفاری به‌طور مرتب مورد بررسی قرار گرفته و در اعماق مناسب آزمایش‌های ژئوتکنیکی لازم انجام گیرد. مقره‌های حفاری به ترتیب خاص و در جعبه‌های مخصوص برای بررسی‌های بیشتر در آینده یا استفاده احتمالی پیمانکار محفوظ نگهداشته می‌شود.

در زمین‌های نرم و عملیات اکتشافی مسیر تونل‌های زیرآبی، گمانه‌ها را می‌توان بسته به شرایط، به فاصله ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر از یکدیگر حفر نمود. البته در جاهایی که قرار است سازه‌های زیرزمینی قرار گیرد، شبکه حفاری می‌توان متراکم‌تر باشد. کلیه حفاری‌ها باید تا پائین‌تر از تراز کف تونل مورد نظر ادامه یابد. برای تونلی که قرار است در سنگ حفر شود، مخصوصاً اگر طویل هم باشد، امکان حفاری محدود است و تنها هرجا که لازم و امکان‌پذیر است، انجام می‌شود. در سنگ نیز باید، در کلیه گمانه‌ها سطح آب زیرزمینی و وجود احتمالی هر نوع گاز سمی یا قابل انفجار یادداشت شود.

امروزه در برخی از پروژه‌های حساس یا در جاهایی که زمین‌شناسی به شدت پیچیده است، از دو مدخل، تونل موردنظر و در امتداد محور آن تونل پیشاهنگ حفر می‌شود. این تونل سطح مقطعی کوچک دارد و ممکن است تمام مسیر تونل اصلی را دربر گیرد.

نظر به اینکه حفر تونل‌های پیشاهنگ بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است، اغلب به جای آن از گمانه‌های پیشاهنگ استفاده می‌شود. البته در بسیاری موارد این نوع گمانه پس از پایان عملیات اکتشافی و طراحی تونل و در زمان عملیات اجرایی حفر می‌گردد. به این ترتیب که با حفر گمانه‌هایی در سینه کار تونل و هم محور با آن، شرایط زمین تا چندین متر جلوتر شناسائی شده و در صورتی که مشکلی، مانند برخورد به زمین‌های سست یا خرد شده یا هجوم آب، در پیش رو باشد، در فاصله زمانی موجود، برای مقابله با آن اقدام می‌شود.

روش‌های حفاری

برای حفاری تونل‌ها روش‌های متنوعی ابداع شده است که بطور خلاصه به آنها اشاره خواهیم داشت.

- چالزنی و انفجار
- مکانیزه (حفاری تمام مقطع TBM ، حفاری موضعی توسط کله گاوی Road Header و در بعضی موارد از چکش‌های هیدرولیکی قوی (Rammer)

به‌طور معمول توده‌های سنگی با روش‌های متداول چالزنی و انفجار و تخلیه حفاری می‌شوند، یا اینکه از ماشین‌های حفار TBM استفاده می‌شود.

رایج‌ترین روش حفر تونل در زمین‌های سنگی استفاده از انفجار مواد آتشنا است و در پروژه‌هایی که به خوبی مدیریت شوند می‌توان تا ۷۰ متر در هفته پیشروی داشت.



مراحل اجرایی در روش چالزنی و انفجار:

- ۱- چالزنی
- ۲- انفجار
- ۳- تخلیه دود
- ۴- لقی‌گیری
- ۵- تخلیه مواد حفاری شده
- ۶- پایدارسازی (نصب رتکبوت، تورسیم، شاتکریت و ...)
- ۷- کارهای متفرقه از قبیل لوله‌های آب، داکت‌های تهویه، سیم برق و ...

حفاری تونل در سنگ معمولاً تکرار چرخه چالزنی، انفجار، تخلیه مواد و نصب حایل‌ها است. طرح، فاصله و عمق چالها، مقدار و نحوه خرج‌گذاری و آتشکاری آن‌ها و ساخت سنگ عواملی مهم در شکل مقطع

حفاری شده‌اند. در حفاری هایی که در سنگ انجام می‌شود، هدف نهایی آن است که سطح مقطع حاصل از انفجار کاملاً مشابه مقطع طراحی شده باشد و باید دقت داشت تا توده سنگ در حین انفجار آسیب نبیند تا فشار اضافی بر پوشش تونل وارد نشود.

لذا الگوی چالزنی حائز اهمیت می باشد و باید به گونه ای طراحی شود که اولاً هر چال فضای آزاد برای شکستن داشته باشد و ثانیاً با انتخاب الگوی مناسب چالزنی که در آن علاوه بر اینکه ابعاد و هندسه تونل ، شرایط زمین شناسی و محدودیت ارتعاشات ناشی از انفجار لحاظ گردد ، میتوان با انفجار های کنترل شده به گونه ای پیشروی داشت که توده سنگ های اطراف سالم بمانند.

البته میزان سالم ماندن سنگ های اطراف تا حدی به شرایط زمین شناسی محل بستگی دارد اما با دقت در انفجار و پخش بهتر خرج ها میتوان تا حدی جلوی ترک خوردگی سنگ های اطراف را حتی در شرایط بد زمین شناسی گرفت و بدین منظور بهترین راه استفاده از چال هایی با فاصله کمتر و البته خرج کمتر است و دو روش معمول آن عبارتند از:

- روش انفجار صاف (ابتدا چال های وسطی و سپس چال های کناری منفجر میشوند)
- روش پیش برشی (ابتدا چال های کناری و سپس چال های وسطی منفجر میشوند)

در روش سنتی در هر بار عملیات انفجاری در حدود یک متر و نیم تونل حفر می‌شود که با برداشتن سنگ‌های باطله این میزان پیشروی می‌کنند. حفر تونل با کار گذاشتن مواد انفجاری در محوطه مورد نظر که با فرمولی خاص انجام می‌شود، صورت می‌گیرد.

سنگ‌های باطله‌ای که در اثر انفجار به وجود می‌آید توسط یک ماشین سنگ‌خردکن آن‌ها به داخل واگن حمل سنگ که در پشت این ماشین قرار گرفته است رسانده شده و به بیرون هدایت می‌شود. یکی از مهم‌ترین مراحل کار محکم‌سازی دیواره‌ها و سقف تونل پس از حفر است. این کار به چند روش از جمله مش‌گذاری بر روی سقف و دیواره‌ها و نصب میله‌های منحنی شکل (قاب) با فاصله‌هایی نزدیک به یکدیگر انجام می‌شود. در هر دو روش فوق دیواره و سقف با بتن در برابر ریزش‌های احتمالی مقاوم‌سازی می‌شود.

حفاری تونل‌ها در خاک به‌طور دستی و مکانیکی یا به‌طور خودکار و با مدد گرفتن از ماشین‌های حفار تونل انجام می‌شود. انتخاب روش تونل‌زنی در خاک و نحوه نگهداری آن با توجه به شرایط زمین، ابعاد حفاری زیرزمینی، مقدار پیشروی در هر مرحله و مانند آن انجام می‌شود. به‌طور کلی، حفاری در خاک در عمل تکرار چرخه‌ای متشکل از حفاری، خارج کردن مواد و قرار دادن حایلهاست.

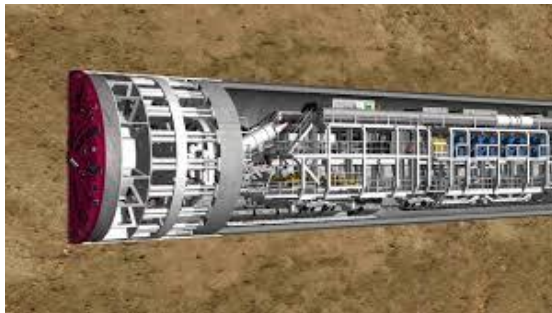
در روش سنتی، طول پیشروی در هر چرخه عمدتاً بستگی به شرایط زمین دارد و معمولاً از فاصله بین قاب‌ها یا صفحات پوششی تجاوز نمی‌کند.

روش دیگر حفاری و نگهداری خاک استفاده از سپر است. سپر اغلب به صورت استوانه‌ای است که به‌طور افقی قرار گرفته و از یک قاعده آن حفاری انجام می‌شود و پس از آنکه مواد حفاری شده تخلیه گردید، سپر به جلو رانده می‌شود.

البته از بهترین روش‌ها برای حفاری تونل‌های بلند، حفاری با دستگاه TBM می‌باشد.

اولین تونل‌های بلند همزمان با گسترش توسعه حمل و نقل زمینی و البته راه آهن احداث شد که به موجب آن در سال ۱۹۵۳ اولین TBM ساخته شد.

TBM دارای انواع مختلفی است اما بطور کلی نحوه کار آن بدین صورت است که در آن یک صفحه حفاری یا کنگی (Cutting Head) که روی آن ابزار برش (Cutting Tools) نصب شده است می‌چرخد و ضمناً بوسیله یک سیستم رانش هیدرولیکی بطرف سینه کار تونل فشار داده می‌شود و اینکار باعث خرد شدن و حفاری می‌شود.



TBM ها به ۳ دسته تقسیم میشوند:

۱- TBM بدون سپر یا باز (Open TBM)

در شرایطی که سنگ پایدار است و میزان نفوذ آب کم است از این دستگاه استفاده می‌شود و از آنجایی که چنگزن‌ها از طریق اعمال فشار بر دیواره‌های تونل تکیه گاه لازم برای نیروی رانش TBM را فراهم می‌آورند حد معینی از مقاومت سنگ برای پایداری در مقابل این نیروهای فشاری لازم است و حداً امکان برای جلوگیری از خرابی قسمت‌های متحرک هیدرولیکی باید پاشیدن شاتکریت در قسمت پشتیبانی انجام گیرد.

در این نوع دستگاه نیروی عکس‌العمل برای رانش صفحه حفاری به جلو توسط چنگزن‌هایی (Gripper) که به دیواره تونل تکیه می‌زنند تامین می‌شود بطوریکه صفحه حفاری تا آنجا که محور اصلی دستگاه جا دارد (به اندازه یک کورس جک‌های هیدرولیکی) به داخل سینه کار فشار داده می‌شود و در حقیقت یک سیکل پیشروی صفحه حفاری انجام می‌شود. سپس چنگزن‌ها جمع می‌شود و دستگاه برای آماده شدن جهت سیکل بعدی حفاری به جلو رانده می‌شود و مواد حفاری شده توسط

تسمه نقاله به پشت دستگاه منتقل شده و با استفاده از وسایل مناسب به بیرون از تونل انتقال داده می شود.



این TBM ها بصورت تک چنگزن و چنگزن دوبله موجود است و تفاوت اساسی بین این دو در این است که در تک چنگزن ها امکان اصلاح مسیر در حین عملیات حفاری وجود دارد ولی با چنگزن های دوبله راستای TBM باید قبل از شروع حفاری تنظیم شود.

۲- TBM تک سپری (Single Shield)

این نوع TBM در شرایطی که سنگ ناپایدار است و احتمال ریزش وجود دارد تا سپر محافظ آن مانعی باشد برای مهار سنگ و محافظت از پرسنل و تجهیزات باشد کاربرد دارد.

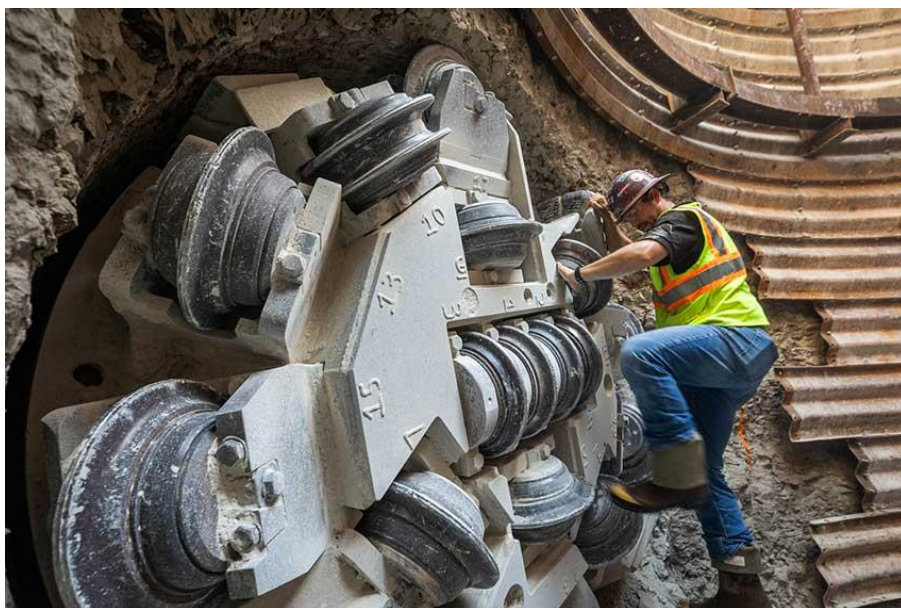
پوشش از سگمنت های پیش ساخته بتنی می باشد که توسط وسیله ای مخصوص در محل خود قرار داده و معمولاً به همدیگر پیچ می شوند.

در این TBM نیروی رانش ماشین توسط سگمنت ها تحمل می شود.

۳- TBM دو سپری (Double Shield)

دستگاه های دوسپری تکنیک های دستگاه های باز و تک سپری را با هم استفاده کرده تا در محدوده وسیعی از شرایط زمین شناسی کاربرد داشته باشد.

اساس کار این دستگاه بر پایه جک زدن بطور شعاعی به دیواره تونل و انجام حفاری و نصب سگمنت ها بطور همزمان است.



صفحه حفاری و سپر جلویی توسط جک های تلسکوپی به جلو هل داده میشوند و جک های کمکی رانش که در سپر عقبی قرار دارند فقط برای نگهداری سگمنت های کار گذاشته شده مورد استفاده قرار میگیرند. زمانی که جک های تلسکوپی کاملاً باز می شود چنگزن ها را آزاد نموده و سپر چنگزن به سمت سپر جلویی کشیده می شود.

در همین زمان جک های کمکی رانش برای محافظت آخرین حلقه سگمنت کار گذاشته شده باز می شوند.

نگهداری در طول عمل چنگزنی مجدد توسط کفشک های تکیه گاهی قائم و سپر جلویی و جک های کمکی رانش انجام می شود.

TBM های دو سپری قادرند همزمان با حفاری ، عمل نصب سگمنت ها را نیز انجام دهند و عمل حفاری در اینگونه **TBM** ها فقط برای مدت زمان کوتاهی جهت جلو رفتن سپر عقبی بعد از هر کورس حفاری متوقف می شود.

- در **TBM** تک سپری در حین نصب سگمنت دستگاه قادر به حفاری نیست بنابراین سرعت حفاری با یک دستگاه **TBM** دوسپری تقریباً دو برابر **TBM** تک سپری می باشد.

از مزایا و معایب استفاده از **TBM** بطور خلاصه میتوان به موارد زیر اشاره داشت:



- سرعت پیشروی بالا
- پیشروی غیر منقطع
- آسیب کمتر به توده سنگ های
- پیرامون تونل
- نیاز کمتر به پایدار سازی
- امنیت بیشتر کارگران
- امکان کنترل و هدایت از راه دور
- اقتصادی بودن در تونل های
- طویل

از معایب TBM میتوان به مقطع دایره ای شکل ثابت ، انعطاف پذیری محدود در مقابل تغییرات ، وضعیت زمین شناسی ، هزینه سرمایه گذاری بالا ، زمان طولانی مونتاژ و استقرار در سینه کار اشاره کرد.

اصولا بعد از TBM ، کله گاوی مهمترین وسیله برای حفاری تونل به روش مکانیزه است. کله گاوی در ابعاد و اندازه های مختلف وجود دارد.

اغلب کله گاوی ها متشکل از قسمت های زیر می باشند:



- تاج حفار (Cutting Head)
- بازوی هیدرولیکی که تاج حفار را به محل موردنظر می رساند
- بخشی برای ایجاد امکان حرکت افقی
- کلگی
- بخش بارگیری
- تسمه نقاله برای انتقال مواد حفاری شده
- سیستم چرخ زنجیری برای حرکت
- دستگاه
- شاسی
- سیستم الکتریکی و هیدرولیکی
- کابین اپراتور

بطور کلی دو نوع کله گاوی وجود دارد:

۱- کله گاوی از نوع تاج مخروطی

معمول ترین روش حفاری با دستگاه های کله گاوی می باشد و با توجه به زمان کمی که این دستگاه صرف خرد کردن یا نفوذ اولیه در سینه کار متشکل از سنگ سخت شده را دارد امکان حفاری سریعتر در اینگونه سنگ ها فراهم هست.

۲- کله گاوی از نوع تاج طبلیکی

این نوع مناسب برای حفاری شرایط سنگی نسبتا ضعیف مانند سنگ های رسوبی می باشد. البته مقاومت فشاری تک محوره دستگاه حفاری کله گاوی تاج طبلیکی بطور قابل ملاحظه ای بیشتر از کله گاوی تاج مخروطی می باشد که با افزایش مقاومت فشاری سنگ این اختلاف بیشتر نیز می شود.

در کله گاوی تاج مخروطی ، تاج حفار حول محوری موازی با بازوی حفاری (boom) می چرخد و در کله گاوی تاج طبلیکی ، تاج حفار حول محوری عمود بر بازو دوران می کند.

دستگاه های کله گاوی به عنوان یک دستگاه تونلسازی ، انعطاف پذیری و قابلیت جابجایی خوبی در شرایط مناسب را دارا می باشند و قابلیت حفر مقاطع تونل با شکل های مختلف از جمله خصوصیات اصلی دستگاه کله گاوی می باشد.

دستگاه های کله گاوی دوبازویی:

برای افزایش سرعت پیشروی در حفاری تونل از این دستگاه استفاده میگردد که قادر به حفاری و بارگیری تا حدود ۲۰۰ مترمکعب در ساعت می باشد و برای حفر تونل هایی با سطح مقطع چهارگوش بسیار مناسب است.

حفر تونل با چکش های ضربه ای هیدرولیک:

چکش های هیدرولیکی ۳ تنی با قدرت اعمال انرژی ضربه ای در حدود ۶۰۰۰ ژول کاربرد زیادی در حفر سنگ در تونلسازی دارد که چکش بر روی یک بازوی هیدرولیک مناسب و در مجموع بر روی یک شاسی متحرک سوار هستند. این روش حفر تونل برای چینه های با لایه بندی خوب و ترک دار روش مناسبی است. شرایط توده ای می تواند از نرخ پیشروی تا رسیدن به یک سرعت پیشروی که از جنبه اقتصادی مقرون به صرفه نباشد ، بکاهد. در سنگ های محکم که دارای درزه های زیاد باشند و رفتاری

شبه لایه های دارای باندهای ضعیف در بین لایه ها از خود نشان دهند، می توان با استفاده از چکش های ضربه ای بنحو موفقیت آمیزی اقدام به حفر تونل نمود.

مزایای اصلی این نوع روش حفر تونل عبارتند از :

- ۱- در این روش نیازی به چالزنی و آتشیاری جبهه کار تونل نیست.
- ۲- سنگ خرد شده را میتوان همزمان با حفر بارگیری نمود ، مشروط بر اینکه سطح مقطع تونل به حد کافی بزرگ باشد.



- ۳- قطعات بزرگ سنگ های خرد شده را میتوان با چرکش ضربه زن خردتر کرد و به اندازه موردنظر رساند تا انتقال و جابجایی مواد خرد شده با تقریباً کلیه سیستم های حمل و نقل بویژه نوار نقاله میسر است.
- ۴- حفر تونل تمام رخ با این روش در

بسیاری از شرایط زمین شناسی که سطح مقطع تونل از ۳۰ متر مربع متجاوز است ، امکان پذیر می باشد.

- ۵- محیط تونل با حداقل اضافه حفاری حفر میشود.

نحوه حفاری

حفاری در مرکز جبهه کار از حدود ۱ تا ۱/۵ متری بالای کف شروع و تا عمق حدود ۱/۵ تا ۲ متر حفاری می شود. عمل حفر تا دیواره های جانبی و کف ادامه می یابد و در نتیجه شکافی ایجاد می شود که سنگ های قسمت بالای جبهه کار روی آن قرار گرفته است. حفاری به سمت بالا تا تکمیل سطح مقطع تونل ادامه می یابد.

تونل ها امروزه دارای تأسیسات ایمنی و رفاهی بسیار گسترده ای هستند. مهم ترین و حداقل تأسیسات یک تونل (بنا بر بزرگی آن) دستگاه ها و سامانه های کنترل، اخطار و هدایت ترافیک، تهویه مطبوع، سنجش کربن دی اکسید و اعلام خطر، دود و آتش یاب، اطفاء حریق کاملاً خودکار، اعلام خطر و نورپردازی هستند تا جان انسان ها طی گذر از آن امن و محفوظ باشد. راه های ویژه گریز مردم در زمان خطر از مهم ترین زیرساخت های یک تونل محسوب می شوند.

در همین رابطه به منظور حفظ جان اکیپ های نگهداری و عابران در دیواره های پوششی تونل جان پناه پیش بینی میگردد که فاصله جان پناه ها بصورت چپ و راست ۵۰ متر که در هر جهت ۱۰۰ متر می باشد.

تونل های راه آهن

تونل های راه آهن از دیدگاه های مختلف و با شرایط متفاوت انواع مختلفی دارند:

- از نظر وجود لاینینگ (دیواره پوششی داخل تونل)

۱- بدون لاینینگ: جنس سنگ دیواره تونل دارای پایداری دراز مدت قابل قبولی است و معمولاً چنین تونلهایی دارای طول کوتاه می باشند.

۲- دارای لاینینگ غیرسازه ای و جلوگیری کننده از فرسایش: در این تونل ها با اجرای یک قشر پوشش غیر سازه ای از رسیدن هوا به مصالح سنگی جلوگیری شده و سنگ در شرایط پایدار خود حفظ میگردد.

۳- دارای لاینینگ سازه ای و باربر: تونلهای با پوشش سازه ای در مواقعی اجرا می گردند که توده سنگی مورد حفر ناپایدار بوده و نیازمند اجرای سازه ای برای حصول پایداری است.



گالری

تونل مصنوعی که برای جلوگیری از ریزش کوه و بهمن به داخل خط احداث میگردد.



گاباری

گاباری راه آهن به فضای اطراف واگن اطلاق می شود که برای امنیت عبور قطار در نظر گرفته میشود. در گاباری ارتفاع و عرض نسبت عکس دارند. لذا بمنظور تامین فضای کافی در طول خط برای عملیات تعمیر و نگهداری هیچ یک از قسمت های ابنیه فنی بزرگ شامل پل های جاده، دیوار حائل و ... نباید در خطوط مستقیم از محور خط کمتر از ۲/۸۰ متر فاصله داشته باشد.

ترانشه و برم

هرگاه برای ایجاد بستر راه نیاز به حفاری از سطح طبیعی زمین با شیب مناسب باشد به قسمت حفاری شده ترانشه گویند. شیب ترانشه ها بر حسب نوع زمین و ساختار سنگ ها به ترتیب ارتفاع قائم-عرض افقی در زمین های شن و ماسه بالای سطح آب زیرزمینی ۳به۲ و در خاک های رسی ۲به۱ می باشد.

برم عبارتست از کاهش سربار ترانشه به وسیله پله ای نمودن دیوار ترانشه. اجرای برم مطابق آئین نامه مشخصات فنی زیرسازی راه آهن (نشریه ۲۷۹) میبایست دارای عرض کف حداقل ۳ متر باشد.

انواع ترانشه ها:



- از نظر سیستم پایداری
- از نظر جنس زمین
- ۱- ترانشه خود پایدار طبیعی
- ۲- ترانشه پایدار شده مصنوعی
- ۳- ترانشه سنگی
- ۴- ترانشه خاکی پایدار شده با برم
- از نظر شکل ظاهری مقطع
- ۱- ترانشه با بال های متقارن (دوطرفه)
- ۲- ترانشه نامتقارن (یکطرفه)

دیوارهای حفاظتی

دیوارهای حفاظتی به شرح زیر تقسیم بندی میشوند:



- از نظر نوع مصالح
- ۱- سنگی (بنایی)
- ۲- بتنی
- ۳- خشکه چینی بصورت بلوگاژ
- ۴- گابیون
- ۵- فلزی

- از نظر سازه ای
- ۱- دیوارهای غیرسازه ای
- ۲- دیوارهای سازه ای وزنی
- ۳- دیوارهای خاک مسلح
- ۴- دیوارهای سازه ای طره ای

- از نظر عملکرد

- ۱- دیوارهای نگهبان (حائل یا ضامن)
- ۲- دیوارهای پوششی
- ۳- دیوارهای ساحلی یا سیل برگردان

انواع دیوارهای حفاظتی موجود در راه آهن ایران:

ضامن: دیوارهایی که جهت افزایش پایداری خاکریزهای با ارتفاع زیاد احداث می گردد.

حائل: دیوارهایی که برای افزایش پایداری ترانشه ها احداث و به دو نوع اکتیو و پسیو تقسیم بندی می گردند.

پوششی: دیوارهایی که دارای عملکرد پوششی بوده و عمدتاً بمنظور جلوگیری از فرسایش آبی یا هوازدگی ترانشه ها احداث میگردند.

گارد بالاستی: دیوارهایی هستند که در حاشیه بالایی خاکریزهای کم عرض قرار گرفته و باعث افزایش پایداری مصالح بالاست می گردند که در مواقعی لازم است در دیوار زهکشی دیده شود.

ساحلی و سیل برگردان: این دیوارها با هدف جلوگیری از آسیب آب در مواقع طغیان رودخانه و حفاظت جداره طبیعی زیرسازی راه آهن در مقابل گسترش بستر رودخانه احداث می شوند.



نمونه ای از یک دیوار حائل در راه آهن

فصل سوم

روسازی

فصل سوم (روسازی)

به مجموع بالاست ، تراورس ، ریل و مجموعه پابند که یک سیستم مناسب را برای سیر و حرکت قطار را فراهم می سازد روسازی راه آهن گفته می شود.

دقت در طراحی ، انتخاب مصالح مرغوب و اجرای دقیق روسازی از اهمیت ویژه ای برخوردار است . طراحی و اجراء باید به گونه ای انجام پذیرد که انتقال بار چرخ های قطار به لایه های زیرین و کاهش ضربات وارد به زیرسازی را کنترل نماید و مسیر ریلی را با حفظ مشخصات هندسی لازم بستری صاف بصورت ایمن و با کمترین سر و صدا و البته با صرف کمترین هزینه های احداث ، تعمیر و نگهداری برای سیر و حرکت انواع قطارها را احداث و مورد بهره برداری قرار دهد.

روش های اجرای روسازی و نصب خط در دنیا بسته به نوع کار، حجم کار، نوع روسازی که قرار است اجرا شود، کلاس بهره برداری از آن، بودجه راه آهن آن کشور و زمان پروژه، امکانات و تجهیزات در دسترس، محدودیت های موجود و سطح دانش پیمانکاران، متفاوت خواهد بود. روش های نصب خط می تواند از یک کشور به کشور دیگر و یا حتی از یک پروژه به پروژه دیگر متفاوت باشد. از طرفی، با پیشرفت سریع تکنولوژی ساخت در سال های اخیر، هر روز شاهد ایجاد روش های جدید و ماشین آلات جدیدی در این زمینه معرفی می شوند، لذا نمی توان کلیه روش ها را در یک جا گردآوری کرد. همچنین نمی توان یک روش را عیناً برای ایران توصیه کرد. چرا که روش نصب خط باید در هر پروژه ای با توجه به مواردی که در بالا به آن اشاره شد، طراحی شود.

با آنکه روش های نصب خط در دنیا بسیارند، ولی در تمام آن ها اصول کلی کار ثابت است؛ لذا می توان روش های نصب خط را از دیدگاه اصول کلی که در آن ها مشترک است، طبقه بندی نمود. روش های نصب خط را می توان به دو دسته عمده تقسیم کرد:

الف: روش گسسته.

ب: روش پیوسته.

در روش اول، خط به صورت بسته‌هایی با طول‌های محدود، از قبل تهیه شده و سپس به محل نصب حمل شده و نصب می‌گردد. در روش دوم کار به صورت پیوسته است، در این روش از ریل‌های طویل برای انجام کار استفاده می‌شود و عملیات نصب به صورت گسسته نمی‌باشد.

روش اجرای روسازی

روش‌های اجرای روسازی به سه دسته عمده تقسیم بندی می‌شود.

- روش سنتی
- روش نیمه مکانیزه
- روش مکانیزه (بوسیله جرثقیل‌های خط‌گذار)

در اینجا به یک نمونه روش اجرایی نیمه مکانیزه معمول در پروژه‌های روسازی اشاره می‌گردد.

• پخش بالاست

عملیات خاکی مسیر تکمیل می‌گردد و لایه ساب بالاست به لحاظ رقوم و تراکم و ضخامت کنترل شده و پس از تایید QC آماده اجرای عملیات روسازی خواهد بود. همزمان با اجرای عملیات خاکی می‌توان نسبت به دپو و ریشه کردن تراورس و ریل در کنار مسیر اقدام نمود. انجام این عملیات باید با در نظر گرفتن فاصله و شعاع لازم ماشین آلات باشد و به نحوی انجام پذیرد که به مصالح آسیبی وارد نگردد. همچنین در این مرحله باید به تعداد کافی رمپ‌هایی جهت حرکت کمپرسی‌ها بر روی مسیر به منظور تخلیه بالاست لایه اول پیش بینی گردد.

در ابتدا مسیر بالاست ریزی بر مبنای آکس محور پروژه توسط گروه نقشه برداری گچ ریزی شده و لایه اول بالاست بطور مستقیم از دپو به طول خط حمل و پخش می‌گردد که توسط فینیشر و کامیون صورت می‌پذیرد

در بالاست ریزی مرحله دوم و سوم با توجه به وجود خط اضافی در ایستگاه بالاست در مجاورت خط ایستگاه دپو خواهد شد و توسط یک دیزل با تعدادی واگن ۳۰ متر مکعبی بالاست در طول خط حمل و پخش خواهد شد.

- ریسه کردن ریل و تراورس

ریل‌ها در کنار خط پروژه و به موازات آن ریسه می‌گردند. بطوریکه توسط تریلی حمل (با توجه به اینکه تریلی در حالت عادی ۱۲ متر طول بار دارد بهتر است از تریلی کشویی استفاده گردد تا به اندازه طول ریل باز شود) و با جرثقیل در کنار خط ریسه می‌شوند

- نقشه‌برداری

بسته به روش نصب خط، لازم است که قبل از شروع عملیات، نقشه‌برداری و میخ‌کوبی کناره مسیر صورت گیرند. قبل از شروع عملیات نصب خط، میخ‌های فوق توسط مهندس ناظر کنترل خواهند شد. لازم به توضیح است در هر مرحله عملیات نقشه برداری مخصوص به آن عملیات با توجه به محور انجام می‌پذیرد که شامل تعیین خط گچ فینیشر بالاست قشر اول، تعیین مسیر خط گذاری با لحاظ قوس های موجود و در نهایت کنترل ارتفاع تاج ریل حین عملیات بالاست قشر دوم و سوم و تحکیم خط می باشد.

- اجرای لایه اول بالاست

در مرحله بعد لایه اول بالاست به ضخامت ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر توسط فینیشر بر روی مسیر پخش می‌گردد.

- تهیه خط (کوپلاژ)

ریل‌ها بطول ۱۸ متر در کارگاه مرکزی و یا در کارگاه های میانی روسازی مسیر روی تراورس بتنی قرار داده و با ادوات بسته می‌گردند. بدین صورت که پس از ریسه کردن تراورس و نصب آن‌ها به فاصله ۶۰ سانتی متر در کارگاه یا در محل اجرای روسازی، کوپلاژها مونتاژ می‌گردد. در ابتدا لازم است که یک فضای مشخص برای تهیه کوپلاژهای ۱۸ متری در کارگاه ها تخصیص داده شود.

برای ساخت سایت کوپلاژ، ابتدا باید نقشه محل کارگاه تهیه خط آماده شده و به تأیید دستگاه نظارت رسانده شود. منطقه مورد نظر آبپاشی و غلتک‌زنی شده و سایتی متناسب با مقدار تولید روزانه کوپلاژ آماده گردد. سپس دو ریل متناسب با عرض خط مورد نظر بر روی پلت فرم مسیر قرار گرفته و در صورتی که نیاز به احداث پلت فرمی دیگر در کنار هم باشد، باید فاصله دو پلت فرم طوری در نظر گرفته

شود که ماشین آلات بتوانند براحتی در بین آنها حرکت کنند و یا اینکه اگر در آینده نیاز به کشیدن راه آهن بین این دو سکو بود، این مطلب ممکن شود.

سپس یک لیفتراک یا جرثقیل کفی اقدام به پخش و ریشه کردن تراورس ها به فواصل ۶۰ سانتی متری بر روی محل های مذکور نموده، پدها بر روی تراورس قرار گرفته و با جرثقیل دو ریل، کوپلاژ در جای خود مستقر شده و در نهایت پابندها را جایگذاری و با استفاده از موتور پیچ بند، پیچ ها را می بندند، باید توجه داشت که همزمان تراورس های پلت فرم دوم توسط لیفتراک ریشه و آماده برای بستن ریل بر روی آنها می شوند.

این قطعات بسته شده بوسیله جرثقیل چرخ لاستیکی و روی واگن های مسطح قرقره دار در ۳ یا ۴ ردیف بارگیری و به محل اجرای روسازی فرستاده و سپس توسط جرثقیل های مستقر در طول خط، کوپلاژها تخلیه و نصب می گردد.

در مرحله بعد به صورت موقت درز ریل ها با فیش پلیت بسته شده تا امکان بالاستریزی و رلواژ در مراحل بعدی اجرای خط فراهم گردد.

انواع خطوط راه آهن

بطور کلی روسازی راه آهن به لحاظ سازه ای به دو دسته خطوط با بالاست و خطوط بدون بالاست تقسیم می شود که بر حسب شرایط مسیر و بررسی های فنی و اقتصادی میتوان از هر دو نوع این خطوط استفاده کرد.

خطوط با بالاست: این نوع خط شامل بالاست ، تراورس ، پابند و ریل است. استفاده از این نوع خط بسیار متداول بوده و عملکرد مطلوبی دارد. علیرغم هزینه بالای تعمیر و نگهداری خطوط بالاستی بالا است اما هزینه احداث آن بسیار پایین تر از خطوط بدون بالاست است ، در همین جهت احداث این خطوط در اکثر مواقع مقرون به صرفه تر می باشد.



(الف) - خط بالاستی

خطوط بدون بالاست : این نوع خط شامل یک دال بتنی پیش ساخته و یا بتن درجا است که ریل و صفحه لاستیکی زیر ریل بر روی آن قرار دارد و با پابندها تثبیت می شود. دال بتنی از نوع پیش تنیده معمولی می باشد. استفاده از این نوع خط در پلها و تونل های بزرگ ، محوطه بنادر و مناطق کویری مرسوم است. از عمده معایب این نوع خطوط میتوان به هزینه بسیار بالای احداث این نوع خطوط و سر و صدای بیشتر آن بخاطر حذف بالاست اشاره داشت.



(ب) - خط بدون بالاست (دال خط)

مشخصات اسلب تراک:

- کوپلاژ اسلب تراک بطول ۱۲ متر ، ارتفاع از کف تا سطح کلاhek ریل ۳۴ سانتی متر است.
- بدلیل کمی ارتفاع سطح فوقانی اسلب تا کف ریل (۵ سانتی متر) در مقابل طوفان شدید خروج ماسه روان از روی اسلب به کندی صورت می گیرد.
- بدلیل سطح زیاد نشیمنگاه ریل بر روی اسلب در محل نصب ادوات اتصال ریل به اسلب تجمع ماسه زیاد است.
- نصب اسلب تراک بر روی بستر زیرسازی باید با محاسبات دقیق و ضخامت مناسب تعریف شده و کوپلاژ اسلب غرق در بتن نصب شود تا در برابر حرکت‌های عرضی و طولی تثبیت شود و قسمت پیشانی طرفین اسلب حداقل به عرض ۶۰ سانتی متر با بتن همانند آسفالت صاف و صیقلی شود.

مشخصات اسلب تراک دو کوهانه:

- کوپلاژ اسلب تراک بطول ۱۸ متر ، ارتفاع از کف تا سطح کلاhek ریل ۵۰ سانتی متر است.
- نصب اسلب تراک بر روی بستر زیرسازی باید با محاسبات دقیق و ضخامت مناسب تعریف شده و تراورس های کوپلاژ دو کوهانه حداقل به مقدار ۱۰ سانتی متر غرق در بتن شود تا در برابر حرکت‌های عرضی و طولی کاملاً تثبیت شود و قسمت پیشانی طرفین اسلب حداقل به عرض ۶۰ سانتی متر با بتن همانند آسفالت صاف و صیقلی شود.



- در کوپلاژ دو کوهانه بدلیل ارتفاع زیاد از سطح سازه تا کف ریل (۱۳ سانتی متر) امکان حرکت ماسه روان در فضای زیادتر و صیقلی شده بهتر خواهد بود.
- در طرفین خط روی بستر زیرسازی کاملاً صاف می شود تا محل تجمع ماسه های روان نباشد.

بدلیل ارتفاع زیاد سطح صیقلی شده تا کلاhek ریل نگهداری خط و خروج ماسه روان در اسلب تراک دو کوهانه بهتر و مقرون بصره تر می باشد.

در تصویر بالا میتوان به راحتی تفاوت روسازی با دال خط کوهاندار و روسازی بالاستی در محور بم- زاهدان در محدوده ایستگاه نمکزار را مشاهده کرد.

مشخصات هندسی خط

عرض خط

کوچکترین فاصله عرضی بین لبه های داخلی دو ریل تا عمق ۱۴ میلیمتری از سطح فوقانی ریل ، عرض خط نام دارد و عرض خط در مسیرهای مستقیم راه آهن ایران ۱۴۳۵ میلیمتر می باشد و در قوس هایی با شعاع کمتر از ۲۵۰ متر لازم است اضافه عرض در خطوط طراحی گردد.

اضافه عرض خط در قوس ها به منظور تسهیل در محاط شدن قطار در پیچ بکار می رود.

اضافه عرض خط در قوس های مختلف بر حسب شعاع آنها مطابق جدول زیر می باشد:

شعاع قوس (متر)	اضافه عرض (میلی متر)
بیش از ۲۵۰	۰
۲۵۰ تا ۲۰۰	۵
۲۰۰ تا ۱۵۰	۱۰
۱۵۰ تا ۱۳۰	۱۵
۱۳۰ تا ۱۰۰	۲۰

با توجه به وجود شیب در بخش مخروطی چرخ های ناوگان برای افزایش پایداری آن ، لازم است تا ریل ها با شیب عرضی بر روی تراورس قرار گیرند. شیب عرضی ریل های خطوط راه آهن ۱ قائم به ۲۰ افقی می باشد و این شیب را میتوان بر روی تراورس و یا بر روی صفحات اتصالی پابندها تعبیه کرد.

شیب طولی

شیب خطوط راه آهن در صورت امکان طوری باید در نظر گرفته شود که هزینه احداث مسیر به حداقل ممکن برسد و بهتر است طراحی با شیب زیر شش در هزار (یعنی در هر ۱۰۰۰ متر حداکثر ۶ متر اختلاف ارتفاع به وجود آید) انجام پذیرد. در مناطق تپه ماهوری و برخی مناطق کوهستانی بر حسب عوارض طبیعی ، بهتر است حداکثر شیب دوازده و نیم در هزار و در مناطق کوهستانی و شرایط بسیار سخت با داشتن توجیه اقتصادی می توان از حداکثر شیب بیست و پنج در هزار استفاده نمود.

شیب عرضی (Dever)

از نظر هندسی خط آهن شامل قسمت های مستقیم است که با قوس ها بهم متصل می شوند. بطور عادی خطوط طوری نصب می گردند که در قسمت های مستقیم هر دو ریل در یک سطح واقع شوند در صورتیکه در قوس ها ریل خارجی نسبت به ریل داخلی بر حسب محاسباتی دقیق مرتفع تر نصب می گردد. این اضافه ارتفاع ریل خارجی را اصطلاحاً دور نامیده و با شیب عرض که در خط داده می شود تامین می گردد. میزان دور خط به شعاع قوس و سرعت حرکت و نوع ترافیک مسیر بستگی دارد. در مسیرهای مختلط به دلیل تفاوت سرعت نیاز به اعمال دور بهینه خواهد بود. در صورتیکه سرعت قطار از سرعت متناظر با این مقدار بیشتر شود (کسری دور وجود داشته باشد) نیروی بیشتری به ریل خارجی وارد خواهد شد و در صورتیکه سرعت کمتر از مقدار سرعت متناظر با دور بهینه باشد ، نیروی اضافی به ریل داخلی وارد خواهد شد.

تنظیم و تصحیح دور در قوس های واقع در خطوط بالاستی ، می توان با استفاده از تغییر دادن ضخامت بالاست در دو طرف خط صورت گیرد. به علت وجود نیرو های اضافی جبران نشده ، ناشی از اختلاف میزان دور واقعی و دور لازم ، همواره میزان دور به هم میخورد. بنابراین مقدار دور در قوس ها باید بطور مرتب کنترل و تصحیح شود. اینکار را میتوان با استفاده از ماشین زیرکوب و یا با روش سنتی و با دیلم کاری انجام داد. میزان شیب عرضی (دور) مطابق رابطه زیر می باشد :

$$h = 11.8 \frac{v^2}{R}$$

h : شیب عرضی (mm)

v : سرعت (km/h)

R : شعاع قوس (m)

انواع نیروهای وارد بر خطوط راه آهن

نیروهای وارد بر خطوط راه آهن را از نظر راستا و جهت اعمال نیرو میتوان در ۳ دسته طبقه بندی کرد:

- نیروهای قائم

- ۱- بارهای استاتیکی که وزن چرخ ها می باشند. در حال سکون ، حداکثر وزن هر محور در کشورهای مختلف فرق میکند که معمولا در راه آهن ایران بار محوری ۲۵ تن را در نظر می گیرند.
- ۲- بارهای دینامیکی در مورد بار استاتیکی چرخ های لکوموتیو است که موقع حرکت افزایش می یابد.

- نیروهای جانبی یا عرضی (نیروی افقی و عمود بر راستای خط)

- ۱- در محل تماس سطح چرخش طوقه چرخ با قارچ ریل که حد این نیرو برابر است با $P \cdot F$ (حاصل ضرب وزن چرخ در ضریب اصطکاک)
- ۲- موقعی که نیروهای عرضی بزرگتر از نیروی حاصله از اصطکاک چرخ و ریل شوند چرخ روی ریل لغزیده و در نتیجه برخوردی بین لبه طوقه چرخ و گونه داخلی قارچ ریل رخ میدهد.

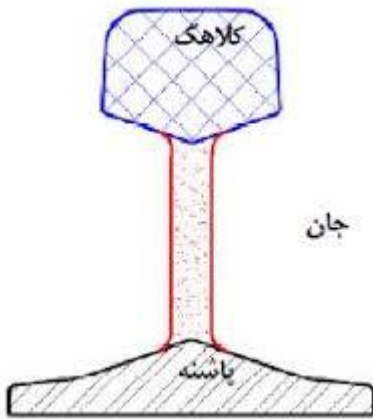
- نیروهای طولی (نیروی افقی و در راستای خط)

در قسمت های افقی و در فراز علت حرکت لکوموتیو آن است که چرخهای محرک لکوموتیو باعث ایجاد نیروی طولی می شوند. جهت این نیرو عکس جهت حرکت قطار است ، در حقیقت از جا کردن قطار و حرکت آن سبب می شود و در سرازیری همین که قطار ترمز می کند باعث ایجاد نیرو در ریل میگردد که جهتش همان جهت حرکت قطار می باشد.

ریل

ریل اصلی ترین جزء روسازی راه آهن می باشد که در تماس مستقیم با چرخ وسایل نقلیه ریلی قرار داشته و تحت بارهای متعددی در جهات قائم، طولی و جانبی می باشد.

ریل از ۳ قسمت زیر تشکیل شده است:



کلاهک: سر ریل که به کلاهک ریل یا شامپیون ریل معروف است سخت ترین قسمت ریل می باشد که در تماس مستقیم با چرخ ناوگان عبوری بوده و بیشترین وزن ریل را به خود اختصاص داده است و عمده خرابی های ریل هم مربوط به همین قسمت از ریل می باشد.

جان: تیغه ریل یا جان ریل قسمتی از حد واسط بین کلاهک ریل و کف آن می باشد و عهده دار انتقال نیروهای وارده از کلاهک ریل به کف ریل می باشد.

پاشنه: پاشنه یا کف ریل بر روی تراورس و صفحات پلاستیکی قرار می گیرد و نیروهای عمودی و افقی (شامل طولی و عرضی) چرخ را به تکیه گاه های زیرین منتقل می کند. عرض پاشنه پایداری ریل در مقابل واژگونی بر اثر اعمال نیروهای جانبی را تامین می کند.

وظایف ریل عبارت است از :

- تحمل بارهای چرخ (بارهای قائم ، جانبی و طولی) و انتقال آنها به تراورس های موجود در زیر آن

- هدایت چرخ ها در طول خط آهن و تامین مهار جانبی جهت حرکت ایمن آنها

- تامین یک سطح هموار جهت حرکت وسایل نقلیه ریلی

- توزیع نیروهای طولی ناشی از شتاب گیری و ترمز گرفتن قطار بر روی تکیه گاه

- ایفای نقش رسانای الکتریکی در خطوط ریلی برقی

- هدایت علایم الکتریکی و جریانات مربوط به سامانه مخابرات

طبقه بندی ریل ها: متناسب با نیازهایی که با افزایش بار محوری و سرعت عبوری وسایل نقلیه ریلی و به موازات تحول و توسعه حمل و نقل ریلی در پیش روی دست اندر کاران این صنعت قرار میگرفت مقاطع مختلفی از ریل ها طراحی و تولید شده اند و بطور کلی از سه دیدگاه طبقه بندی می شوند:

- از نظر شکل هندسی

- ۱- ریل های دو قارچی (دارای دو کلاهک)
- ۲- ریل های پاشنه دار (پایه تخت)
- ۳- ریل های قاشقی : مناسب برای اسکله ها ، بار اندازهای بنادر ، خیابان ها و اماکنی با تردد وسائط نقلیه ریلی و جاده ای
- ۴- ریل های خاص

- از نظر وزن

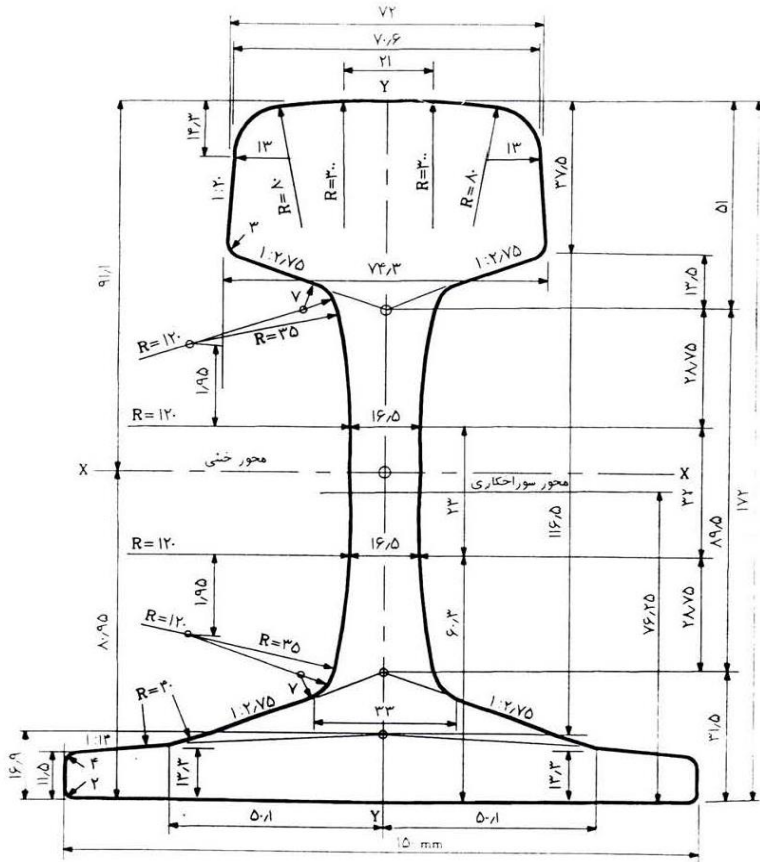
- از نظر طول

- ۱- ریل های کوتاه (۱۸متری)
- ۲- ریل های طویل (بیش از ۱۸ متری که از جوشکاری شاخه های ریل ۱۸متری به هم ساخته میشوند)
- ۳- خطوط با ریل پیوسته (CWR) : منظور از ریل پیوسته ، ریل هایی است که در تمام طول خود با جوش مخصوص ریل به هم پیوسته شده اند. امروزه با افزایش بار محوری و سرعت عبوری ناوگان ریلی ، در اغلب خطوط راه آهن از ریل های پیوسته استفاده می گردد. از مزایای استفاده از ریل های پیوسته عبارتند از :
 - کاهش هزینه های نگهداری خط با حذف تعداد زیادی از اتصالات
 - اضافه شدن عمر ریل ها و وسایل نقلیه ریلی
 - تقلیل حرکت های ارتعاشی روی خط جوشکاری شده، کاهش سر و صدا و فراهم آوردن یک حرکت روان
 - کاهش تنش های روی تراورس در محل درز
 - به حداقل رسیدن یا حتی حذف لغزش خط
 - امکان رسیدن به سرعت های بالاتر
 - برطرف شدن مساله شکستگی ریل در محل درز



مشخصات ریل های موجود در کشور:

عمده ریل هایی که در حال حاضر در خطوط شبکه استفاده شده و موجود است بترتیب قدمت آن ریلهای ۳۸، ۲۸، ۳۳، ۵۰، ۶۰ UIC می باشد. امروزه در تمام خطوط جدید از ریل های ۶۰ UIC استفاده می شود.



۶۰/۳۴(Kg/m)	وزن واحد طول
۷۵۸۷(mm ²)	سطح مقطع
۳۰۱۵۵×۱۰ ^۶ (mm ^۴)	ممان اینرسی حول محور X
۲۷۶×۱۰ ^۳ (mm ^۳)	مدول مقطع فوقانی
۳۳۵×۱۰ ^۳ (mm ^۳)	مدول مقطع تحتانی

مقطع ریل UIC۶۰

در راه آهن کشور ریل ها از لحاظ سختی در مقابل سایش در دو نوع بکار رفته است:

- ۱- ریلی معمولی (۷۰-۸۰ کیلوگرم بر میلیمتر مربع) که برای مسیر مستقیم بکار میرود.
- ۲- ریل هایی با مقاومت ۹۰ کیلوگرم بر میلیمتر مربع که در قوسهای با شعاع کوچکتر از ۴۰۰ متر استفاده می شود تا در مقابل سایش مقاوم تر بوده و احتیاج به تعویض زودرس ریل نگردد.

وزن ریل	ابعاد مقطع عرضی ریل ها				نوع ریل
	ارتفاع	عرض سطح فوقانی	قطر کمر	عرض کف	
kg/m	mm	mm	mm	mm	
۳۸/۴۱۶	۱۳۵	۶۸	۱۳	۱۱۴	۲A
۳۳/۴۸۰	۱۲۸	۶۰	۱۲	۱۱۰	۳A
۳۴/۷۰۰	۱۱۷/۵	۶۱/۹	۱۳/۱	۱۱۷/۵	آمریکن
۳۰/۹۰۰	۱۲۰/۵	۵۳/۶	۱۲	۱۰۰	۴A
۴۶/۳۰۳	۱۴۵	۶۲	۱۵	۱۳۴	U۳۳
۵۰/۱۸	۱۵۲	۷۰	۱۵	۱۲۵	UIC۵۰
۶۰/۳۴	۱۷۲	۷۲	۱۶/۵	۱۵۰	UIC۶۰
۵۱/۸۰	۱۵۲	۷۲	۱۵/۵۰	۱۳۲	P۵۰ روسی

ابعاد مقطع عرضی ریلهای موجود در کشور

نوع ریل	۲A	۳A	آمریکن	۴A	U۳۳	UIC۵۰	UIC ۶۰	P۵۰ روسی	P۶۵ روسی
طول ریل ها	۱۲/۵	۱۲	۱۰	۱۲/۸	۱۸	۱۲/۵۱	۱۸	۱۸	۱۸
	معمولی (m)				۱۲/۵		۲۵ ۳۶		
ریل ها	۱۲/۴۶	۱۱/۹۶	۹/۵	۱۲/۷۲۵	۱۲/۴۶۰	۱۲/۴۶۰	-	۱۲/۵	۱۲/۵
	۱۲/۴۲	۱۱/۸۹			۱۲/۴۲۰	۱۲/۴۲۰			
	۱۲/۳۸				۱۲/۳۸۰	۱۲/۳۸۰			
کوته (m)									

طول انواع ریل های مورد استفاده در کشور

ریل مناسب ریلی است که:

- دارای صلبیت جانبی و قائم باشد.
- به راحتی به صفحه اتصال وصل شود.
- تار خنثی ریل باید در نزدیکی وصل ارتفاع ریل باشد.
- سطح داخلی و سطح روی ریل باید به حد کافی سخت باشد.
- پایه ریل باید به حد کافی عریض باشد.
- مقاومت جان ریل باید به حدی باشد تا در مقابل بارها مقاومت کند.
- ضریب اطمینان خوبی در برابر تنش های وارده داشته باشد.

عمر مفید ریل

مدت زمان کارکرد ریل بدون وقوع شکست ، ساییدگی و خرابی های غیرمجاز عمر مفید ریل نام دارد که به عوامل متعددی بستگی دارد که مهمترین آنها میتوان به میزان بار ناخالص عبوری سالیانه، بار محوری عبوری، نحوه نگهداری، حداکثر سرعت عبوری، هندسه خط (شعاع قوس ها) و مقاومت خستگی ریل اشاره داشت.

خرابی ریل ها

معایب داخلی در هنگام تولید ریل و تغییرات خواص هندسی و مکانیکی ریل تحت تاثیر عبور و مرور قطار که امر بهره برداری را دچار اختلال سازد، خرابی ریل نام دارد و در صورتیکه هر یک از خرابی ها در ریل تشخیص داده شود باید سریعاً نسبت به ترمیم خرابی و تعویض ریل در ناحیه خرابی اقدام شود. در ادامه به بررسی تعدادی از خرابی های ریل (علل آن و روش های پیشگیرانه و راهکارهای مقابله با خرابی ها) می پردازیم.

سایش سطح ریل

سایش یکی از مهمترین عوامل در کاهش طول عمر ریل در خطوط راه آهن ایران است. سایش خط به دو صورت سایش چرخ و سایش ریل مشاهده می شود که سایش ریل در دو حالت قائم و جانبی و سایش چرخ در دو محل طوقه و فلانچ ایجاد می گردد ، بطوریکه سایش فلانچ از اهمیت بیشتری برخوردار است.

بطور کلی از دلایل فرسایش ریل میتوان به موارد زیر اشاره داشت:

- سطح ریل در اثر سایش چرخ فرسوده می شود
- در اثر زنگ زدگی
- در اثر آسیاب شدن دانه ماسه ای

(فرسایش جانبی یکی از مخرب ترین عوامل انهدام ریل بوده و عمدتاً در قوسها صورت می پذیرد.)

تمهیداتی برای کاهش فرسایش ریلها:

- شیب دار نمودن سطح طوقه چرخ
- ایجاد نگهداری خوب و مطمئن برای ریلها
- تعویض ریلها در صورت تجاوز میزان فرسایش از ۵ درصد وزنی
- متراکم کردن کافی بالاست
- روغن کاری سطح داخلی ریل خارج

ریلهای سائیده شده در شرایط زیر نباید مورد استفاده قرار گیرد:

- در صورتیکه سائیدگی ریل بیش از ۵/۰ یا ۸/۰ باشد.
- در صورتیکه سر ریل ۱۰ میلیمتر یا بیشتر سائیده شده باشد.
- اگر وجه داخلی ریل ۳ میلیمتر یا بیشتر سائیده شده باشد.

- در صورتیکه جان ریل یا سر ریل ترک برداشته باشد.
- در صورتیکه سطح داخلی ریل سائیده و شکل طوقه در آمده باشد.

روش های کاهش سایش چرخ و ریل:

- اعمال نظارت بر سیستم بارگیری واگنها بطوریکه واگنها در بارگیری عمل تقارن بارگیری را رعایت نمایند.
- در منطقه با قوس کمتر از ۳۰۰ متر از بکارگیری بوژیهای سه محوره اجتناب گردد.
- ضخامت طوقه چرخ ها بیش از ۶۵-۷۰ میلیمتر اختیار گردد و در صورتیکه طوقه چرخ در اثر سایش به ضخامت زیر ۳۰ میلیمتر کاهش یابد نباید در خطوط مورد استفاده قرار گیرد.
- از اتصالات جوشی استفاده شود و سیستم ریلهای ممتد بکار گرفته شود.
- استفاده از سوزنهای مربوط به قوس های ۳۰۰ متری جهت کاهش سایش توصیه می گردد.
- در صورت امکان از پروفیل ریل و چرخ نامتقارن برای تقویت تماس مناسب بوژی با سطح ریل و در نتیجه کاهش سایش استفاده گردد.
- عملیات ریل سابی بایستی طوری انجام گیرد که سطح تماس بین ریل و چرخ ، بخصوص در طول انشعاب، به بیشترین حد برسد.
- عملیات ریل سابی بایستی توسط دستگاه ریل ساب انجام شود و در صورتیکه کار بر روی خطوط ریلی با محور سنگین مورد نظر باشد بایستی از روش ریل سابی غیر متقارن استفاده گردد.
- ریل سابی باید برای ناهمواری های به عمق حداکثر ۰/۴ میلیمتر انجام شود. برای ناهمواری های عمیق تر باید از تراش ریل استفاده کرد.

ناهمواری های موجی شکل ریل (کاریوگیشن)

این نوع خرابی ریل با کد ۲۲۰۱ برای موجهای با گام کوتاه و با کد ۲۲۰۲ برای موجهای با گام بلند اطلاق می شود.

معایب روی سطح ریل در حالت کلی به دو دسته متناوب و نامتناوب تقسیم بندی می شوند. معایب متناوب عموماً ناهمواری های موجی شکل روی سطح ریل می باشند که بسته به طول آنها طبقه بندی می شوند.

پدیده کاریوگیشن به وسیله موجهای متوالی با راسهای براق و گودی های کدر در روی سطح ریل مشخص می شوند. فاصله بین راس موجها از ۳۰ تا ۳۰۰ میلیمتر برای طول موج کوتاه و ۳۳۰ تا ۳۰۰۰ میلیمتر برای طول موج بلند تغییر می یابد.

کاریوگیشن عمدتاً در بخش هایی از خطوط مستقیم و همچنین در قوسهای با شعاع بزرگتر بوجود می آید. این پدیده تنها در خطوط سریع السیر باری و ترکیبی دیده شده و جز معضلات آنها نیز بشمار می رود.

طبقه بندی اولیه پدیده کاریوگیشن عبارت از موارد زیر می باشد:

- کاریوگیشن خطوط باری سنگین: این نوع کاریوگیشن دارای طول موج بلند بوده و به خطوط باری سنگین مربوط می شود و معمولاً از جوشها و درزها و ناهمواریهای منفرد دیگر به سطح ریل توسعه می یابد. طول موج شاخص ۲۰۰-۳۰۰ میلیمتر این نوع ناهمواری به یک فرکانس ۳۰ هرتزی مرتبط می شود. در قسمت هایی از خط که کاریوگیشن وجود دارد بالاست اطراف تراورس ها بیشتر پخش شده و از دور شبیه سنگ دانه های سفیدی که بر روی شنهای کدر بالاست ریخته شده است دیده می شوند. تنها راه چاره این نوع کاریوگیشن انتخاب ریل با فولاد سخت و مطمئن شدن از بسیار کوچک بودن ناهمواری های راس ریل می باشد. قاعدتاً راه چاره مورد قبول عموم برای کاریوگیشن موجود، سنگ زنی و هموار کردن سطح ریل و سر راست کردن جوشهاست، بدین ترتیب ناهمواری اولیه سطح ریل به حداقل رسیده و نیروهای دینامیکی کاهش می یابد.
- کاریوگیشن ریلهای سبک: این نوع کاریوگیشن در ریلهای سبک بوجود می آید. این نوع ناهمواری از محل جوشها توسعه می یابد و طول موج آن در حدود ۱۵۰۰-۵۰۰ میلیمتر میباشد. راه حل اساسی برای پیشگیری از این نوع ناهمواری تسطیح راس ریل در محل جوشها و حذف هرگونه ناهمواری احتمالی است.
- کاریوگیشن های تراورسهای صفحه دار: در بعضی از خطوط راه آهن و خصوصاً مترو از تراورسهای دو تکه با صفحات ارتجاعی نرم استفاده میشود و کاریوگیشن در چنین سیستمی خصوصاً در قوسهای با شعاع کمتر از ۴۰۰ متر مشاهده شده است و معمولاً ترکهای مویی در کنج داخلی ریل بوجود می آید. بهترین روش برای پیشگیری و توسعه استفاده از صفحه نرم زیر ریل و روش دیگر روغن کاری کنج داخلی ریل خارجی قوس می باشد.
- کاریوگیشن خستگی تماسی در قوسها: در جاهایی که این نوع کاریوگیشن اتفاق می افتد سطح ریل معمولاً پوسته پوسته می شود. راه حل پیشگیری به دو مرحله صورت می گیرد که ابتدا با

روغنکاری از تشکیل ترکهای خستگی پیشگیری و سپس با سنگ زنی منظم و سبک از گسترش ترکهای مویی جلوگیری می شود.

- کاریوگیشن ریل شیاردار: نوعی که در آن برآمدگی و گودی ناهمواری براق بوده و گودها کاملاً ساییده شده و در کل عرض قارچ ریل بوجود آمده باشد. این نوع اکثراً در خطوط تراموا و مترو خصوصاً در قوسها با شعاع کم بوجود می آید. سنگ زنی این نوع کاریوگیشن از سطح ریل اجباری و روش موثر جهت کم کردن توسعه شیارها روغنکاری کنج داخلی ریل بیرونی است.
- کاریوگیشن ریل پر سر و صدا: غالباً این نوع ناهمواری در خطوط مستقیم یا در قوسهای عریضی که تماسی بین لبه چرخ و ریل صورت نمی گیرد اتفاق می افتد و تنها راه معقول برای اصلاح ریل موج دار، استفاده از روش سنگ زنی و حذف ناهمواری ها از روی ریل می باشد.

ترک های طولی در جان و ناحیه اتصال کلاhek به جان

این نوع عیب در انتهای ریل بوجود می آید و باعث جدا شدن کلاhek از جان می شود. شروع این ترکها به موازات کلاhek است و سپس به سمت بالا، پایین و یا هر دو طرف منحرف می شود. این نوع ترک باید با جایگزینی یک قطعه ریل سالم در ناحیه ترک خورده و جوش آن ترمیم شود.

ترکهای ستاره ای در سوراخ های ریل

این ترکها تحت تاثیر بارهای عبوری در سوراخ های مربوط به قطعات اتصالی ریل بوجود می آید. این ترکها در ابتدا دارای زاویه ۴۵ درجه هستند. این نوع خرابی باید با برش ریل در طول خرابی و جایگزینی آن با ریل سالم ترمیم شود.

شکست عرضی ریل

این نوع خرابی معمولاً بصورت ناگهانی و بدون وجود علائم قبلی و بیشتر در مناطق با آب و هوای سرد اتفاق می افتد. در صورتیکه این نوع خرابی حین عبور قطار ایجاد شود، ممکن است باعث ایجاد سانحه گردد. پس از ایجاد شکست ریل، بلافاصله باید نسبت به تعویض ریل اقدام شود.

لکه تخم مرغی

این نوع خرابی که به ناپیوستگی تخم مرغی شکل داخلی اولیه مربوط می شود، از عملیات حرارتی در زمان تولید ریل ناشی می گردد و پس از بهره برداری به سطح ریل گسترش پیدا می کند و باعث شکست آن می شود. لازم است تا با انجام بازرسی های دوره ای ریل بصورت چشمی و با کمک دستگاه های

تشخیص ماوراء صوتی نسبت به شناسایی این نوع خرابی اقدام شود. پس از شناسایی این نوع خرابی باید قطعه کوتاهی از ریل در این قسمت جایگزین و جوش داده شود.

پوسته شدن سطح چرخش ریل

این نوع خرابی شامل شکل های نامنظم و پوسته پوسته شدن رویه کلاhek ریل است که معمولاً عمقی در حدود چند میلیمتر دارد. این نوع خرابی در یک نقطه خاص رخ نمی دهد و همیشه در یک طول نسبتاً وسیع ایجاد می شود. پس از شناسایی این نوع خرابی باید نسبت به تعویض ریل در ناحیه مورد نظر اقدام شود.

پوسته شدن لبه داخلی کلاhek ریل

این خرابی بصورت لکه های تیره رنگ که در لبه داخلی کلاhek ریل پراکنده شده اند ظاهر می شود. لکه های تیره رنگ که نشانه های اولیه از همپاشی فولاد ریل است، پس از یک دوره تکامل بصورت دو لبه در سطح جانبی کلاhek ریل ظاهر می شود و نهایتاً باعث ایجاد ترک و پوسته پوسته شدن لبه داخلی کلاhek می شود. این نوع خرابی بیشتر در ریل های خارجی قوسها که برای جلوگیری از سایش جانبی، روغن کاری شده اند بوجود می آید. پس از گسترش این خرابی ریل باید تعویض شود.

سوختگی موضعی سطح کلاhek

سوختگی موضعی که در اثر درجا زدن چرخ بر روی ریل ناشی می شود بصورت لکه های بیضی شکل ناپیوسته ظاهر می شود که ممکن است تدریجاً از بین برود و یا توسعه پیدا کند. گسترش این نوع خرابی می تواند بصورت سطحی یا عرضی باشد. گسترش سطحی منجر به پوسته پوسته شدن کلاhek ریل و گسترش عرضی منجر به شکست کلاhek ریل می شود. ترمیم این نوع خرابی در مراحل اولیه می تواند با ریل سابی سطح ریل صورت گیرد ولی در مراحل رشد بیشتر باید نسبت به جایگزینی و جوش یک قطعه ریل اقدام شود.

سوختگی پیوسته روی کلاhek ریل

سوختگی پیوسته ریل در اثر کشیده شدن چرخ بر روی ریل در اثر ترمز ایجاد می شود. این خرابی بصورت امواج افقی در کلاhek ریل و یا بروز ترکهای ریز با عمق زیاد روی کلاhek ظاهر می شود که در هوای سرد باعث شکست ریل می شود. ترمیم خرابی در مراحل اولیه از طریق ریل سابی ممکن است اما در صورت گسترش نسبت به تعویض ریل باید اقدام گردد.

ترک های قائم طولی در جان ریل

این نوع خرابی بصورت یک ترک قائم در جان ریل است. این خرابی در زمان تولید ریل بوجود می آید و در صورتی که با سایر خرابی ها همراه باشد، منجر به شکست ریل می شود. این خرابی باید بوسیله دستگاه های ماوراء صوت شناسایی شده و بخشی از ریل که دچار خرابی شده، تعویض شود.

ترک قائم طولی کف ریل

این خرابی بصورت یک ترک قائم در کف ریل شروع می شود و در صورت ادامه بهره برداری منجر به شکست ناگهانی به ویژه در آب و هوای سرد می شود. این نوع خرابی نیز هنگام تولید ریل بوجود می آید. با شناسایی این نوع خرابی باید نسبت به تعویض ریل در بخش مورد نظر اقدام شود.

ترکهای عرضی ریل

این نوع خراب از بخش جوش شده، خرابی داخلی کلاhek ریل و یا خرابی کف ریل شروع می شوند و در نهایت باعث گسیختگی ریل می شود. برای ترمیم آن باید از جوش مجدد یا جایگزینی ریل استفاده شود.

ترک افقی جان

این نوع خرابی ها از نقاط اتصال جوشی بصورت عمودی بر مقطع جوش، شروع شده به شکل منحنی به سمت بالا یا پایین توسعه پیدا می کند. برای ترمیم باید از جایگزینی و جوش قطعه کوتاهی از ریل استفاده شود.

ترکهای عرضی کلاhek ریل

این نوع خرابی در اثر خستگی سطوح ترمیم شده در ریل بصورت عرضی ایجاد می شود و معمولاً از محل های جوش داده شده شروع می شود. ترمیم آن باید از طریق جایگزینی یک قطعه ریل و جوش آن صورت گیرد.

ترک عرضی در محل اتصالات الکتریکی

ترکها در این نوع خرابی ممکن است از وجه بیرونی کلاhek، یک طرف جان و یا یکی از بالهای کف ریل شروع شود. برای تعمیر این نوع خرابی، اتصال قطعه کوتاهی از ریل الزامی است.

دپوی ریل ها

نکات زیر در مورد دپوی ریلها باید مدنظر گرفته شود:

- در تخلیه و بارگیری ریل ها حتما از قلاب های مخصوص ریل استفاده گردد و از بکارگیری سیم بکسل و یا زنجیر در تخلیه و بارگیری ریل ها بایستی اکیدا اجتناب گردد.
- در زمان دپوی ریل ها باید محوطه ای انتخاب شود که قبلا با مصالح مناسب شن ریزی شده و پس از غلطک زنی از تراکم حداقل ۸۵ درصد برخوردار باشد.
- در دپوی ریل نباید حداکثر از ۴ طبقه روی هم تجاوز نماید.

درز ریل

به منظور آنکه ازدیاد یا کاهش طول ریل بر اثر تغییرات دمای محیط امکان پذیر باشد، شاخه های ریل را با صفحات اتصالی به یکدیگر متصل می کنند و در محل اتصال بین دو ریل فاصله آزاد مشخصی را قرار می دهند که به درز انبساط موسوم است. تعبیه درز انبساط از به وجود آمدن نیروهای طولی و افزایش خطر کمانش خط آهن جلوگیری می کند. با این حال وجود درز انبساط در خطوط راه آهن دارای معایب متعددی است از جمله:

- ضعیف شدن سازه خط آهن
 - ایجاد نیروهای دینامیکی بسیار بزرگ به هنگام عبور قطار از محل درز
 - افزایش میزان مصرف سوخت
 - کاهش عمر مفید اجزای خط شامل ریل ها ، تراورسها ، پابندها و ...
 - افزایش حجم عملیات تعمیر و نگهداری به میزان ۲۵٪
 - افزایش هزینه انجام عملیات تعمیر و نگهداری خط و وسایل نقلیه ریلی
 - بروز معایبی همچون لهیدگی انتهای ریل ها و بروز شکستگی ناشی از خستگی در آنها
 - ایجاد سر و صدای زیاد به هنگام عبور چرخ از روی درز
 - از بین رفتن هندسه مطلوب خط در مدت زمانی کوتاه
- درز ریل ها از ضعیف ترین قسمت های یک خط محسوب می شوند. گاهی مقاومت خط در یک درز ریل تا ۵۰٪ کاهش می یابد. میتوان با رعایت موارد زیر جهت کاهش و کم رنگ نمودن معایب درز ریل اقدام نمود:

- انتهای قطار باید در جهت افقی و قائم بدون اعوجاج و تغییر مکان بیش از حد باقی بماند. این مورد در جلوگیری از پرش خط و عدم انحراف از مسیر صحیح ضروری است.

- درز ریل باید دارای سختی و مقاومتی مشابه با خود ریل باشد و در جهت قائم و افقی از الاستیسیته لازم برخوردار باشد.
 - درز ریل ها باید فضای کافی برای انبساط و انقباض ریل را جهت تاثیرات درجه حرارت فراهم آورند.
 - یک درز ریل باید به آسانی قابلیت جدا شدن از خط را بدون اختلال در کل سازه خط داشته بشد و نباید اجازه لهیده شدن سر ریل را بدهد.
 - درز ریل باید موارد بالا را با کمترین هزینه اولیه و نگهداری برآورد سازد.
- فاصله بین دو ریل معمولاً بین ۳ تا ۱۴ میلیمتر انتخاب می شود. دو عامل درجه حرارت محیط در زمان نصب ریل و حداکثر درجه حرارت ریل در مدت بهره برداری در انتخاب مقدار درز تعیین کننده هستند.

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

وصله ریل

تا اوایل قرن بیستم میلادی که فناوری جوشکاری شاخه های ریل به یکدیگر و همچنین صنعت تولید ریل های طویل به وجود نیامده بود استفاده از ادوات اتصال (صفحات اتصالی) تنها راه متصل کردن ریل ها به هم بود.

وصله ها ریل باعث کاهش سختی خط ، خرابی سطح ریل و انتهای اتصالات ، ایجاد سطح ناهموار حرکت ، ایجاد لرزش نامطلوب ، افزایش ضریب دینامیکی بارها ، افزایش تنش های اعمال شده بر بالاست و

بستر ، افزایش نشست دائمی خط و افزایش سرعت زوال خط می گردد . لذا امروزه تا حد امکان از این وصله ها استفاده نمی شود و از فناوری جوشکاری درز ریل و ریل های طویل استفاده میگردد.

جوش درز ریل

جوشکاری ریل یکی از کارهای تخصصی در اجرای روسازی راه آهن است و از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. با جوشکاری درز ریل اهداف زیر حاصل میگردد:

- افزایش طول پیوسته ریل و در نتیجه کاهش تعداد درزها و ادوات اتصال
- غلبه بر ضعف خط در محل درز
- صرفه جویی اقتصادی با کاهش حجم عملیات تعمیر و نگهداری و افزایش طول عمر خط
- تعمیر ریل های سایب یافته و آسیب دیده
- بازسازی دستگاه خطوط در قسمت های ساییده شده
- بازسازی معایبی همچون سوختگی کلاhek ریل ناشی از لغزیدن چرخ بر روی آن و سایر معایب فولاد ریل

روش های مرسوم در جوش درز ریل در راه آهن ایران عبارتند از:

جوشکاری سر به سر جرقه ای (الکتریک)

جوشکاری سر به سر جرقه ای که نوعی جوشکاری مقاومت الکتریکی می باشد برحسب جریان، تغییر مکان و فشار تعریف می شود. پس از اعمال جریان الکتریکی در هر دو انتهای ریل، پیش گرمی آغاز میگردد و سپس سیکل دوم جریان الکتریکی آغاز شده و در خلال آن انتهای دو ریل به یکدیگر فشرده شده و شدت جریان افزایش می یابد.

جهت ایجاد جوش باکیفیت مناسب قبل از عملیات باید نسبت به مسطح نمودن سطوح تماس بدون ایجاد فرورفتگی اقدام نمود. ناحیه سطح ریل و بخش های مجاور آن باید قبل از فشار دو انتهای ریل به یکدیگر به درجه حرارت مذاب رسیده باشند تا از ایجاد پوکی های میکروسکوپی و ناخالصی های غیرفلزی در درز جوشکاری جلوگیری بعمل آید.

جوشکاری الکتریک متحرک (ماشین جوش درز ریل)

جوشکاری الکتریک متحرک برای اولین بار در کشور اوکراین ساخته شد و در سال ۱۹۷۳ توسط Plasser & Theurer به شبکه راه آهن اروپا معرفی گردید.

با استفاده از این ماشین میتوان درز ریلها را جوش داده و ریلها را بصورت پیوسته در آورد. این ماشین یک فک دارد که عملیات جوشکاری الکتریکی توسط آن انجام می شود.

مراحل انجام جوشکاری توسط کلگی ماشین جوش الکتریکی:

- ۱- گرفتن دو ریل توسط گیره های مخصوص و انجام تنظیم و تراز و روبروی هم قرار دادن آنها
- ۲- انجام عملیات پیشگرم کردن ریلها
- ۳- گرم کردن ریلها با استفاده از جریان برق و پدیده قوس الکتریک تا حد ذوب
- ۴- پرس کردن ریلها به یکدیگر
- ۵- بریدن اضافه جوش
- ۶- آزاد کردن ریلها

از لحاظ اجرایی مراحل جوشکاری ریل UIC۶۰ به روش جوش الکتریک متحرک درز ریل به شرح زیر می باشد:

- ۱- بستن فک ها
- ۲- شروع جوشکاری
- ۳- مرحله گرم شدن ریل با ولتاژ سیم پیچ اولیه ترانس جوشکاری ۴۰۰ ولت در زمان ۶۰ ثانیه
- ۴- مرحله شروع جرقه و سرخ و نرم شدن آلیاژ لبه ریل با ولتاژ ۳۰۰ ولت و زمان ۱۱۵ ثانیه
- ۵- مرحله افزایش ولتاژ قبل از پرس با ولتاژ ۴۰۰ ولت و زمان ۱۰ ثانیه
- ۶- پرس تحت ولتاژ ۴۰۰ ولت در زمان ۱ ثانیه و مقدار پرس ۱۲ میلیمتر
- ۷- فک سمت مقابل قیچی بی فشار می گردد.
- ۸- عمل پرس تمام شده
- ۹- فک سمت قیچی بی فشار می گردد.
- ۱۰- عمل قیچی انجام شده
- ۱۱- فک ها باز می شوند.

دستورالعمل کنترل کیفیت عملیات ماشین جوش الکتریک:

-قبل از جوشکاری دو ریل کاملاً تراز گردیده و به طول حداقل ۷۰ سانتی متر از دو سر ریل فاقد زنگ زدگی در جان ریل باشد.

-فرآیند جوشکاری کاملاً اتوماتیک است.

-زمان جوشکاری در ماشین مدل k ۳۵۵ ، ۱۸۰ ثانیه و در ماشین مدل k ۹۲۰ ، ۱۶۰ ثانیه می باشد.
-فشار هیدرولیک در ماشین مدل k ۳۵۵ حداقل ۱۰۰ بار و در مدل k ۹۲۰ حداقل ۱۲۰ بار می باشد.
-پرس نهایی حداقل ۹ میلیمتر بدون سر خوردن فکها می باشد. (با متر از سر دیگر ریل اندازه گیری می شود).

-قیچی زنی و بازسازی پروفیل ریل به نحو کامل انجام شود.
-حداکثر دمای آب خنک کننده ۳۰ درجه سانتیگراد می باشد. (قابل رویت روی مانومتر سیستم سرد کننده کلگی جوش)

از جمله مزایای جوشکاری الکتریک متحرک می توان به موارد زیر اشاره کرد:
-ارزانی جوش

-سرعت جوش (در کارگاه ها به شرطی که شرایط آب و هوایی مساعد باشد تا ۳۰ کوپلاژ در روز جوشکاری می گردد).

-استحکام به علت یکنواختی قسمت جوش شده

-کم خطر بودن به علت دخالت نداشتن دست



جوشکاری درز ریل به وسیله ماشین جوش الکتریک

جوشکاری ترمیت

این روش جوشکاری برای اولین بار در سال ۱۹۱۰ در آلمان استفاده شد. آلومینو ترمیت در زمره جوش های گدازی قرار دارد. ریل ها در قالب ماسه ای قرار گرفته و تا درجه حرارت از پیش تعریف شده مناسب جهت جوشکاری و مصالح موردنظر پیش گرم میشوند و سپس قطعات به یکدیگر توسط فولاد مذاب تولید شده از اثر آلومینیوم بر اکسید فلز و جریان آن درون درز بین دو قطعه جوش داده می شود .

در این روش پودر آلومینیوم و اکسید آهن را در داخل یک گلدان نسوز سفالی در شرایط خاص توسط فشفتنه مخصوص مشتعل می کنیم. فعل و انفعالات شیمیایی ایجاد شده سبب بدست آوردن آهن مذاب و آلومین می شود و این واکنش با گرما زایی بسیار بالایی در حدود ۲۴۰۰ درجه سانتی گراد همراه است.



در حالیکه آهن مذاب به فولاد با کیفیت بالا تبدیل میشده و در قسمت تحتانی بوته جمع می شود، سپس باره های آلومینو ترمیت بدلیل وزن کمی که دارند روی فولاد مذاب شناور می مانند و آهن مذاب را از اکسید محافظت می کنند.

امروزه این روش برحسب نوع استفاده به گونه های مختلفی تقسیم بندی شده که در ذیل برخی از این روش ها که کاربرد بیشتری دارند توضیح داده میشود

• روش SMW

در این روش که جوشکاری سریع ترمیت با برآمدگی نیز می نامند مقطع جوش به شکل دوزنقه درمی آید و فاصله درز جوشکاری ۱۴ تا ۱۶ میلی متر می باشد که البته بسته به شرایط جوی تا ۲ میلی متر تلورانس دارد. حرارت اولیه در حدود ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد می باشد و مدت زمان عملیات بسته به ابزار مورد استفاده بین ۵ تا ۱۵ دقیقه می باشد.

• روش SOW

در روش جوشکاری سریع ترمیت بدون برآمدگی به منظور کاهش هزینه ها آزمایش های متعددی صورت میگیرد تا روش جوشی پیدا شود که در آن برش ضایعات پس از جوش به حداقل مقدار خود برسد تا با دستگاه ها و تجهیزات سنگ زنی در مدت زمان کوتاهی اضافات برداشته شود.

• روش SOV

در این روش جوشکاری بدون عملیات پیش گرم سازی صورت میگیرد ولی این روش جوشکاری در هوای خشک زیرا دو سر ریل خشک هستند نتایج قابل قبولی دارد و در هوای مرطوب و بارانی حفره هایی در منطقه جوش بوجود می آورد که قابل قبول نیست.

• روش SKV

برای کاهش زمان جوشکاری در هوای مرطوب پیش گرم کردن ریل ها تا اندازه ای صورت میگیرد تا دو سر آن کاملاً خشک شود. مدت زمان گرم کردن دو سر ریل ها در حالت استفاده از گاز پروپان و اکسیژن حدود ۲ دقیقه و رسیدن به دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد می باشد. این روش جوشکاری دارای قالبهای متفاوت و ترمیت مورد استفاده دو برابر سیستم SMW می باشد. در این روش قالب بصورت یکنواخت فولاد مذاب را در درز ۲۴ تا ۲۶ میلیمتری بین دو ریل هدایت می نماید. به منظور تعمیر خرابی های ریل در درز ریل ۷۵ میلیمتری روش خاص ۷۵ skv مورد استفاده قرار میگیرد که به عنوان روش مناسبی جهت جایگزینی برای روش تعمیر ترک های قائم محسوب می شود که در صورت عدم استفاده از این روش باید ریلهای کوتاه ۶متری به همراه دو جوش در انتهای آنرا مدنظر قرار داد.

تعیین رواداری ها با استفاده از خط کش یک متری در سطح فوقانی و جانبی تاج ریل انجام می شود..

بررسی های حین انجام جوش ترمیت:

- در فاصله ۱۵ سانتی متری از سر ریل هرگونه آلودگی تمیز و برداشته شود و پلیسه ها با سوهان زدن و برس سیمی برداشته شود.
- برای ریل UIC۶۰ از قالب SMW-F استفاده شود تا قابلیت عبور گاز مناسب را دارا باشد و فاصله درز ریل ۱۸ تا ۲۲ میلی متر تنظیم گردد و بهتر است جوشها در فاصله یک سوم بین تراورسها انجام گیرد و محل جوش نباید تا لبه تراورس کمتر از ۱۴۰ میلی متر فاصله داشته باشد.

- قبل از جوشکاری در مسیر مستقیم چهار تراورس و در مسیر قوس شش تراورس از طریق درز جوش باید باز باشد و به وسیله خط کش یک متری سالم ریل باید کاملاً تراز شود و انحراف قائم $0/2$ تا $0/4$ میلی متر و انحراف افقی تا $0/3$ میلی متر مجاز است.
- قبل از شروع هرگونه عملیات از وجود یک عدد ترمومتر مغناطیسی سالم مطمئن شویم.
- دمای واقعی ریل در زمان جوشکاری باید کمتر یا مساوی دمای تعادل منطقه باشد و در صورت بالاتر بودن دمای واقعی ریل از دمای تعادل جوشکاری طولی نباید انجام پذیرد.
- اطراف قالب با مخلوط ماسه و خاک رس مخصوص (گل مراغه) به نسبت 3 به 1 تا 4 به 1 و رطوبت 6 درصد آب بندی شود.
- با رعایت فاصله زمانی حداکثر ظرف دو دقیقه بار برای دو طرف ریا ریخته شود و سه تا چهار دقیقه بعد از ریختن مذاب زوائد سر ریل با تیزبر با دقت برداشته شود. و قسمت های الفی و قالب احاطه کننده تا سرد شدن کامل در جای خود باقی بماند.
- سنگ زدن و پرداخت کاری پس از سرد شدن جوش تا دمای محیط می تواند در سه مرحله اولیه ، ثانویه و تراز نهایی برای ایجاد یک سطح یکنواخت ادامه پیدا می کند .
- به منظور جلوگیری از زنگ زدن و خوردگی می توان از روغنهای مستعمل استفاده کرد.
- در صورت گرما و سرما زیاد هوا از جوشکاری خودداری شود و بطور کلی می توان در دمای 5 تا 35 درجه سانتی گراد عملیات جوشکاری را انجام داد. (درجه تعادل منطقه قزوین 31 درجه سانتی گراد می باشد)
- کنترل کیفی ریل ها توسط سیستم های غیرمخرب ماوراءصوتی UT و ذرات مغناطیسی MT انجام می شود.
- برش ریلها حتماً باید با موتور ریل بر انجام پذیرد.



تراش ریل پس از عملیات جوش درز ریل

جوشکاری قوس الکتریک در محفظه بسته (شیار باریک)

این روش از انواع جوشکاری قوس الکتریک می باشد که ریل ها با فاصله ای در حدود ۱۷ میلیمتر در مقابل یکدیگر قرار میگیرند و جوشکاری با قرار دادن صفحه مسی از قسمت پاشنه ریل آغاز می شود. در قسمت پاشنه ریل برای هر لایه جوشکاری حذف و برداشتن سرباره میبایست انجام پذیرد. جوشکاری قسمت های جان و تاج ریل در محفظه بسته مسی و بدون سرباره زدائی صورت میگیرد.

جوشکاری پاشنه ریل ۲۵دقیقه و جان و تاج ریل در حدود ۲۵دقیقه و هر بند جوش بطور خالص در حدود ۶۰دقیقه بطول می انجامد. البته زمان گرم کردن و خنک کردن کوره تا دمای مناسب را نیز به این زمان افزود.

البته در این روش که یک فرآیند دستی است کیفیت اجرای جوش بستگی به مهارت جوشکار دارد و جهت کاهش زمان جوشکاری با استفاده از الکتروود های جدید درز ریل را از ۱۷ به ۱۲ میلیمتر میتوان کاهش داد که در این روش جوشکارانی با مهارت بیشتر لازم است.

نکته: در صورتیکه عمل جوش درز ریل در طول خط و بعد از قرارگیری ریل در محور اجراء گردد همانطور که در ادامه اشاره می گردد این عملیات بعد از ریختن قشر دوم بالاست و رلواژ دوم و قبل از رلواژ نهایی و شیروانی سازی انجام می پذیرد.

بررسی و آزمایشات کنترل کیفی جوش

بازرسی و عیب یابی جوشها

بازرسی چشمی جوش عبارت است از بررسی عیوبی که با چشم غیر مسلح قابل رویت هستند. عمده این عیوب عبارتند از عیوب مربوط به هندسه جوش و عیوب مربوط به کیفیت جوش

آزمایشات غیر مخرب (NDT) عیب یابی جوش

تست های غیر مخرب (NDT) از روشهای مر سوم بازرسی فنی کیفیت و عیب یابی جوش می باشد. این تست ها توسط انجمن تست های غیرمخرب آمریکا (ASNT) به یازده روش مختلف تقسیم شده اند که مهمترین و معمول ترین آنها عبارت اند از:

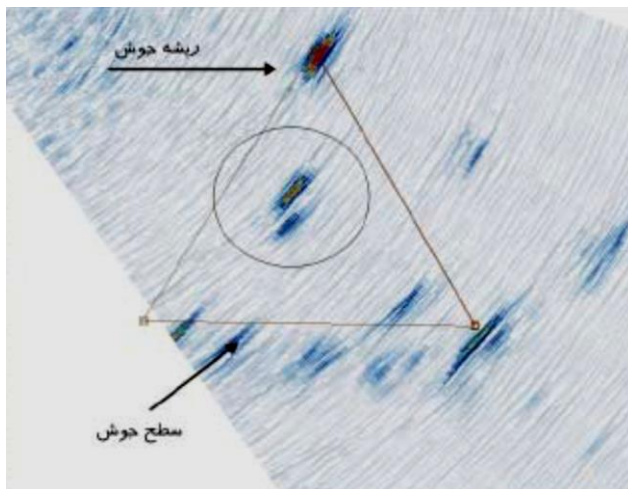
تست ماوراء صوتی (التراسونیک)

تست ماوراء صوتی یکی از معمول ترین روش های تست های غیر مخرب است که به کمک آن می توان از وجود ترک یا حفره در داخل اشیا آگاهی پیدا کرد. یکی از راههای شناسایی وضعیت داخلی ریلها و محل جوشها ، انجام تست ماورا صوتی است.

با استفاده از ماشین تست آلتراسونیک این امکان را فراهم می گردد که بتوان از وجود حفره یا ترک در داخل ریلها مطلع شویم. این ماشین را میتوان بصورت دستی و برای انجام تست ماورا صوتی در تعداد محدود (برای مثال محل جوش) و یا بصورت یک ماشین سنگین برای انجام این بررسی بر روی تمام ریلها مورد استفاده قرار داد.

در این روش، امواج صوتی با بسامد 0.5 تا 20 مگاهرتز به درون قطعه فرستاده می شود. این موج پس از برخورد به سطح مقابل قطعه باز تابیده می شود. با توجه به زمان رفت و برگشت این موج، می توان ضخامت قطعه را تعیین کرد. حال اگر یک عیب در مسیر رفت و برگشت موج باشد، از این محل هم موجی بازتابیده خواهد شد که اختلاف زمانی نسبت به مرحله اول، محل عیب را مشخص می کند. روشهای فراصوتی به طور گسترده ای برای آشکارسازی عیوب داخلی مواد به کار می روند ولی می توان از آنها برای آشکارسازی ترکهای کوچک سطحی نیز استفاده کرد.

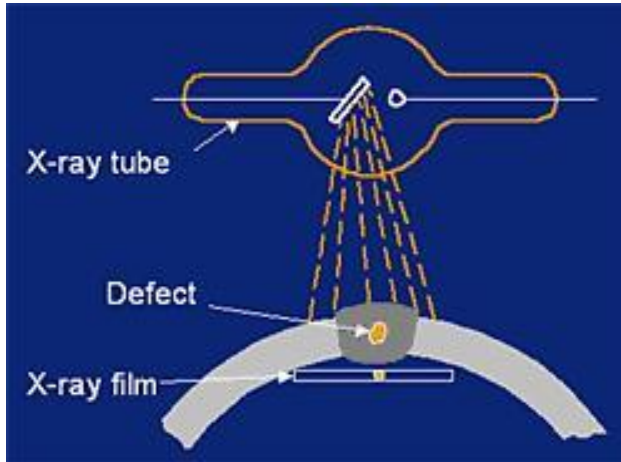
تست التراسونیک از سال ۱۹۴۹ وارد صنعت بازرسی شده و طی سالیان گذشته تغییرات گسترده ای داشته است. از آن جمله می توان به تبدیل دستگاه های عیب یاب التراسونیک آنالوگ به دیجیتال اشاره کرد. نمونه ای از تصویر اسکن عیوب جوش در شکل زیر نمایش داده شده است.



نمونه تصویر اسکن عیوب جوش که از تست التراسونیک حاصل شده است

تست رادیوگرافی

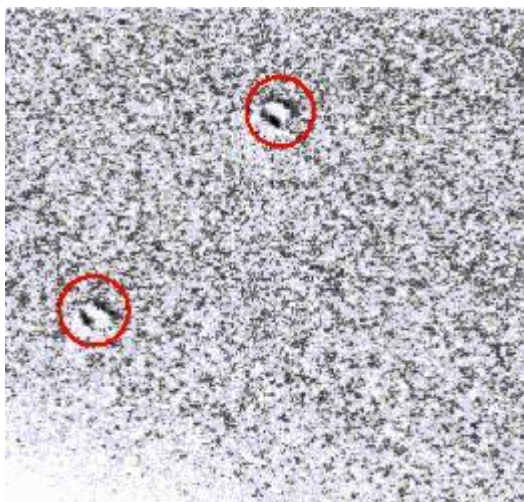
مبنای کار در این تست، میزان جذب اشعه در جسم مورد مطالعه می باشد. اشعه از یک سوی جسم تابانده شده و در سوی دیگر یک فیلم جهت ثبت تصویر قرار دارد. در صورت وجود عیب در جوش مقدار اشعه عبور کرده متفاوت است و این تفاوت بصورت تصویر بر روی فیلم ثبت می شود.



مکانیسم عیب یابی به روش رادیوگرافی

برای تست رادیوگرافی از اشعه ایکس و یا اشعه گاما استفاده می شود. کیفیت تصاویر حاصل از اشعه ایکس بهتر است ولی تولید این اشعه نیاز به هزینه بیشتری دارد. اشعه گاما توانایی نفوذ بیشتری دارد. از محدودیت های این روش لزوم دسترسی به هر دو طرف قطعه می باشد. همچنین ضخامت قطعه نیز دارای محدودیت می باشد. بخاطر استفاده از اشعه های رادیواکتیو ایمنی این روش نسبت به روشهای

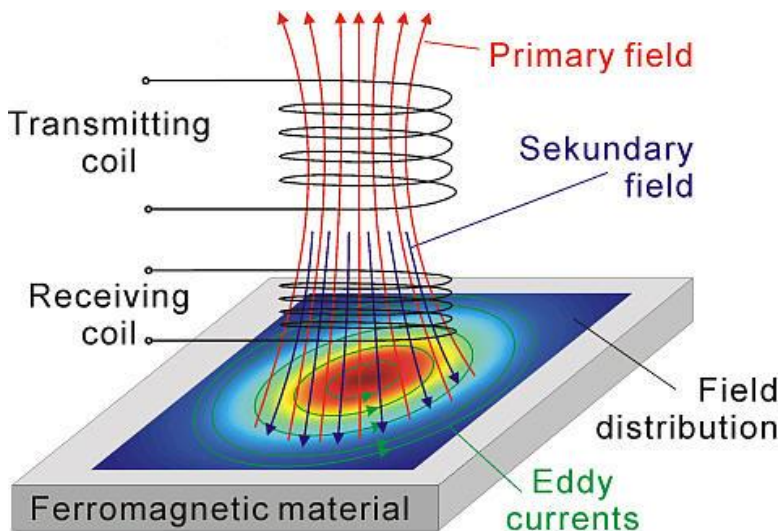
دیگر کمتر است. هزینه های این روش نیز نسبت به سایر روشها بیشتر است. این روش قادر به تشخیص عمق عیب نمی باشد. از محاسن روش رادیوگرافی می توان به عدم محدودیت در جنس ماده مورد مطالعه اشاره نمود. همچنین تفسیر نتایج در این روش ساده تر است. در این روش شکل عیوب جوش نیز تعیین می شود.



تست جریان گردابی

اساس این روش بر این است که وقتی یک سیم پیچ حامل جریان متناوب، نزدیک ماده‌ای تقریباً رسانا قرار داده شود، جریانهای گردابی یا ثانویه در آن ماده القا خواهد شد. جریانهای القایی، میدانی مغناطیسی ایجاد خواهند کرد که در جهت مخالف میدان مغناطیسی اولیه اطراف سیم پیچ است. تاثیر متقابل بین میدانها موجب ایجاد یک نیروی ضد محرکه الکتریکی در سیم پیچ شده و در نتیجه سبب تغییر مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ خواهد شد. اگر ماده از نظر ابعاد و ترکیب شیمیایی یکنواخت باشد. مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ کاوشگر نزدیک سطح قطعه در کلیه نقاط سطح قطعه یکسان خواهد بود، به غیر از تغییر اندکی که نزدیک لبه‌های نمونه مشاهده می‌شود. اگر ماده ناپیوستگی داشته باشد، توزیع و مقدار جریانهای گردابی مجاور آن تغییر می‌کند و در نتیجه کاهشی در میدان مغناطیسی در رابطه با جریانهای گردابی به وجود می‌آید، بنابراین مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ کاوشگر تغییر خواهد کرد.

از روی تحلیل این آثار می‌توان در مورد کیفیت و شرایط قطعه کار نتیجه‌گیری کرد. این روشها بسیار متنوع هستند و با وسیله و روش آزمون مناسب، می‌توان آنها را برای آشکارسازی عیوب سطحی و زیر سطحی قطعات و تعیین ضخامت پوشش فلزات به کار برد و اطلاعاتی در زمینه مشخصات ساختاری مانند اندازه دانه بندی و شرایط عملیات حرارتی به دست آورد. همچنین می‌توان خواص فیزیکی مانند رسانایی الکتریکی تراوایی مغناطیسی و سختی فیزیکی را تعیین کرد.



تست مایعات نافذ

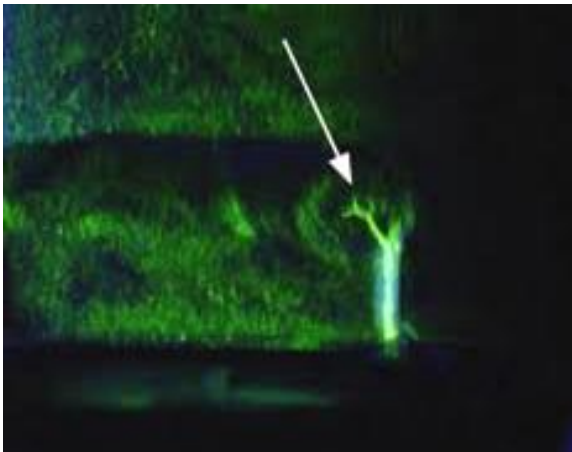
این روش را می‌توان برای عیب‌یابی بسیاری از قطعات به کار گرفت. این روش قادر است، عیوب سطحی مانند ترکهای سطحی را نمایان کند. مبانی تست عبارتست از نفوذ یک مایع در عیوب (منافذ) سطحی در اثر جاذبه موئینگی و مشاهده ترکهای سطحی با چشم غیرمجهز پس از انجام عملیات ظهور بر روی



مایع نافذ. به منظور نمایان شدن کامل ترکها، مایع نافذ با یک ماده رنگی روشن، رنگ‌آمیزی شده یا ماده‌ای پرتو پدید (فلورسانت) به آن افزوده می‌شود. در حالت اول ماده رنگی معمولاً قرمز است و سطح پس از افزودن ماده ظاهرکننده، در نور معمولی هم قابل رؤیت خواهد بود، ولی در حالت دوم قطعه را باید با نورفرا بنفش مورد بازرسی چشمی قرارداد.

تست ذرات مغناطیسی

از این روش می‌توان برای یافتن عیوب سطحی و یا نزدیک به سطح در قطعات فرومغناطیسی استفاده نمود. در این تکنیک تمام یا بخشی از قطعه مغناطیس شده و فلوی مغناطیسی از داخل قطعه عبور داده می‌شود. هر گاه عیبی در سطح یا نزدیکی سطح قطعه وجود داشته باشد باعث نشت فلوی مغناطیسی

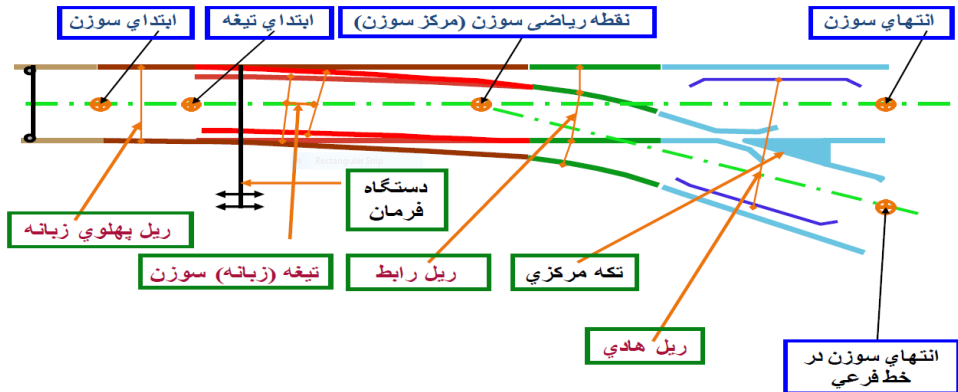


در قطعه می‌گردد و در نتیجه باعث به وجود آمدن دو قطب S و N می‌گردد. که با پاشیدن ذرات ریز فرومغناطیسی مانند اکسید آهن آغشته به مواد فلروسنت بر روی سطح قطعه می‌توان ترک را زیر نور ماوراء بنفش مشاهده نمود.

نمونه ای از ترکهای آشکار شده به روش تست ذرات مغناطیسی

سوزنها و تقاطعها

خصوصیت اصلی راه آهن وجود یک درجه آزادی در حرکت آن است. در راه آهن تغییر جهت با ابزارهای تغییر خط انجام می گیرد و طبق تعریف وسایل و قطعاتی هستند که توسط آنها جهت حرکت یک وسیله نقلیه ریلی، بدون بر هم زدن مسیر تغییر می یابد.



سوزنها و تقاطعات باید دارای خصوصیات زیر باشند:

- تعداد محدودیت های سرعت که بوجود می آورند حداقل ممکن باشد.
- حداکثر انعطاف پذیری را در بهره برداری تامین نمایند.
- فقط در محلهایی قرار گیرند که به ضرورت نیازهای بهره برداری حکم می کند. (حتی المقدور در محل هایی با شیب و فراز زیاد و محل های قوس دار باید از نصب سوزن خودداری کرد).
- بار محوری لازم برای حمل و نقل را تحمل کنند.
- تولید آنها ارزان ، نصب آنها ساده باشد و بسادگی کار کنند و بادوام بوده و تعویض آنها نیز به سادگی انجام پذیرد.
- در مقابل سایش ، خوردگی و فرسودگی مقاوم بوده و نیاز به حداقل نگهداری داشته باشند.
- با مشخصات لازم برای مهندسی ارسال علائم ، سازگاری داشته باشند.

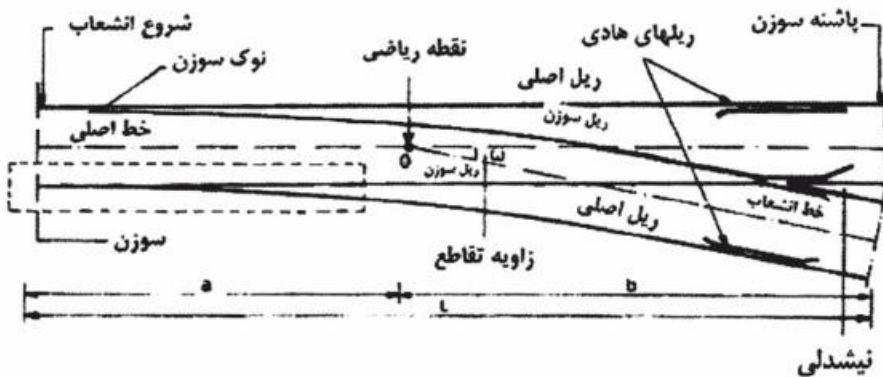
ابزار خطوط دارای شکل های بسیار متنوع می باشند. علیرغم پیچیدگی ظاهری آنها را می توان به دو گروه اصلی و یک گروه سوم از ترکیب آن دو نوع ، تقسیم نمود:

- **انشعاب:** یک انشعاب خط را به دو یا سه خط تقسیم نموده و تغییر مسیر وسیله نقلیه ریلی را ممکن می سازد.
- **تقاطع:** در یک تقاطع دو ریل را بطور همسطح یکدیگر را قطع می کنند.
- **تقاطع-انشعاب (چلیپا):** وظایف انشعاب و تقاطع را با هم انجام می دهد.

حال بطور کاملتر به بررسی هر کدام از ابزارهای خطوط میپردازیم:

انشعاب

اجزای یک انشعاب شامل مجموعه سوزن و تکه مرکزی است و ادواتی نیز به منظور هدایت صحیح چرخ در انشعاب مورد استفاده قرار گرفته است. مهمترین این ادوات ریل هادی است که درست در محل دماغه قرار می گیرد. کمی قبل از دماغه چرخ به شکاف تکه مرکزی می رسد و لازم است چرخ طوری هدایت شود که از حرکت های کنترل نشده و نامنظم جلوگیری بعمل آید. برای انجام این کار باید ریل هادی نصب شود. طول ریل هادی بین ۳ تا ۱۰ متغیر است.



در انشعابات از اصطلاحاتی به قرار زیر استفاده می شود:

- **جهت روبرو:** به جهت حرکت از سمت سوزن بطرف تکه مرکزی اطلاق می شود.
 - **جهت دنباله:** به جهت حرکت از سمت تکه مرکزی به طرف سوزن اطلاق می شود.
 - **چپگرد و راست گرد بودن:** اگر انشعاب، وسیله نقلیه ریلی را به ترتیب به سمت چپ یا راست مسیر اصلی منحرف کند، به آن انشعاب چپ گرد یا راست گرد گفته می شود.
- همانطور که در بالا اشاره شد اجزای یک انشعاب از دو قسمت اصلی تشکیل می شود:

- ۱- سوزن و متعلقات آن
- ۲- تکه مرکزی و متعلقات آن

سوزن

سوزن بخش متحرک دستگاه خطوط می باشد.

اجزا سوزن: سوزن شامل ریل اصلی ، ریل زبانه و ریل میانی است.

یک مجموعه از سوزن ها ، شامل یک سوزن چپ گرد و یک سوزن راست گرد است. ریل های زبانه با حرکت خود ، مسیر حرکت را تغییر داده و براساس موقعیت خود به وسیله نقلیه ریلی اجازه حرکت در خط اصلی و یا خط دیگر را می دهند.

طرف نازک ریل سوزن ، نوک و طرف دیگر پاشنه نام دارد.

ریل های اصلی ، ریل هایی هستند که ریل های سوزن به خوبی در کنار آنها جفت شده و مقطع آنها مشابه ریل های خط اصلی است. لقی گیر مانعی است که بین پاشنه ریل زبانه و ریل اصلی قرار گرفته و فاصله لازم برای عبور لبه چرخ را تامین می کند.

تغییر مقطع ریل های سوزن: برای تغییر مسیر در یک سوزن ، ریل های اصلی و زبانه باید بخوبی در رأس سوزن جفت شوند ، بطوریکه چرخ بتواند از ریل اصلی به ریل زبانه منتقل شود. برای انجام این کار ، مقطع ریل اصلی در طول سوزن بایستی ثابت مانده و مقطع ریل زبانه از رأس تا انتهای سوزن تغییر کند.

طبقه بندی سوزن ها

الف) طبقه بندی سوزن ها بر مبنای گیرداری پاشنه:

۱- سوزنها با پاشنه متحرک یا مفصلی:

در این سوزن ها ریل های زبانه توسط درزبند، به ریل های میانی متصل شده اند ، بطوریکه دو پیچ جلویی آن هنگام بسته شدن سوزن آزاد و هنگام باز شدن ریل زبانه محکم می شود و شرایط مفصل ایجاد می گردد. این روش برای سوزن های با طول کوتاه توصیه می شود.

۲- سوزن های با پاشنه گیردار:

در این سوزن ها هر چهار پیچ هنگام بسته شدن ریل سوزن محکم می شود بطوریکه شرایط صلب ایجاد می گردد. این روش برای سوزن های با طول بلند توصیه می شود.

ب) طبقه بندی سوزن ها بر مبنای نحوه قرارگیری ریل های اصلی و زبانه:

۱- سوزن های برش خورده:

در این سوزن ها بخشی از پایه ریل اصلی بریده شده و ریل زبانه در همان ارتفاع در کنار ریل اصلی قرار می گیرد. عیب این سوزن ها ، کاهش مقاومت بواسطه برش قسمتی از ریل اصلی است. این سوزن ها برای عرض خط باریک توصیه می شود.

۲- سوزن های سوار شده:

در این سوزن ها ریل اصلی بدون برش باقی مانده و ریل زبانه بر روی ریل اصلی سوار می شود بطوریکه اختلاف ارتفاع ۶ میلیمتر نسبت به یکدیگر پیدا می کنند. در این سوزن ها استفاده از درز بند برای اتصال پاشنه ریل ها ضروری است. در این سوزن ها ریل زبانه بخوبی بر روی ریل اصلی پشتیبانی شده و امکان اشتباه در قرارگیری چرخ بر روی ریل اصلی علت اختلاف ارتفاع دو ریل ، وجود نخواهد داشت. این سوزن ها برای عرض خط معمولی تا زیاد توصیه می شوند.

۳- سوزن های برش مستقیم:

در این سوزن ها ریل زبانه بصورت مستقیم بریده شده که کنتج به افزایش ضخامت در ریل زبانه و در نتیجه افزایش مقاومت خواهد شد. این سوزن ها برای خطوط با عرض زیاد توصیه می شوند.

سرعت در خط قوس (km/h)	سرعت در خط مستقیم (km/h)	شعاع (m)	نوع و زاویه سوزن
۴۰	۱۲۰	۱۹۰	UIC۶۰ tg ۱/۹
۵۰	۱۲۰	۳۰۰	UIC۶۰ tg ۱/۹
۶۵	۱۶۰	۵۰۰	UIC۶۰ tg ۱/۱۲
۸۰	۱۶۰	۷۶۰	UIC۶۰ tg ۱/۱۴
۱۰۰	۱۶۰	۱۴۰۰	UIC۶۰ tg ۱/۲۰

سرعت حرکت قطار بر روی خط قوس و مستقیم سوزن

مهمترین نقاط سوزن

مهمترین و حساس ترین نقاط سوزن تیغه سوزن ، نوک دماغه تکه مرکزی ، ریل‌های بالی و ریل‌های هادی می باشند.

تیغه سوزن

هر سوزن دارای دو تیغه است که یکی مستقیم و دیگری قوس دار می باشد. تیغه ها در حالیکه از یک طرف آزاد هستند بر روی صفحات سرسره (صفحات سرسره باعث حرکت روان تیغه ها می گردند که عدم نظافت و روغن کاری آنها باعث نچسبیدن تیغه به ریل پهلویی و یا چسبندگی کاذب می شود که این امر منجر به خروج قطار از خط میگردد) می لغزند. جابجایی تیغه ها بوسیله میله مانور (میله مانور ضمن تثبیت عرض خط بوسیله کلنگی ها (کلنگی ها عامل قفل شدن میله مانور در سوزن است) تیغه ها را ثابت و محکم در کنار ریل پهلویی نگهداری می نماید و دو عصایی کوچک و بزرگ آن وظیفه آشکار سازی وضعیت تیغه ها در سیستم علائم الکتریکی است) که به تیغه وصل است انجام می شود. میله مانور ضمن تثبیت عرض خط ، بوسیله کلنگی ها ، تیغه ها را ثابت و محکم در ریل پهلویی نگهداری می نمایند. از دو تیغه سوزن، همواره یکی از آنها به ریل پهلویی چسبیده و دیگری از ریل پهلویی فاصله دارد و با توجه به آزاد بودن تیغه ها (بچه شیطونه) باید حرکت‌های قائم تیغه با استفاده و استقرار تیغه روی کلیه صفحات سرسره و حرکت عرضی تیغه با استفاده از نصب انگشتی ها (انگشتی ها مابین تیغه و ریل پهلویی جهت جلوگیری از حرکت عرضی تیغه ها و حفظ و تنظیم عرض خط به ریل پهلویی نصب می شود و تیغه را در حین حرکت قطار ثابت نگه می دارد) انجام گیرد.

حداقل طول چسبندگی تیغه به ریل پهلویی ۸۰ سانتیمتر می باشد و نحوه چسبندگی باید بگونه ای باشد که حتی یک ورق کاغذ را نتوان در درز فاصله بین تیغه و ریل پهلویی قرار داد.

پاشنه ریل های پهلویی از سمت بیرون بوسیله پابند و از سمت داخل بوسیله صفحات سرسره به جهت جلوگیری از پیچش ریل‌های پهلویی باید به تراورس محکم مهار شود زیرا چنانچه پابندهای ریل های پهلویی شل شود عبور قطار منجر به ایجاد عرض خط در محدوده تیغه می شود و در اینصورت خرج از خط حتمی است.

تکه مرکزی

این قطعه حاصل محل تقاطع در خط اصلی و فرعی می باشد که از حساس ترین قسمتهای سوزن است و شامل دو ریل بالی و قسمت مثلثی شکل می باشد.

تکه مرکزی قسمتی است که هنگام برخورد دو ریل با یکدیگر ایجاد شده و عبور وسایل نقلیه را در این حالت ممکن می سازد.

در طراحی ، نصب و نگهداری تکه مرکزی باید موارد ذیل در نظر گرفته شوند:

تکه مرکزی باید کاملاً صلب باشد تا بتواند در برابر ارتعاشات ناشی از عبور وسایل نقلیه ریلی پایدار مانده و سست شدن اجزاء در آن روی ندهد. اینکار باید با استفاده از یک صفحه تخت که تمام اجزاء تکه مرکزی بر روی آن نصب شده اند ، صورت گیرد.

میزان سایش بخش های مختلف تکه مرکزی ، بخصوص نوک نیشدلی که در معرض برخورد مستقیم با چرخ قرار دارد ، باید کنترل شود. برای این منظور از فولادهای منگنزار استفاده می شود.

برای جلوگیری از برخورد چرخ با نیشدلی ، نیشدلی باید شبیه همراه با انحنای داشته باشد.

انواع تکه مرکزی:

تکه مرکزی به دو بخش کلی ثابت و متحرک تقسیم می شود. تکه مرکزی متحرک در خطوط سریع السیر مورد استفاده قرار می گیرد.

انواع تکه مرکزی ثابت عبارتند از:

- ۱- تکه مرکزی با نیشدلی حاده
- ۲- تکه مرکزی با نیشدلی منفرجه
- ۳- تکه مرکزی با نیشدلی قائمه

وظیفه تکه مرکزی هدایت چرخ در ناحیه تقاطع دو ریل می باشد و قرارگیری ریلهای بالی و ریلهای هادی در طرفین قسمت مثلثی شکل بمنظور هدایت صحیح چرخ در این نقطه حساس (نوک دماغه) می باشد.

سطح نوک دماغه تکه مرکزی حدود ۸ میلی متر پایین تر از سطح ریل بالی قرار دارد تا از برخورد لبه بانداژ چرخ با نوک دماغه تکه مرکزی جلوگیری شود و در صورت همسطح شدن ریل بالی با دماغه تکه مرکزی ، فلنچ چرخ با نوک دماغه تکه مرکزی برخورد کرده و منجر به خط به خط شدن واگنها می شود.

پشت بند تکه مرکزی وظیفه جلوگیری از حرکت عرضی تکه مرکزی در هنگام عبور قطار را برعهده دارد که به آن توپی هم می گویند.

نکته: تکه مرکزی در سوزنهای با شعاع ۳۰۰ متر چپگرد و راستگرد متفاوت است اما در شعاع ۱۹۰ متر یکی می باشد.

ریلهای رابط

این ریلها ، بخش ابتدایی را به بخش انتهایی سوزن وصل می کند (ریلهای مابین درز بعد از پاشنه سوزن تا درز ریل بالی) و مقطع این ریلها ، ریل معمولی است.

استقرار چرخ بر روی هر کدام از ریلهای رابط بیانگر سمت حرکت قطار است و باید در نظر داشت در سوزن به شعاع ۱۹۰ متر در قسمت ریلهای رابط ۶ میلیمتر اضافه عرض خط در نظر داشته باشیم.

- ریلهای بالی: جهت اجتناب از اینکه در اثر حرکت عرضی ناگهانی ، چرخ از روی یک ریل به ریل دیگر در امتداد خود منتقل شود ، چرخ ها را بوسیله دو قطعه ریل هدایت می کنند که به آنها ریل بالی می گویند.

- ریلهای هادی: بمنظور ایمنی بیشتر در سیر و حرکت وسائط نقلیه ریلی ، در مقابل قطعه تکه مرکزی (درست در مقابل نوک دماغه تکه مرکزی) دو دستگاه ریل هادی بطول حدود ۳ تا ۸ متر و به موازات ریلهای پهلویی نصب می کنیم بطوریکه این دو قطعه اجازه حرکت عرضی یا جانبی را به محورهای بوژی ندهد و چرخ بتواند به کمک آنها به مسیر صحیح خود هدایت شود.

باید در نظر داشت در زمان ارتقا سرعت روی خط اصلی سوزن ، طول ریلهای هادی را بلندتر بگیریم.

ریلهای هادی از وسط به موازات ریل پهلویی و از دو سر به جهت سهولت در ورود چرخ ، بصورت قوس تند به سمت محور خط متمایل هستند و سطح فوقانی ریل های هادی ۲۰ میلی متر بالاتر از کلاهدک ریل پهلویی قرار دارد که در صورت نزدیک شدن سطح داخلی چرخ به ریل هادی ، نقطه تماس در قسمت لبه بانداز چرخ که ضخیم تر است باشد.

فاصله ریلهای هادی از ریلهای پهلویی (درست در مقابل نوک تکه مرکزی) ۴۱ میلیمتر است. در صورتی که این فاصله (به علت شل بودن پابندها) بیش از ۴۱ میلی متر باشد حرکت عرضی محورهای واگن ، سبب کج شدن دماغه تکه مرکزی می شود و در نتیجه کج شدن دماغه قلب سوزن نشانگر ، عدم تنظیم فاصله ریلهای هادی از ریل پهلویی می باشد.

نکته: ریل هادی و ریل بالی هر دو مکمل جلوگیری از حرکت عرضی و جانبی چرخ یا محور هستند و بطور مثال اگر ریل هادی به محور چرخ اجازه حرکت به سمت چپ را نمی دهد در مقابل آن ریل بالی اجازه حرکت به سمت راست را به محور نمی دهد و با ایجاد یک کانال ضمن خنثی نمودن نیروهای دینامیکی قطارها و جلوگیری از لغزش بانداژ چرخ از روی نوک تکه مرکزی را دارد و به هیچ وجه اجازه خروج از خط به چرخ ها را نمی دهد.

قسمت های مختلف سوزن	قسمت ابتدایی	قسمت میانی	قسمت انتهایی
محدوده قسمت	از تیغه تا پاشنه	از پاشنه تا درز ریل بالی	از درز ذیل بالی تا انتهای سوزن
اجزاء قسمت	ریلهای پهلویی تیغه ها صفحات سرسره میله مانور پانگشتی ها پابندها	ریلهای رابط	تکه مرکزی نوک دماغه تکه مرکزی (قلب سوزن) ریلهای بالی ریلهای هادی ریل پهلویی ریل هادی

تقسیم بندی قسمت های یک سوزن از نظر ساختار

نصب سوزن ها

انتخاب سوزن بستگی به طرح داشته و مطابق طرح ارائه شده تهیه می گردد و مطابق نقشه های ایستگاهها سوزن حمل و در محل خود تخلیه می شود.

معمولا مقطع سوزن از ریل خط تبعیت می کند.

نوع سوزن	شعاع (m)	زاویه	طول سوزن (m)	فواصل سوزن (m)			طول ریل پهلویی (m)	طول تیغه (m)	طول تکه مرکزی (m)
				از اول سوزن تا مرکز سوزن	از مرکز سوزن تا انتهای سوزن	از اول سوزن تا نوک تیغه			
R۶۰	۳۰۰	۱٫۹	۳۳/۲۳۰	۱۶/۶۱۵	۱۶/۶۱۵	۱/۵	۱۴/۲۴۸	۱۲/۷۵۰	۸/۱۳۴
R۵۰									
U۳۳									
U۳۳	۱۹۰	۱٫۹	۲۷/۱۳۸	۱۰/۵۲۳	۱۶/۶۱۵	۱/۲۴۸	۱۲/۲۴۴	۱۱	۶/۰۹۹
R۶۰									

جدول ابعاد و مشخصات سوزن

روش اجرای پیشنهادی سوزن‌بندی ایستگاه‌ها

در ارتباط با نحوه اجرای سوزن‌بندی ایستگاه در مرحله اول با توجه به سوزن‌بندی طرح توسعه ایستگاه در دو طرفین سوزن‌های ورودی و خروجی و وضعیت موجود، ابتدا سوزن‌های خط دوم بلاک در حین نصب خط جدید بدون خط رابط و سوزن‌های خطوط توسعه ایستگاه مونتاز، نصب و تنظیم و عملیات بالاست ریزی و رلواژ اول و دوم انجام می‌گردد.

سپس در مرحله دوم محل خط موجود (بلاک فعلی دو طرفین) با توجه به مسدودی خط برداشت کوپلاژ و جمع‌آوری بالاست اضافه در محل نصب سوزن‌ها می‌گردد و در ادامه مونتاز، تنظیم و نصب سوزن‌های ورودی و خروجی در خط موجود اجرا می‌شود.

در مرحله سوم نسبت به دیمونتاز سوزن‌های موجود، نصب خط جدید با توجه به مسدودی خط انجام می‌پذیرد.

سوزن‌های مستعمل در این مرحله در سوزن‌های خط تامین و خط انبار در انتهای عملیات رو سازی انجام می‌گیرد.

نکته: بمنظور ایمنی در تردد قطارها (کاهش شتابهای جانبی خنثی نشده) و همچنین افزایش سرعت روی خطوط اصلی و فرعی سوزن، به هیچ وجه نباید در سوزنهای خطوط اصلی ایستگاه از سوزن شعاع ۱۹۰ متر استفاده کرد. به عبارت دیگر، افزایش شعاع خط فرعی سوزن سبب کاهش شتابهای جانبی خنثی نشده (موجب راحتی مسافر و ایمنی بیشتر در سیروحرکت) و همچنین افزایش سرعت روی خطوط اصلی و فرعی سوزن می‌شود.

طریقه تشخیص سوزن‌های شعاع ۱۹۰ و ۳۰۰ متری:

- ۱- اگر دو تراورس باشد شعاع ۱۹۰ متر و اگر ۳ تراورس باشد شعاع ۳۰۰ متر می‌باشد.
- ۲- اگر فاصله درز ابتدای تیغه ۱/۲۵ متر باشد شعاع ۱۹۰ متر و اگر ۱/۵ متر باشد شعاع ۳۰۰ متر است.
- ۳- اگر طول سوزن ۲۷/۱۳۸ متر باشد شعاع سوزن ۱۹۰ متر و اگر ۳۳/۲۳۰ متر باشد شعاع سوزن ۳۰۰ متر می‌باشد.

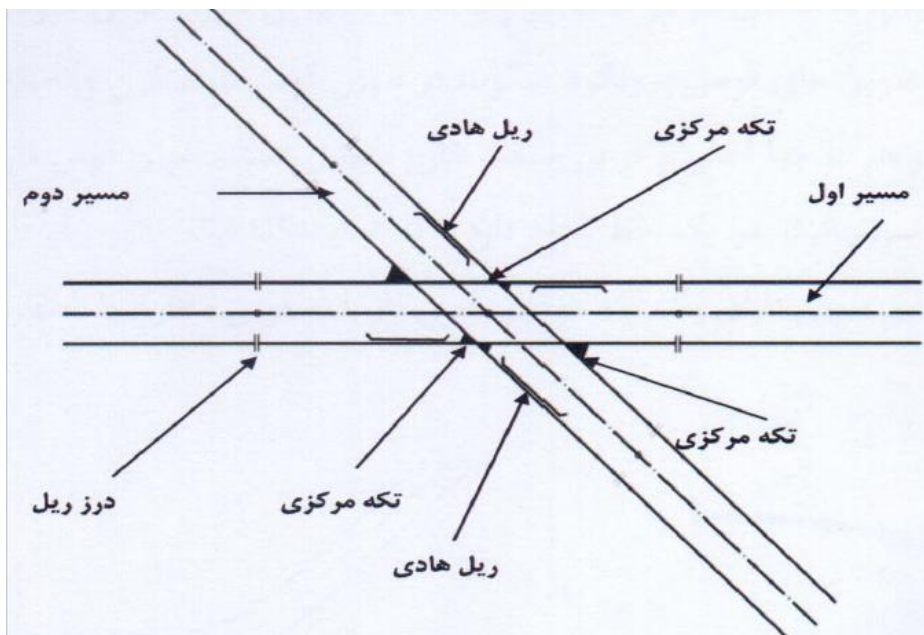
عوامل سانحه ساز در روی سوزن

بطور کلی عواملی که سبب ایجاد سانحه در روی سوزن می گردد عبارتند از:

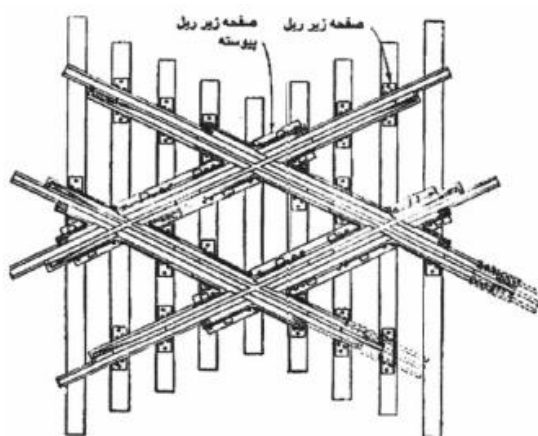
- ۱- عدم چسبندگی زبانه سوزن
- ۲- سائیدگی و پریدگی بیش از حد زبانه سوزن
- ۳- قفل نبودن زبانه سوزن های دستی ، که در حین مانور و عبور قطارها از روی آن ، به دلایل مختلف امکان جابجا و حرکت زبانه در زیر چرخ واگن خواهد بود.
- ۴- عدم تماس زبانه سوزن با کلیه صفحات سرسره ، که امکان حرکت زبانه خواهد شد
- ۵- نصب اشتباه میاندار و انگشتانه سوزن و جابجایی آنها ، سبب بروز سانحه حتمی خواهد شد
- ۶- درجا زدگی بیش از حد و پوسته پوسته شدن ریلها پهلوی زبانه سوزن
- ۷- افزایش عرض خط و تنگ شدن عرض خط در سوزن
- ۸- پهن شدن بیش از اندازه ریل پهلویی
- ۹- متمایل شدن دماغه تکه مرکزی به یک طرف و تنگ شدن محل عبور چرخها
- ۱۰- سائیدگی و لهیدگی بیش از حد مجاز (حدود ۱۰ میلیمتر) در بالهای تکه مرکزی در محل عبور چرخ
- ۱۱- شکستگی تراورس ها و عدم تحکیم پابندها به ریل، که ایجاد عرض خط می نمایند.
- ۱۲- عدم رعایت سرعت مجاز در روی سوزن توسط لکوموتیوران، بخصوص هنگام عبور قطار از خط اصلی به خط فرعی
- ۱۳- ترمز سریع و ایجاد شک شدید به قطار ، در حین عبور واگنها از روی سوزن
- ۱۴- انحراف و شکستگی و پریدگی قلب سوزن ، که سبب انحراف بانداژ چرخ میگردد
- ۱۵- تنظیم نبودن میاندار زبانه سوزن و میاندار قلب سوزن و ریل هادی ، بنحوی که از حالت استاندارد خارج شده باشد.

تقاطع

هرگاه دو خط راه آهن یکدیگر را قطع کنند و در آن محل سوزن نصب نشده باشد و وسایل نقلیه ریلی فقط در امتداد مسیر خود به سیر ادامه دهند این تلاقی دو خط را تقاطع می نامند.



در تقاطع ، وسیله ریلی نمی تواند از مسیری به مسیر دیگر تغییر جهت دهد و فقط میتواند در امتداد مسیر خود تردد نماید و در ایستگاه ها زمانی که بعلت محدودیت فضا نصب سوزن مقدور نباشد از تقاطعات جهت سهولت مانور در خط استفاده می شود.



نحوه قرار گیری تاورسها و صفحات زیر ریل در محل تقاطع

تقاطع از چهار تکه مرکزی و ادواتی تشکیل شده است که میبایست ایمنی لازم را در طی عبور چرخها از ریل های متقاطع تامین کنند. ایمنی هدایت بوسیله ریلهای کناری تامین می گردد. مجموعه تقاطع برای یک جفت خط آهن باید در خارج از خط آهن به هم متصل شده و به وسیله جرثقیل در محل نصب شوند. قبل از نصب تقاطع در محل باید زیر بنای نگهدارنده مستحکم باشد. پی ریزی نامناسب باعث ایجاد اتصالات نامناسب، فرسایش و خرابی بیش از حد می شود. به منظور ایجاد این بستر مناسب باید از یک لایه سنگریزه به ضخامت حداقل ۶۰ سانتیمتر در زیر تقاطعات استفاده کرد.

تقاطع – انشعاب (چیلیپا)

چیلیپا وظایف انشعاب و تقاطع را با هم انجام می دهد و یا به عبارت دیگر هرگاه دو خط یکدیگر را با زاویه حاده یا ۹۰ درجه قطع کنند و در محل تلاقی دو خط تجهیزاتی نصب شود که قطار علاوه بر مسیر خود بتواند در مسیر دیگر نیز تردد کند سوزن چیلیپا گویند.



با توجه به اینکه برای نصب هر سوزن با خط بعد از سوزن با فاصله تقریبی ۵ متر از همدیگر با سوزن زاویه ۱؛۹ و شعاع ۳۰۰ تقریباً ۶۰ متر فضا لازم است و زمانی که محدودیت فضا داشته باشیم باید از چیلیپا استفاده کنیم.

چیلیپا به دو دسته تقسیم می گردد:

چیلیپا ساده

در این نوع چیلیپا دو خط یکدیگر را قطع می کنند و مسیر آنها فقط از یک خط به خط دیگر و در یک جهت قابل تغییر است.

چیلیپا مضاعف

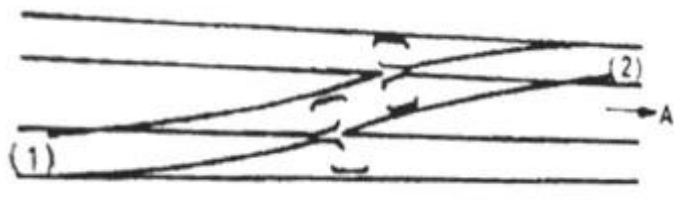
در این نوع چیلیپا دو خط یکدیگر را قطع می کنند و مسیر آنها می تواند از یک خط به خط دیگر و در هر دو جهت تغییر کند.

در واقع دستگاهی است که در محل تقاطع در خط نصب شده و وسایل نقلیه ریلی می توانند از هر خط به یکی از دو خط روبرو رفت و آمد نمایند.

تعویض این نوع سوزن ها در دو مرتبه و هر مرتبه از یک طرف انجام می گیرد و در هر طرف تقاطع چهار تیغه سوزن دارد که با حرکت دادن تیغه ها ، تیغه های یک طرف تغییر جهت می دهند.

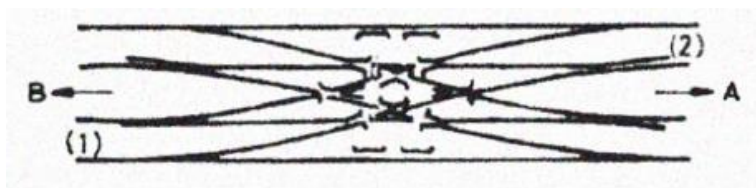
تغییر خط ساده بین دو خط موازی

این چلیپا می تواند تغییر مسیری از ۱ به ۲ در جهت A یا از ۲ به ۱ در خلاف جهت A داشته باشد.



تغییر خط مضاعف بین دو خط موازی (قیچی)

این چلیپا می تواند تغییر مسیری از ۱ به ۲ یا بالعکس در هر دو جهت A و B داشته باشد.



تراورس

تراورسها قسمت هایی از خط هستند که بین ریل و بالاست قرار میگیرد و وظیفه انتقال و توزیع صحیح بار از ریل به بالاست و حفظ فاصله ثابت ریلها ، همانگونه که توسط عرض خط مشخص شده و حفظ شیب لازم جهت نصب ریل از عمده وظایف آن می باشد.

انواع تراورس

تراورس چوبی

در مکان هایی همچون قاره آمریکا که جنگل های فراوان دارند و از منابع چوبی سخت و مقاوم برخوردارند و تهیه تراورس چوبی براحتی و ارزان برایشان میسر است از این تراورس ها استفاده می کنند.



متداولترین نوع چوب برای تهیه تراورس های چوبی راش ، بلوط ، ممرز ، کاج ، افرا ، توسکا ، تبریزی و صنوبر هستند که راش و بلوط از جمله چوب های سخت تر هستند.

تراورس چوبی معمولاً به ابعاد طول ۲/۴۰ تا ۲/۶۰ متر و پهنا ۲۰/ تا ۳۰/ متر و ضخامت ۱۲/۰ تا ۱۶/۰ متر می باشد.

عمر مفید تراورسهای چوبی بستگی به نوع چوب مورد استفاده دارد و بطور میانگین برابر است با:

- ۲۵ سال برای چوب بلوط (اشباع شده)
- ۳۰ سال برای چوب راش (اشباع شده)
- ۴۰ سال برای چوب آرزوبه حاره ای (اشباع نشده)
- ۴۵ سال برای چوب آرزوبه حاره ای (اشباع شده)
- ۵۰ سال برای چوب جارا و یا چوبهای سخت مشابه که در تونلها بکار می روند.

مزایای استفاده از تراورس چوبی:

- لرزشها و ضربات را بخوبی جذب و ارتعاشات را کاهش داده ، بنابراین از جابجا شدن بالاست از زیر آن جلوگیری می کند.
- حمل و نقل آن به آسانی انجام می پذیرد و هیچگونه صدمه ای به تراورس وارد نمی شود.
- (حدود وزن هر تراورس چوبی ۷۵ کیلوگرم است)
- استفاده از تراورس های چوبی برای خطوط برقی بسیار مناسب است.
- برای استفاده در زمین های نرم مناسب است.
- دیلم کاری در خطوطی که دارای تراورس چوبی هستند راحت تر است.
- می تواند در خطوط بالاست دار یا بدون بالاست مورد استفاده قرار گیرد.
- انعطاف پذیری خوبی دارد.
- نیروها را بهتر توزیع می کنند.
- عایق خوبی برای علائم الکتریکی و برقی خط هستند.
- تراورسهای چوبی ارتفاع کمتری نسبت به تراورسهای بتنی دارند.

معایب استفاده از تراورس های چوبی:

- عمر آن بعلت پوسیدن و خراب شدن و حمله حشرات چوب خوار کم می باشد.
- در اثر تماس با ریل و بالاست قابلیت سائیدگی و شکستگی زیادی دارد.
- خطر آتش سوزی دارد.
- تثبیت عرض خط روی آن دشوار است.
- در مقایسه با دیگر تراورسها مقاومت جانبی کمتری دارد.
- در ایران قیمت تمام شده آنها بیشتر از سایر تراورس ها می باشد.

تراورس فلزی

تراورس فولادی یک محصول صنعتی با تولید ساده است. در واقع یک نوع پروفیل نورد شده به شکل تقریباً ب وارونه می باشد. دو انتهای آن برای بدست آوردن خمیدگی لازم و گیر کردن در بالاست آهنگری می گردد که بدین ترتیب پایداری جانبی خط نیز تامین می شود.



ریل بر روی تراورس فولادی قرار گرفته و توسط میخ های ریل و پیچهای مهار ریل در سوراخ هایی (یکی از عمده معایب این نوع تراورس همین سوراخ ها می باشد زیرا منشاء بروز ترک است) که در بالای تراورس حفر گردیده نصب می شوند.

تراورس های فولادی از فولاد با درصد کربن کم و مقاومت کششی نهایی ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم بر میلیمتر مربع ساخته می شوند و معمولاً از فولادهای پیشرفته استفاده نمی گردد و بنابراین حد تسلیم آنها نزدیک به ۵۰ درصد مقاومت نهایی می باشد. ترکیب شیمیایی تراورس های فلزی برابر است با:

۰/۱۵ تا ۰/۴۵ درصد کربن

۰/۰۱ تا ۰/۳۵ درصد سیلیس

۰ تا ۰/۳۵ درصد مس

تراورس فولادی معمولاً به ابعاد طول ۲/۵۰ تا ۲/۶۰ متر و ضخامت ۰/۱۰ تا ۰/۱۶ متر می باشد.

وزن این تراورس ها بین ۷۵ تا ۹۰ کیلوگرم می باشد و عمر مفید تراورس فلزی در خطوط معمولی که دارای رفت و آمد متوسط است در حدود ۴۵ تا ۵۰ سال است.

مزایا استفاده از تراورس فولادی:

- عرض خط را به اندازه کافی و برای مدت نسبتا طولانی ثابت نگه میدارد.
- بطور نسبتا ساده ای تولید و نصب و نگهداری می شود.
- دارای صلبیت جانبی بهتر است.
- در معرض حشرات موزق قرار نمی گیرد.
- در مقابل آتش سوزی پایدار است.
- اسقاطی آن ارزشمند است.

معایب استفاده از تراورس فولادی:

- در مقابل خوردگی ضعیف است.
- در زیر حرکت قطار پر سر و صدا تر است.
- نسبت به مواد شیمیایی حساس می باشد.
- برای خطوط الکتریکی مناسب نیست.
- در سیستم علائم الکتریکی و برقی نیاز به لوازم عایق بندی خاص می باشد.
- ترک در محل نشیمنگاه ریل به هنگام بهره برداری ایجاد می گردد.
- بالاست بیشتری نیاز دارد.

تراورس بتونی

پیشرفت های حاصل شده در علم بتن موجب استفاده از تراورس های بتنی شده است و تراورس هایی که امروزه در خطوط جدید نصب می گردند و جای قدیمی ها را می گیرند عمدتاً تراورس های بتنی و از نوع پیش تنیده تک بلوکی BV۰ می باشد.



همواره با فن آوری های بتن مسلح و بتن پیش فشرده ، دونوع تراورس بتنی بوجود آمد:

الف) تراورس های بتن مسلح دو بلوکی: شامل دو قسمت بتن مسلح دوزنقه ای که با یک میله به یکدیگر متصل شده اند.

از این نوع تراورس برای سرعت تا ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت و بار محوری ۱۹ تا ۲۱ تن و همچنین برای سرعت های تا ۲۲۰ کیلومتر بر ساعت با بار محوری ۱۷ تن مورد استفاده قرار می گیرد.

صفحات قشر بالاست زیر تراورس های دو تکه باید بیشتر از تراورس های دیگر باشد و هرگاه جسم خط روی بستر ضعیفی قرار گیرد باید به میزان بالاست افزود و هنگامی که میزان بالاست زیر آن مناسب نباشد ، خصوصیات مکانیکی مناسبی از خود نشان نمی دهد.

در خطوط با بار محوری بیشتر و سرعت بالاتر از نوع بزرگتری از تراورس بتنی دو تکه استفاده میگردد که در خط TGV فرانسه برای سرعت ۳۰۰ کیلومتر بر ساعت بکار رفته است که وزنی بالغ بر ۲۶۰ کیلوگرم دارد. این نوع تراورس ها به سبب شکل و ابعاد پروفیل وسط نیاز به نگهداری بیشتری دارند ، زیرا که با کوچکترین افتادگی متفاوت دو تکه از تراورس عرض خط تغییر خواهد کرد و در بارگیری ، تخلیه ، حمل و نقل و نصب احتیاج استفاده از ماشین آلات مخصوصی است.

عمر مفید این تراورس ها حدود ۵۰ سال است.

ب) تراورسهای پیش تنیده تک بلوکی: (می تواند به صورت پیش کشیده یا پس کشیده باشد)

خصوصیات هندسی تراورس های بتنی تک بلوکی بتن پیش تنیده (یک تکه) مشابه تراورس چوبی است و مقاومت مکانیکی آن مشابه تراورس دو بلوکی است و سایر خصوصیات آن به شرح زیر می باشد:

- تنش های کشش را بهتر تحمل می کنند ، زیرا تنش وارده به بتن همیشه بصورت فشاری است. (بتن تاب تنش های کششی را ندارد و با پیش تنیدگی مقطع بتن و ایجاد تنش فشاری قابلیت مقابله با تنش های کششی را در آن ایجاد می کنیم)
- میزان میلگرد مصرفی در تراورس های بتنی یک تکه خیلی کمتر از تراورس های دو تکه است.
- وزن تراورسهای یک تکه کمتر از تراورس های دو تکه است.
- مقاومت جانبی آنها کمتر از تراورس های دو بلوکی ولی بیشتر از تراورس های چوبی است.
- عرض خط را به نحو احسن ثابت نگه میدارند.
- تراورس های بتنی یک تکه نیروها را بهتر از تراورس دو تکه توزیع میکند ، ولی نه به خوبی تراورس های چوبی.

تراورس های تک بلوکی عمر مفیدی حدود ۵۰ سال دارند.

تراورس بتونی پیش تنیده تک بلوکی بعلت مقاومت خوب در برابر حداکثر فشار محوری برای مصرف در راه آهن ایران در خطوط و پروژه های جدید انتخاب و مورد مصرف قرار می گیرد در حال حاضر در کشور تراورس های بتنی BY۰ و B۵۸ در تیپ وسلو و پاندرول تولید می شود.



تراورس بتنی منو بلوک BY۰

نکته: به دلیل اینکه توزیع نیروها در زیر تراورس تنشهای بسیار کمی را در قسمت وسط نشان می دهد ، می توان مصالح کمتری را با اطمینان در این قسمت از تراورس مورد استفاده قرار داد. به همین دلیل بتن قسمت وسط تراورس های دوبلوکی با یک میله جایگزین شده است در حالیکه در تراورس های پیش تنیده سطح مقطع تراورس را در قسمت وسط کوچک تر در نظر می گیرند.

ویژگی	تراورس پیش تنیده یک تکه	تراورس بتنی دو تکه	واحد
طول کل تراورس	۲۴۰۰-۲۶۰۰	۲۲۰۰-۲۶۰۰	(mm)
عرض کف تراورس	۲۴۰-۲۹۰	۲۶۰-۳۰۰	(mm)
عرض رویه تراورس	۲۲۰-۲۵۰	۲۲۰-۲۵۰	(mm)
ارتفاع تراورس	۱۵۰-۲۲۰	۲۱۰-۲۸۰	(mm)
طول هر تکه	-	۷۰۰-۹۰۰	(mm)
شیب نشیمنگاه ریل	۱ به ۲	۱ به ۲	(mm)
وزن کل تراورس	۲۶۰-۲۸۰	۱۶۰-۱۸۰	(mm)

ویژگیهای عمومی تراورس های بتنی

موارد زیر نکاتی است که در مورد بارگیری و تخلیه و انبار کردن تراورس های بتنی باید در نظر داشت :

- باید دقت کافی در بارگیری و تخلیه تراورس ها صورت گیرد ، زیرا کوچکترین ضربه ناشی از افتادن ، موجب شکستگی و ایجاد ترک در تراورس میگردد.

- در صورتیکه از لیفتراک برای چیدن تراورس ها استفاده شود حداکثر ۶ عدد تراورس رو هم و در صورتیکه از جرثقیل دروازه ای استفاده شود حداکثر ۱۰ عدد تراورس را روی هم میتوان قرار داد.

- در ردیف اول هر دپو ، باید بین تراورس و زمین ، چوبهایی به ضخامت ۱۰ سانتی متر قرار داد تا تراورس ها مستقیماً با خاک تماس نداشته باشند و بین تراورس ها حتماً قطعات چهار تراش به ضخامت ۵ سانتی متر قرار گیرد.

- در محل رولپلاک در تراورس های بالاترین ردیف درپوش نصب گردد تا از نفوذ آب باران و یخ زدگی تراورس ها جلوگیری بعمل آید.

ریشه یابی بروز خرابی در تراورس های بتنی

ترک کلگی:

ترک های ناحیه کلگی تراورس های بتنی در مرحله تولید بصورت ابتدایی بروز می نمایند و در صورت بهره برداری و استفاده از تراورس بتنی خیلی سریع پیشرفت می کند. این نوع ترک حالت اریبی دارد و از محل سوراخ پیچهای پیش تنیدگی آغاز و به نشیمنگاه ختم می شود. با توجه به اینکه این نوع ترک از محل سوراخها آغاز می شوند و در این محل به علت تغییر سطح مقطع تراورس ، تمرکز تنش فراوانی وجود خواهد داشت ، لذا در صورت عبور بار تراورس ها بطور کامل تخریب می شوند.

از دلایل بروز این خرابی میتوان به عوامل زیر اشاره کرد:

- کمبود پوشش بتن پشت پلاکها
- عدم دقت در اعمال نیروی پیش تنیدگی
- عمل آوری نامناسب
- نحوه پیچ باز کنی
- تخلیه تراورس

برای کم کردن این نوع از خرابی لازم است قالبهای مخصوص تراورس های بتنی به لحاظ ابعادی و اعوجاج مورد بررسی قرار گیرد و کنترل دقیق در اعمال نیروی پیش تنیدگی در نظر گرفته شود و البته در زمان بخاردهی و حفظ دمای عمل آوری دقت کافی مبذول گردد تا تراورس دچار خشک شدگی زودرس نگردد.

کرمو بودن تراورس:

این خرابی در مرحله تولید تراورس بوجود می آید و مهمترین دلایل این خرابی عبارتند از:

- طرح اختلاط بتن و عدم توجه به نسبت اختلاط شن و ماسه
- عدم رعایت دما و زمان بخاردهی در کوره بخار
- سفتی بیش از حد بتن
- عدم دقت در میزان روغن مخصوص قالب فولادی برای تراورس بتنی
- نحوه ریختن بتن به درون قالب فولادی
- پرت کردن بتن به درون قالب که خود موجب جدا شدگی مصالح می گردد.
- کاهش میزان ماسه یا افزایش حداکثر اندازه سنگدانه

ترک های ماهیچه ای:

این ترک در زمان اعمال نیروی پیش تنیدگی و همچنین در هنگام تخلیه تراورس بتنی از قالب در ناحیه ماهیچه های تراورس به سمت محور اصلی و طولی بروز می نماید.

عوامل موثر در بروز ترک ماهیچه ای عبارتند از:

۱- نحوه اعمال نیروی پیش تنیدگی:

اعمال نیروی پیش تنیدگی باید بصورت همزمان و هم اندازه به میزان ۲۸۰ کیلونیوتن باشد در صورتی که این مقدار هم زمان و یا نیروی اعمالی بر آرماتورها به میزان مساوی نباشد، می تواند منجر به بروز ترک در ناحیه ماهیچه تراوری بتنی شود.

۲- نحوه باز نمودن پیچ ها:

بهترین روش برای باز نمودن پیچ های ثابت و کششی بصورت همزمان است اما در عمل به علت ملاحظات اجرایی باید ابتدا پیچ های پایینی باز شوند و سپس پیچ های بالایی و در غیر اینصورت باعث ایجاد نیروهای غیر متعارف میگردد و منجر به بروز ترک در ناحیه ماهیچه تراورس بتنی می شود.

۳- نحوه تخلیه تراورس از قالب:

تراورس بتنی در قسمتی باز می شود که قالب انحنا دارد، لذا قالب فولادی به ماهیچه های تراورس نباید فشاری وارد کند. پس باید در قسمت ماهیچه ای و قالب گریس زد تا فاصله حدود ۱ تا ۲ میلیمتر بین قالب و قسمت ماهیچه ای تراورس بوجود آید و انحنای لازم ایجاد شود تا قالب فولادی فشاری به تراورس وارد نکند.

پرشدگی رولپلاک:

این خرابی در مرحله تولید و یا در مرحله گویلاژ بندی رخ می دهد و از عوامل مهم در ایجاد انواع ترکها بخصوص ترک طولی در تراورس های بتنی پیش تنیده است و مهمترین عوامل پرشدگی رولپلاک عبارتند از:

- جنس رولپلاک و مواد تشکیل دهنده آن و داشتن زائده
- ترک داشتن و یا شکستگی رولپلاک و ورود شیره بتن
- ته باز بودن رولپلاک در صورتیکه رولپلاک سراسری نباشد
- نگذاشتن درپوش بر روی سوراخ رولپلاک ها (بخصوص زمانی که تراورس ها در فضای باز دپو شده اند و ورود برف و باران به درون سوراخ رولپلاک ها)

- ورود اجسام خارجی در زمان کوپلاژ خط
 - عدم دقت در زمان باز نمودن پابندها جهت عملیات جوشکاری
- ایرادات مربوط به رولپلاک ها از دیگر عوامل موثر در خرابی تراورس های بتنی می باشد که عبارتند از:
- خطا در اجرای زاویه ۵ درجه:
- به منظور کاهش اثرات ضربه بر روی تراورس ها و انتقال مناسبتر آن برای رولپلاک ها زاویه ۵ درجه ای در نظر میگیرند تا اثرات نیروی وارده را کمتر کند و باعث عمر بالاتر سیستم خط و بخصوص فنرها و تراورس گردد و عدم اجرای دقیق این زاویه باعث تشدید اثر نیروی وارده به خط شده و به سیستم پابند و همچنین کلگی تراورس صدمه وارد می کند.
- کیفیت پابند لاستیکی:
- به منظور نگه داشتن رولپلاک ها در هنگام تولید تراورس های بتنی پیش تنیده از پابندهای لاستیکی استفاده می کنند. در صورتیکه کیفیت پابند لاستیکی در حد استاندارد نباشد در حین تولید بریده می شود و ممکن است تکه های آن در داخل رولپلاک گیر کند و در زمان پیچ بندی یا بهره برداری باعث تخریب تراورس گردد و از عوامل بروز ترک های طولی در تراورس خواهد شد.
- بسته بودن ته رولپلاک:
- بسته بودن ته رولپلاک باعث تمرکز تنش و فشار جانبی می شود و در نتیجه باعث صدمه تراورس میگردد. لذا برای جلوگیری از پر شدن رولپلاک ها بایستی در زمان ساخت پابندهای لاستیکی را بصورت سراسری بوده و رولپلاک ها نیز ته باز باشند تا یک سوراخ طبیعی در انتهای رولپلاک تا انتهای تراورس ایجاد گردد تا از این طریق مواد اضافه و ... از تراورس خارج گردد و عمل زهکشی در رولپلاک نیز انجام شود. همچنین به علت ویسکوالاستیک بودن ، رولپلاک جای بازی دارند و بر اثر فشار بتن و نیروی اعمالی برای بستن پیچ میتوانند کاملاً فیت پیچ شوند و به این وسیله از بروز تمرکز تنش و همچنین فشارهای جانبی جلوگیری نموده و عمر تراورس ها را افزایش دهند.

تراورس های خاص

در ادامه به تعدادی از تراورس های خاص که می تواند در پروژه ها احداث خطوط ریلی در شرایط خاص و با نظر کارشناسان مورد استفاده قرار بگیرند اشاره خواهیم داشت.

تراورس های کامپوزیت

تراورس های کامپوزیت جدید (انواع چوب و فلز بازیافتی، پلیمر، پلاستیک یا سرامیک) اخیراً به عنوان یک گزینه مناسب در میان انواع تراورس ها مطرح شده اند. عمق این تراورس ها در حدود ۱۲۰ میلی متر و طول آن ها معادل با انواع چوبی و بتنی می باشد. وزن تراورس های ترکیبی به طور تقریبی ۶۱ کیلوگرم است. از ویژگی های این نوع تراورس آن است که:

- ✓ به آسانی قابل حمل و جابجایی است.
- ✓ در شرایط مختلف کاربری مانند عبور بارهای نفتی و شیمیایی پایدار و مقاوم است.
- ✓ در برابر شرایط مختلف آب و هوایی بادوام بوده و آسیب پذیری آن اندک است.
- ✓ دارای عمر مفید بیش از ۵۰ سال بوده و دوام نقاط اتصال آن (با پیچ) درحد تراورس های چوبی یا بتنی می باشد و قابلیت لازم برای توزیع و انتقال فشار وارده از ریل ها بر لایه بالاست را داشته باشد. در واقع ارتجاعیت بیش تری به خط می دهد و الاستیسیته لازم را برای آن تأمین می کند.
- ✓ عایق الکتریکی مناسبی است.
- ✓ امکان اتصال ریل را با استفاده از پابندهای متداول فراهم می نماید



نمونه ای از تراورس های کامپوزیتی

تراورس فولادی Y شکل

فولاد به علت اینکه ماده ای شکل پذیر است و امکان جوشکاری آن فراهم است و عمر مفید بالایی دارد میتواند امتیازات بالایی برای ساخت تراورس و استفاده آن در خطوط ریلی داشته باشد.



تراورس فولادی Y شکل که کمتر فراگیر شده اند ، جدیداً در تعدادی از کشورهای توسعه یافته برای ارتقا سرعت قطارها و بهبود مشخصات مکانیکی خط مورد توجه قرار گرفته ، با توجه به مزایای که نسبت به تراورس های بتنی مرسوم در راه آهن ایران (BV۰) دارد (کاهش مصرف تعداد تراورس به میزان ۵۰ درصد و مقاومت بالاتر خط در مقابل لغزش جانبی و پایداری بالاتر خط و در نتیجه حرکت بدون تکان قطار و عمر طولانی تر خط) و در دسترس بودن فولاد در کشور میتواند در شبکه راه آهن ایران نیز مورد استفاده قرار گیرد.

در جدول زیر مقایسه ای بین تراورس های بتنی BV۰ و تراورس فلزی Y شکل برای یک مسیر تک خطه به طول یک کیلومتر انجام گرفته است:

تراورس بتنی BV۰	تراورس فلزی Y شکل	
۲/۶	۲	طول (m)
۵۰۷۰۰۰	۱۱۴۰۰۰	وزن (kg)
۱۶۶۷	۸۰۳	تعداد تراورس
۳۹۰۰	۲۶۰۰	بالاست مورد نیاز (ton)

اجزای تراورس های فولادی Y شکل:

- یک مقطع تیر آهن به شکل خاص (IBS۱۰۰) که با ارتفاع کم جان و بالهای با عرض بزرگ می باشد و سطح داخلی بالها بصورت مورب و شیبدار ساخته میشوند که باعث جلوگیری از ماندن آب بر روی بالها و جان تیر است و در نهایت منجر به افزایش طول عمر تراورس می گردد. (طول عمر این تراورس ها حدود ۷۰ سال تخمین زده می شود)

- ساختار این تراورس شامل دو تیر اصلی در قسمت تحتانی Y را تشکیل میدهد می باشد که دو تیر اصلی در قسمت تحتانی Y به هم متصل می شوند.
- با ادغام کردن دو تیر اصلی تراورس در قسمت تحتانی Y این قسمت تقویت مضاعف می شود.
- برای اطمینان از محل قرارگیری هم راستای صفحات زیر ریل در هر دو انتهای تراورس Y شکل ، تیرهای اصلی توسط یک تیر فرعی در هر انتها تکمیل و تنظیم می شوند.
- جهت سیستم پابند ریل صفحه زیر ریل S۱۵ و پابند Y-FCH با سیستم پاندروول fastclip و وسلو در دسترس قابل اجراء می باشد.

مزایای تراورس های فولادی Y شکل:

- در مقایسه با تراورس های چوبی و بتنی ، مصرف تراورس در خط بیش از ۵۰٪ کاهش می یابد و لذا عملیات زیرکوبی نیز ۳۰٪ کاهش می یابد.
- مصرف بالاست در مقایسه با سیستم خط با تراورس بتنی در حدود ۳۰٪ کاهش می یابد.
- با توجه به اینکه تراورس های فولادی Y شکل عرض زیرسازی کوچکتری نیاز دارند لذا عملیات خاکی در هنگام ساخت زیرسازی مسیر کاهش یافته و میزان گود برداری در قسمت کف تونل نیز کاهش خواهد یافت.
- تمام قسمت های تراورس های فولادی Y شکل قابل بازیافت هستند.
- خطوط راه آهن با این تراورس ها بدلیل پایداری و قرارگیری بالای خط حتی در قوس های با شعاع کوچک نیاز به ابزارهای ایمنی اضافی ندارند.
- در موارد استفاده بر روی پلها ارتفاع طراحی پل می تواند تا ۱۰ سانتیمتر در مقایسه با تراورس های بتنی و چوبی کاهش یابد.
- از تراورس فولادی Y شکل در بخش اسلب بتنی نیز استفاده می شود و اگر یک سطح اتکای هموار و مناسب در دسترس باشد می توان در کف تونلها و عرشه پل نیز از این تراورس ها استفاده نمود.
- با توجه به پایداری زیاد لایه های اصلی آسفالت ، می توان از این تراورس ها بر روی آن نیز استفاده شود.

روش چیدمان مطلوب تراورس های فولادی Y شکل بصورت مکانیزه است و با ماشین آلات مربوطه می توان بین ۲۵۰ تا ۳۵۰ متر بر ساعت پیشروی داشت. البته روش های دستی هم با اکیپ های چند نفره هم مورد استفاده است که ۱۰۰ متر بر ساعت پیشروی خواهند داشت.

با توجه به موارد اشاره شده در ارتباط با تراورس های فولادی ۷ شکل نه چندان شناخته شده در راه آهن ایران می توان در مورد مزیت های این تراورس ها نتیجه گرفت که:

- مناسب برای استفاده در مناطق کوهستانی
- مناسب برای استفاده در مناطقی با عرض کم خاکریز
- امکان ساخت داخلی با حداقل ضایعات زیست محیطی و قابل بازیافت
- سرعت عمل در اجراء و نصب
- صرفه جوئی در هزینه های حمل و نقل و مصرف بالاست
- کاهش حجم عملیات خاکبرداری در تونل

تراورس های پهن

امروزه در آلمان تراورس های پهن همراه با تراورس های منو بلوک مورد استفاده قرار می گیرد. تراورس های پهن ، طولی برابر $2/40$ متر و پهنایی در حدود 57 سانتی متر دارند و فاصله محور به محور آنها 60 سانتی متر بوده و فاصله خالی 3 سانتی متری بین آنها توسط پرکننده های لاستیکی پر می شود.

در تراورس های پهن وزن تراورس به میزان حدود دو برابر افزایش یافته ولی با کاهش زیاد فشار میانگین بر روی بالاست ، خطوطی که از این تراورس استفاده می شود باعث کاهش نرخ زوال خط میگردد.

هر چند هزینه اجرای خطوط راه آهن با تراورس های پهن تا 20 درصد نسبت به خطوط بالاستی عادی بیشتر است اما این اضافه هزینه اولیه در دوران بهره برداری برگشت پذیر می باشد و با اندازه گیری های پیوسته در خطوطی که از تراورس های پهن استفاده شده می توان نسبت به مزایای این تراورس ها نتیجه حاصل کرد که:

- پایداری بالای بستر خط
- افزایش 15 درصدی در پایداری شانه های کناری
- کاهش صدای بدنه خط
- رفتار نشست مطلوب (در مقایسه با خط عادی با حدود 50% کاهش)
- محدود شدن عملیات نگهداری در حین بهره برداری از خط

تراورس های قابی شکل

یکی دیگر از تراورس های موثر در افزایش سرعت و تناژ بالاتر و کیفیت بهتر در خطوط بالاستی تراورس قابی شکل می باشد. این تراورس توسط آقای رایس برگر ابداع گردید و در خطوط کشور اتریش مورد استفاده قرار گرفت و به صورت دو تراورس که در محل پابندها به یکدیگر متصل گردیده اند قابل تصور است.

اجزای مورد استفاده طولی برابر $2/4$ متر و عرض $0/95$ متر داشته و توسط دو مجموعه پابند بر روی هر جزء به یکدیگر متصل می شود. در زیر اجزای تراورس ، یک لایه پلیمری به ضخامت 12 میلی متر تعبیه گردیده و خواص پخش بار و خصوصیات زیرکوبی ارتقا می یابد. مقاومت جانبی بسیار بالا و سختی قاب ، شرایط مناسبی را برای حفظ شرایط هندسی خط فراهم می آورد و کاهش میزان نشست خط به میزان دو سوم خطوط بالاستی عادی و پرهیز از نشست های نامتقارن و بنابراین بهبود هندسه خط نتیجه استفاده از تراورس های قابی شکل می باشد.

آلات اتصال ریل به تراورس (پابند)

تمامی قطعات و اجزای اتصال بین ریل و تراورس را سیستم پابند می نامند و انواع گسترده ای از سیستم های پابند ریل وجود دارد که انتخاب پابند مناسب به میزان زیادی بستگی به خواص و سازه تراورس مورد استفاده دارد.

وظایف و الزامات عمومی پابند عبارتند از:

- جذب نیروی اعمالی بر ریل و انتقال آنها به تراورس
- تا حد امکان میرایی ارتعاشات و ضربات ناشی از ترافیک پیش بینی شود.
- حفظ عرض خط و شیب عرضی ریل در رواداری قابل قبول.
- ایجاد عایق الکتریکی بین ریل و تراورس علی الخصوص در مورد تراورس های بتنی و فولادی

مقاومت طولی بین ریل و تراورس باید حداقل برابر ۱۵ کیلو نیوتن انتخاب شود تا از مقاومت برشی بین تراورس و بالاست بیشتر باشد. میزان مقاومت برشی تقریباً برابر ۵ کیلونیوتن در هر نصفه تراورس است. در این حالت در صورت وجود نیروهای محوری بزرگ درون ریل ، سیستم پابند ریل را نگه داشته و تراورس درون بالاستی جا به جا در خطوط جوشکاری پیوسته و سیستم اتصال مستقیم بر روی پل ها ، باید با اطمینان حاصل نمود که نیروی طولی ناشی از تغییرات درجه حرارت ، که باید توسط تکیه گاه های پل منتقل گردد ، از حدود مجاز فراتر نمی رود. این نیروی طولی ، حداکثر برابر نیروی لغزش در طول پل است. در صورت بهره گیری از ریل پدهای نایلونی مخصوص ، امکان کاهش مقاومت طولی وجود دارد.



انواع پابند

پابندها به دو دسته کلی تقسیم می شوند که عبارتند از:

پابندهای صلب

از این پابندها در خطوط کم سرعت (حداکثر ۸۰ کیلومتر در ساعت) استفاده می شود و از انواع مهم این پابندها پابند تیپ K می باشد.

پابند ارتجاعی

توسعه استفاده از خطوط جوشکاری پیوسته، نیاز به پابندهایی با خاصیت ارتجاعی بالا را بیش از پیش مورد توجه قرار داده است و قطعا در تراورس های بتنی که حساسیت بیشتری به بارهای ضربه ای دارند، این نیاز بیشتر احساس می شود.

فلسفه پابندهای ارتجاعی بر تغییر مکان بزرگ فنر اتصال استوار است. در این حالت نیروی گیرداری فنر باید خاصیت ارجاعی خطی خود را تا تغییر مکان قابل ملاحظه حفظ کند.

تاکنون برای تراورسهای بتنی منوبلوک در ایران پابندهای K و پاندرول استفاده شده و امروزه نیز بیشتر از پابندهای وسلو برای ریل های UIC۶۰ انتخاب و مورد استفاده قرار می گیرد که در ادامه در مورد این سه مدل پابند توضیحاتی ارائه می شود.

پابند K

این نوع پابند از یک صفحه فولادی که کف آن دارای شیب $\frac{1}{4}$ می باشد ریل را به کمک یک صفحه لاستیکی بر روی صفحه فولادی قرار می دهد و از طریق گیره های مخصوص و پیچ تثبیت می کند. در این مجموعه پابند فشار وارده به پاشنه ریل بوسیله دو پابند در حدی است که اجازه حرکت طولی به ریل در اثر انقباض و انبساط و نیروی ترمز و نیروهای دینامیکی نخواهد داد و از فرار ریل و حرکت طولی خط و از گونیا خارج شدن تراورس ها جلوگیری می کند. این نوع پابند مخصوص تراورس های چوبی است اما در موارد خاص میتوان با پیش بینی اتصالات خاص از آن بر روی تراورس های بتنی و فلزی نیز استفاده کرد و به همین دلیل بیشتر در خطوط قدیمی و خصوصا در خطوط ایستگاه ها یافت می شود. از بزرگترین معایب این پابند میتوان به موارد زیر اشاره داشت:

- با توجه به اینکه پابند مورد استفاده در تراورس های بتنی باید ارتجاعی باشد این خصوصیت را نسبت به پابندهای ارتجاعی (پاندرول و وسلو) کمتر دارد.

- تعریض عرض خط با پابند K مقدور نیست.

پابند پاندرول

قطعات پابند پاندرول عبارتند از:

- ۱- شولدر به وزن ۱۵۰۰ گرم از جنس چدن ملی بل پرلایت که در موقع ریختن بتن در قالب ، لین شولدرها در داخل قالب کار گذاشته شده و فیکس میگردد.
- ۲- فنر E۲۰۰۰ به وزن ۷۷۰ گرم از نوع فولاد فنر که در محل نصب خط داخل شولدر جاگذاری می شود.
- ۳- صفحه عایق به وزن ۸۰ گرم از جنس نایلن بعلاوه تقویت کننده الیاف شیشه ای.
- ۴- کفی زیر ریل به وزن ۱۵۰ گرم از جنس پلی اتیلن با وزن مخصوص بالا به ابعاد ۱۵۲×۱۶۰ میلیمتر.

مزایای استفاده از پابند پاندرول:

- فنریت در پابند بطور ایده آل وجود دارد.
- تعداد قطعات کمتر از قطعات وسلو است.
- نصب و در آوردنش راحت می باشد.

معایب استفاده از پابند پاندرول:

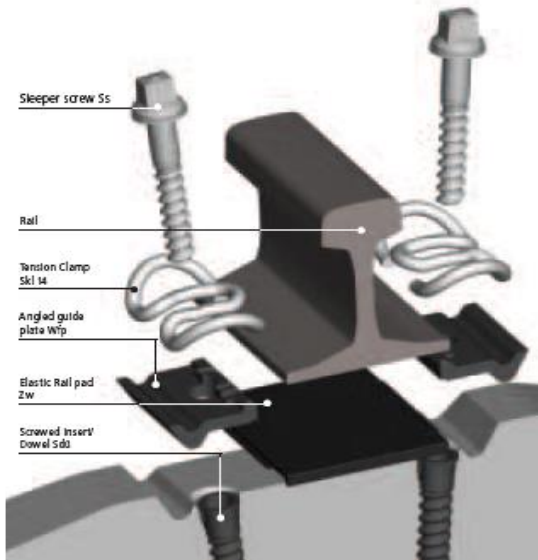
- فنر پاندرول به راحتی از جایش در می آید.
- بخاطر فشار نقطه ای زیاد در حد فاصل بین فنر و پای ریل روی ایزولاتور پلاستیکی ، ایزولاتور در درجه حرارتهای بالا و در حرارتهای پایین می شکند و سبب کاهش نیروی پای فنر می گردد.
- فنر در مقابل ضربات ناشی از بریدگی چرخ و زیرکوبی ماشین های مربوطه ضعیف شده و در کوتاه مدت احتمال شکستگی فنر بسیار است و یا باعث لق شدن شولدر نسبت به بتن تراورس می شود.
- تعریض خط با این پابند ممکن نیست.
- در نقاط مرطوب فنر در سوراخ شولدر زنگ زده و خارج کردن فنر مشکل می شود.
- در اثر ارتعاشات زیاد خط بتدریج فنر از شولدر خارج شده و بیرون می پرد.
- قابل استفاده روی پابندهای K و همچنین ریل های سنگین تر نمی باشد و قالب ها باید تعویض شود.

پابند وسلو

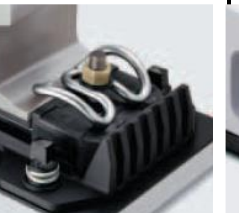
پابند وسلو نوعی پابند فتری است که برای رفع نقص صلب بودن خط و جذب ضربان وارد بر خط طراحی و مورد استفاده قرار می گیرد. طراح و تولید کننده اولیه این پابند شرکت وسلو آلمان بوده و فولادهای فتر ارائه شده در استاندارد DIN ۱۷۲۲۱ برای تولید این پابند می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

قطعات پابند وسلو عبارتند از:

- ۱- فتر SKL به وزن ۴۶۲ گرم و نوع جنس فولاد فتر ST-۳۸
- ۲- پیچ SS۲۳ به وزن ۶۳۳ گرم و نوع جنس ST۴۲-۴۴
- ۳- صفحه راهنما به وزن ۸۷۵ گرم و نوع جنس ST۴۲-۴۴
- ۴- صفحه عایق E۱۱۶ به وزن ۱۲ گرم از جنس پلی اتیلن وزن مخصوص بالا
- ۵- کفی زیر ریل به وزن ۱۶۰ گرم از جنس اتیلن+وینیل استات
- ۶- رول پلاک Sduq به وزن ۶۳ گرم از جنس پلی اتیلن با وزن مخصوص بالا



نمونه هایی از پیچ های پابند وسلو

			
۳۳۶	۳۰۰	E ۱۴	W ۱۴
			
KS	۱۴۰۳	DFF ۳۰۰	DFF ۱۴

انواع سیستم‌های پابند وسلو

مزایای استفاده از پابند وسلو:

- از فنرهای وسلو میتوان برای ارتجاعی کردن پابند K موجود در خطوط موجود استفاده نمود
- وزن فنر خیلی کمتر از فنر پابند پاندرول می باشد
- کلیه قطعات پابند حتی رول پلاک قابل تعویض می باشد
- تنش گیری خط بسادگی و بدون مسدودی خط قابل اجرا است
- تنظیم عرض کرد تا ۱۰ میلیمتر تلورانس امکان پذیر است
- در سوانج و خارج شدن واگن از خط فقط قطعات شکسته پابند تعویض و تراورسها همچنان قابل استفاده می باشند و نیازی به تعویض آنها نیست

معایب پابند وسلو:

- تعداد قطعات وسلو بیشتر از پاندرول است
- مقدار مقاومت (Toe-Load) کمتر از پاندرول می باشد.
- امکان ورود ماسه و مواد خارجی بداخل رول پلاک وجود داشته در نتیجه بستن پیچ با مشکل مواجه می گردد. (اگر از درپوش های پلاستیکی برای تراورس از زمان پس از تولید تا جایگذاری در محل استفاده شود این مشکل حل می گردد).

رولپلاک پلاستیکی

رولپلاک پلاستیکی قطعه ای از جنس پلی اتیلن سنگین با سختی زیاد است که درون تراورس بتنی قرار گرفته و مانع تماس مستقیم پیچ پابند با تراورس های بتنی شده و بین آنها عایق الکتریکی نیز ایجاد می نماید. از آنجاییکه بتن از مقاومت سایشی و ارتعاشی ضعیفی در مقایسه با فلزات برخوردار است ، اگر پیچ پابند در تماس مستقیم با بتن تراورس قرار گیرد ، موجب سایش و ریزش دیواره های بتنی استفاده می شود تا از وقوع چنین امری جلوگیری نماید.

وزن مخصوص رولپلاک ها با استاندارد DIN۵۳۷۹ و یا ASTM-D۱۲۳۸ تعیین می گردد و این وزن مخصوص باید حداقل ۰/۹۴۵ گرم بر سانتی متر مکعب باشد.

گاید پلیت

گاید پلیت یکی از اجزا ادوات اتصال در سیستم پابند وسلو است که نقش آن ، فراهم آوردن نشیمنگاه مناسب برای فنر وسلو ، جذب ارتعاشات و عایق الکتریکی برای ادوات اتصال خط است.

پد

صفحات لاستیکی که بین ریل و تراورس قرار میگیرد (زیر ریل) پد نام دارد و تقسیم فشار بر روی تراورس و در نتیجه طول عمر بیشتر تراورس و افزایش پایداری در برابر نیروهای عرضی از خصوصیات پد می باشد.



بالاست

لایه بالاست از مصالح دانه ای درشت و منفک تشکیل شده و توسط اصطکاک داخلی بین دانه ها ، قادر به تحمل و جذب تنش های فشاری است. مقاومت باربری بستر بالاست در جهت قائم قابل ملاحظه می باشد.



تصویری از بالاست ریزی قشر اول توسط فینیشر

از عمده وظایف بالاست می توان به پخش بار و ایجاد مقاومت جانبی کافی برای خط و زهکشی مناسب در روسازی می باشد و می بایست خواص زیر را برای انجام صحیح وظایف خود 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 یخ زدگی 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 به راحتی خرد نگردد.
- ✓ به راحتی قابل تهیه و ارزان باشد.
- ✓ ذرات آن گوشه‌دار بوده و ضریب ارتجاعی کافی داشته باشد.
- ✓ به منظور جلوگیری از حرکت افقی تراورس، گیرائی کافی داشته و شکل ذرات و دانه‌بندی آن‌ها مناسب باشد.
- ✓ آب باران را در خود جمع نکند، یعنی این که عاری از خاک و مواد زائد باشد.

انواع بالاست

تمامی ذرات بالاست باید مکعبی و دارای وجوه شکسته باشد و انواع متداول آن عبارتند از:

- سنگ های شکسته: سنگدانه های شکسته آذرین یا رسوبی مانند پورفیری ، بازالت ، گرانیت ، ژنیس ، سنگ آهک ، سنگ ماسه و غیره در این گروه قرار دارند. محدوده دانه بندی ذرات بین ۳۰ تا ۶۰ میلیمتر برای خطوط اصلی و ۲۰ تا ۴۰ میلیمتر در محدوده سوزن بندی و تقاطعات هم سطح ، انتخاب می شود. بطور معمول ، سنگ دانه های شکسته خواص بسیار مطلوبی دارند. (این مصالح حساسیت بیشتری به هوازدگی دارند و احتمال آلودگی بالاست را افزایش می دهند)
- مصالح رودخانه ای: بیشتر از رودخانه ها استحصال میگردد و دانه بندی بین ۲۰ تا ۵۰ میلیمتر دارد. دانه های شن بسیار سخت و مقاوم در برابر هوازدگی هستند ولی با توجه به سطح صاف و گردی دانه ها اصطحکاک داخلی پایین تری در لایه بالاست مورد انتظار است.
- شن شکسته: این مصالح از شکستن مصالح دانه ای بزرگ به محدوده دانه بندی ۲۰ تا ۴۰ میلیمتر حاصل می گردد و مقاومت برشی داخلی شن های شکسته از شن عادی بیشتر است.

شرایط مناسب بالاست

بالاست باید از مصالح سنگی دارای چگالی مناسب تهیه شده و در برابر آب کمترین تاثیر را بپذیرد و از هر ۱۸۰ تن بالاست آماده شده باید حداقل یک نمونه ۴۵ کیلوگرمی را برداشته و آزمایش های لازم انجام پذیرد و بالاست مورد نظر شرایط زیر را داشته باشد:

- وزن مخصوص ظاهری بالاست مطابق استاندارد ASTM-C۱۲۷ باید حداقل برابر ۲/۶ تن بر متر مکعب باشد.
- حداکثر مقدار جذب آب مطابق استاندارد ASTM-C۱۲۷ برابر ۱ درصد و در بدترین حالت ۲ درصد باشد.

- آزمایش تورق مطابق استاندارد BS-812 کمتر یا مساوی ۵ درصد باشد.
- بالاست باید مقاومت کافی برای حفظ کیفیت خود در مراحل مختلف و فصول سال را داشته باشد بطوریکه حداکثر افت وزنی بالاست در ازای ۱۲ سیکل یخبندان از ۸ درصد بیشتر نباشد.
- ضخامت بالاست در زیر تراورس در خطوط اصلی نباید کمتر از ۳۰ سانتیمتر و در خطوط فرعی کمتر از ۲۵ سانتیمتر باشد. (توصیه می‌شود که در صورت استفاده از تراورس بتنی، برای بالا بردن خاصیت ارتجاعی خط، حداقل ضخامت بالاست در زیر تراورس باید ۳۵ سانتی متر و حداکثر ۵۰ سانتی متر منظور شود)
- درصد سایش بالاست تهیه شده براساس آزمایش لس آنجلس، نباید در ازای ۱۰۰۰ دور بیش از ۳۰ درصد باشد. روش انجام آزمایش براسا ASTM-C۵۳۵ برای ذرات بزرگتر از ۲/۵۴ سانتیمتر و براساس ASTM-C۱۳۱ برای ذرات کوچکتر از ۲/۵۴ سانتیمتر باشد.
- مقاومت بالاست در برابر سلیش مطابق استاندارد AASHTO TP۵۸-۰۰ آزمایش میکرودوال همراه با گوی های فلزی به قط ۹/۵ میلیمتر همراه با آب داخل یک محفظه استوانه ای فلزی به قط ۱۹۴ میلیمتر ریخته شده (حداقل ۲ ساعت قبل از آزمایش درون ظرف آب ریخته و اشباع می گردد) نحفظه استوانه ای و گوی ها و آب به مدت ۲ ساعت با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه دوران می کند که برخلاف آزمایش لس آنجلس محفظه استوانه ای دارای تیغه های فلزی نبوده و سایش مصالح سنگی فقط از طریق ساییده شدن گوی های فلزی و سنگها به یکدیگر حاصل می شود.
- افت وزنی بالاست به ازای دورهای مختلف خشک و تر در محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم مطابق استاندارد ASTM-C۸۸ به ازای ۵ سیکل متوالی خشک و تر باید از مقدار ۵ درصد (در موارد خاص حداکثر ۸ درصد) کمتر باشد.
- مقاومت تک محوری نمونه استوانه ای سنگ به قطر حداقل ۵ سانتیمتر و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر در شرایط خشک و اشباع شده باید به ترتیب بیشتر از ۱۲۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد.
- بارگذاری مغزه سنگ باید با سرعتی در حدود ۰/۲ تا ۱ مگا پاسکال در ثانیه انجام شود و به نقطه شکست رساندن سنگ حداقل ۳۰ ثانیه زمان داشته باشد.
- آزمایش مربوط به وزن مخصوص بالاست باید به ازای هر انفجار براساس ASTM-C۲۹ حداقل یکبار انجام شود.
- دپوهای بالاست تا ۵۰۰۰۰ متر مکعب باید در ۲ تا ۴ نقطه و از ۵۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ متر مکعب در ۴ تا ۶ نقطه گمانه زنی (سونداژ) گردد.

- در صورتی که خارج از ابعاد بالاست بیش از ۱۰ درصد باشد بالاست دپو شده غیر قابل تحویل و بایستی مجدداً سرنده و تحت آزمایش قرار گیرد. حد فاصل غیر مجاز بیش از ۵ تا ۱۰ درصد با جریمه همراه می باشد.
- ابعاد مناسب بالاست برای استفاده تراورس بتنی بین ۲۰ تا ۶۰ میلیمتر و تراورس چوبی بین ۳۰ تا ۷۰ میلیمتر و تراورس فلزی بین ۲۵ تا ۶۵ میلیمتر می باشد.

نکته: بالاست ریزی معمولاً در سه مرحله انجام می پذیرد که مرحله اول پس از آماده سازی سطح خاکریزی تا روی ساب بالاست با فینیشر انجام می پذیرد و مرحله دوم بعد از تراورس چینی و نصب ریل و اتصالات لازم همچون پابند و صفحات اتصالی با استفاده از واگن های مخصوص شن ریزی و مرحله سوم بعد از رلواژ صورت گرفته بر قشر دوم بالاست مجدداً توسط واگن های مخصوص شن ریزی انجام می پذیرد.



گريد ۳۱,۵-۶۳mm			گريد ۳۱,۵-۵۰mm			اندازه اسمی سوراخ الک (mm)
درصد وزنی عبور از الک						
نام گريد						
F	E	D	C	B	A	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰
۹۳-۹۹	۹۵-۹۹	۹۷-۹۹	۹۵-۱۰۰	۹۷-۱۰۰	۱۰۰	۶۳
۴۵-۷۰	۵۵-۹۹	۶۵-۹۹	۷۰-۹۹	۷۰-۹۹	۷۰-۹۹	۵۰
۱۵-۴۰	۲۵-۷۵	۳۰-۶۵	۲۵-۷۵	۳۰-۷۰	۳۰-۶۵	۴۰
۰-۷	۱-۲۵	۱-۲۵	۱-۲۵	۱-۲۵	۱-۲۵	۳۱,۵
۰-۷	۰-۳	۰-۳	۰-۳	۰-۳	۰-۳	۲۲,۴
-	-	-	≥۵۰	≥۵۰	≥۵۰	۳۱,۵-۵۰
≥۸۵	≥۵۰	≥۵۰	-	-	-	۳۱,۵-۶۳

گريد بندی دانه های بالاست طبق استاندارد EN-۱۳۴۵۰

روش آزمایش	مقدار مجاز	نوع آزمایش
ASTM-C۱۳۶	مطابق جدول (۲) (۱۷)	آزمایش دانه بندی
ASTM-C۱۱۷	≤ ۱ %	تعیین مصالح ریزتراز الک شماره ۲۰۰
ASTM-C۱۱۴	≤ ۰/۵ %	تعیین درصد کلوخه های رسی و سنگدانه های شکننده
ASTM-C۵۳۵ یا C۱۳۱	≤ ۲۰ %	آزمایش تعیین سائیدگی
ASTM-C۸۸	≤ ۵ %	آزمایش تعیین افت وزنی در برابر سولفات سدیم
ASTM-C۱۲۷	≥ ۲/۶ (t/m³)	آزمایش تعیین وزن مخصوص
ASTM-C۱۲۷	≤ ۱ %	آزمایش جذب آب
BS-۸۱۲	≤ ۵ %	آزمایش تورق

مقادیر مجاز نتایج آزمایش های بالاست و روش های انجام آن

ماشین آلات روسازی

زیرکوب

همان گونه که از اسم آن بر می آید، از این ماشین برای کوبیدن و متراکم کردن بالاست در زیر تراورس استفاده می شود. همچنین این ماشین قادر به انجام عملیات دیلم کاری، ترازبایی، جک زنی و در بعضی از زیرکوب ها، عملیات بغل کوبی (کوبیدن بالاست کناره خط) می باشند. زیرکوب های معمولی علاوه بر زیرکوبی خط، دور و خیز را نیز تنظیم می کنند.

وظیفه این ماشین برگرداندن خط به مشخصات صحیح هندسی و زیرکوبی آن می باشد. البته در بعضی مواقع به جهت شرایط خاص خط، عمل زیرکوبی در چندین مرحله انجام می پذیرد.

از مزایای کار با زیرکوب، علاوه بر دقت و اطمینان از رعایت موازین استاندارد، راندمان بالا و فوق العاده آن می باشد. به عنوان مثال کاری که با ۵۰ کارگر در طول یک هفته و به سختی و ناقص انجام می پذیرد؛ به وسیله این ماشین در طول ۲ الی ۳ ساعت و توسط ۳ یا ۴ نفر مامور و با کیفیت بسیار مطلوبتر انجام خواهد پذیرفت.

زیرکوب های موجود در ایران ساخت دو کارخانه پلاسر اتریش و ماتیزا سوئیس می باشند. هر یک از زیرکوب ها از توانایی و ویژگی های خاصی برخوردار می باشند که با توجه به توانمندی هر یک از آن ها جهت استفاده در بخش های نگهداری، بهسازی و نوسازی استفاده می گردد. همچنین نوع ادوات روسازی به کار رفته، تراورس و ریل نیز پارامترهای موثری در انتخاب نوع زیرکوب می باشند.



زیرکوب ۰۹-۳X

پس به طور کلی زیرکوب عمل هدایت و انتقال بالاست به زیر و جوانب تراورسها را به منظور تثبیت آنها و ایجاد قابلیت بار توسط بالاست را بر عهده دارد.

عملیات ماشین زیرکوب

- فشردن و پرکردن (tamping)
- قرار دادن و کوبیدن و مرتعش کردن و هدایت بالاست در زیر و اطراف تراورس
- تسطیح و تراز کردن (leveling)
- تراز و قرار دادن ریل طبق مشخصات پروفیل طولی مسیر
- در محور قرار دادن (lining)
- تنظیم افقی خط و قرار دادن آن در محور

قدیمی ترین مدل زیرکوب مدل ۰۷ می باشد که بیشتر تنظیمات آن دستی یا مکانیکی می باشد. پس از آن مدل ۰۸ به بازار آمد که مزیت آن قدرت بیشتر و قابلیت انجام عملیات جک زنی و تنظیم افقی بطور همزمان بود. پس از ۰۸ مدل ۰۹ به بازار آمد که کاملاً خودکار بوده و از دقت و سرعت بالاتری برخوردار است ولی قدرت جک زنی آن از مدل ۰۸ کمتر می باشد.

آماده سازی خط قبل از عملیات زیرکوبی

جهت رسیدن به عملیات زیرکوبی مطلوب و افزایش راندمان رعایت پیش نیازهای زیر الزامی است.

تراورس ها باید گونیا و فاصله آن ها نیز تنظیم شوند (به ویژه در قوس ها). اقدام جهت گونیا و تنظیم فاصله تراورس ها بعد از عملیات زیرکوبی موجب ناهماهنگی خط می شود.

پیچیدگی ها و تاب خوردگی های احتمالی در ریل باید برطرف شود، چراکه ماشین زیرکوب قادر به رفع این معایب نمی باشد.

شعاع قوس ها باید تنظیم شود؛ چون در صورتی که شعاع قوس صحیح نباشد، ماشین زیرکوب قادر به تغییر شعاع قوس نمی باشد.

پیچ ها و پابندها را باید محکم نمود چرا که ماشین زیرکوب، ریل را به هنگام تراز کردن بستر بالا می آورد و چنانچه بین ریل و تراورس لقی وجود داشته باشد، عمل ترازبایی بعد از کار ماشین صحیح نمی باشد.

نقاط غیرقابل تغییر از قبیل تراز پل ها، شروع و پایان قوس های پیوندی، قوس ها، دوراهه ها و باید قبلاً علامت گذاری شوند.

دستورالعمل کنترل کیفیت عملیات زیرکوبی

- بلند کردن خط: زیرکوبی بدون بلند کردن خط کاملاً ممنوع است و بلند کردن عملیات زیرکوبی حداقل ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر و حداکثر ۷۰ میلیمتر می باشد.
- فرکانس زیرکوبی: فرکانس زیرکوبی باید ۳۵ هرتز باشد تا بیشترین تراکم برای بالاست زیر تراورس حاصل شود.
- عمق مفید زیرکوبی: مقدار نفوذ کلنگ زیرکوب بایستی طوری باشد که فاصله بین بخش تحتانی تراورس و بخش فوقانی کفه کلنگ ۱۰ تا ۱۵ میلیمتر باشد.
- فشار جمع کنندگی کلنگ ها: فشار سیلندرهای جمع کننده کلنگ ها کمتر از ۸۵ بار نباشد و حد بالای فشار بستگی به فشردگی بستر بالاست دارد و در ماشین آلات جدید حداکثر ۱۵۰ بار می باشد.
- زمان جمع شدن کلنگ ها: زمان جمع شدن کلنگ ها زیر تراورس از ۸/۰ ثانیه کمتر نباشد که توسط یک پتانسیومتر شماره انداز قابل تنظیم می باشد.
- دمای عملیات: براساس دمای تعادل جوشکاری انجام شده در محل
- دامنه حرکت کلنگ ها: دامنه حرکت کلنگ های زیرکوب برای بیشترین راندمان تلورانس ۵ میلیمتر می باشد.
- غیر همزمانی جمع شدن کلنگ ها: حرکت کلنگ های روبروی هم به یکدیگر بستگی نداشته باشد و در صورت حرکن نکردن دو زوج کلنگ زوج کلنگ روبرو جمع نگردد.
- نیروی مخالف نفوذ کلنگ زیرکوب: نباید سفتی بیش از حد بستر بالاست مانع رسیدن کلنگ های شاسی موبیل به عمق موردنظر شود در غیر اینصورت زیرکوبی نه تنها هندسه خط را اصلاح نمی کند بلکه باعث تخریب آن می گردد.
- تعویض کلنگ ها: با رسیدن ارتفاع کفه کلنگ ها به ۵۰ میلی متر بایستی نسبت به تعویض آنها اقدام نمود.

دستور العمل بکارگیری ALC در عملیات زیرکوبی

ALC مخفف سه کلمه "رایانه کنترل کننده اتوماتیک" به زبان آلمانی می باشد.

برای استفاده و کاربری سیستم فوق روش های زیر بکار میرود:

- GEOMETRY: اطلاعات هندسه خط در دسترس می باشد و توسط کیبورد وارد نرم افزار WINALC شده و بصورت خودکار توسط ماشین زیرکوب به خط اعمال میگردد.
- Measuring run: این روش هنگامی استفاده می شود که اطلاعات هندسه خط در دسترس نباشد. در این روش با اندازه گیری، گراف وضعیت هندسی موجود خط تعیین می شود و سپس با انجام اصلاحات بر گراف اندازه گیری، هندسه خط بهینه بدست می آید و توسط ماشین زیرکوب به خط اعمال میگردد و سرعت اندازه گیری خط در این روش حداکثر ۱۰ کیلومتر بر ساعت می باشد.

دستورالعمل بکارگیری دوربین در عملیات زیرکوبی

در بعضی از ماشین های زیرکوب بر روی شاریو جلو (چپ و راست) دو دستگاه میر مدرج متحرک نصب شده و یک شاریو دوربین دار در حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ متری ماشین بر روی خط ثابت می گردد. در شروع عملیات دوربین توسط متصدی دوربین با میر مدرج در نقطه صفر تنظیم می شود. با حرکت زیرکوب به جلو وضعیت میر تغییر می کند و متصدی دوربین شاخص میر را بر مرکز دوربین (نقطه صفر اولیه) منطبق میکند و تغییرات محل شاخص به میر به سیستم دیلم و جک ماشین انتقال یافته و پس از محاسبه اختلاف ارتفاع بین ماشین و شاریوی دوربین دار (فرستنده) در طول حداکثر ۲۵۰ متر مرتفع گردد.

دستورالعمل بکارگیری سیستم اندازه گیری لیزری در عملیات زیرکوبی

برای افزایش راندمان کیفی خروجی ماشین زیرکوب (کیفیت هندسه خط) در بعضی از ماشین های زیرکوب بر روی شاریو جلوی ماشین زیرکوب یک گیرنده لیزر نصب شده و یک شاریو فرستنده لیزر در حدود ۷۰۰ متری ماشین از جلوی ماشین بر روی خط (نقطه مرجع) ثابت میگردد. در حالیکه گیرنده فرستنده در شروع عملیات در نقطه صفر تنظیم می شود با حرکت ماشین زیرکوب به جلو وضعیت گیرنده لیزر جابجا شده و مقادیر اختلاف تراز طولی و دیلم خط به سیستم بلند کردن و دیلم ماشین انتقال یافته و خطاهای بین ماشین و شاریو در طول سیستم اندازه گیری ۷۰۰ متر محاسبه و مرتفع می گردد.

دستورالعمل بکارگیری GVA در عملیات زیرکوبی

GVA دستگاه کامپیوتری هدایت اجرای دور و خیز در قوسها توسط ماشین زیرکوب می باشد. اطلاعات قوسها از قبل به GVA وارد و در نقاط معلوم هندسه خط اجراء میگردد. GVA ظرفیت ۴۰ نقطه اطلاعاتی را داشته که فقط اطلاعات ۶ دستگاه قوس را می توان در آن ثبت نمود ولی در ALC ثبت اطلاعات تعداد قوسها بیشمار بوده و توانائی اجرای قوسهای فضائی (عمودی) را نیز دارد.



مشخصات ماشین زیرکوب مدل ۳X-۰۹

۲۹۹۶۰ میلی متر	فاصله تامپون به تامپون
۱۵۸۰۰ میلی متر	فاصله بین بوژی های دو طرف
۴۴۰ کیلو وات	بازده ماشین
۱۰۰ کیلومتر بر ساعت	حداکثر سرعت سیر خودکش
۹۶ تن	وزن کل ماشین

ماشین سوزن کوب

ماشین سوزن کوب همانند ماشین زیرکوب است با این تفاوت که به دلیل ساختمان سوزنها و تقاطعات سوزن کوب باید قابلیت حرکت و عملیات در کلیه نقاط ساختمان سوزن را داشته باشد. حرکت‌های شاسی حرکت متحرک سوزن کوب علاوه بر حرکت‌های شاسی متحرک زیرکوب دارای حرکت‌های اضافی نیز هست و حرکت بالا و پایین کلیه کلنگ‌ها و همچنین هر دو شاسی متحرک میتوانند بطور مستقل از هم حرکت عرضی داشته باشند. در زیر چند نمونه از انواع سوزن کوب‌ها معرفی می‌گردد:

سوزن کوب‌های سری ۲۷۵-۰۸ (سری قدیم)

دو عدد از سوزن کوب‌های موجود در ایران سوزنکوب ۲۷۵-۰۸ Unimat می‌باشد که ساخت شرکت پلاسراتریش بوده و از سال ۱۹۸۴ در ایران شروع به فعالیت نموده که قادر به انجام عملیات زیرکوبی، دیلم کاری و تراز به صورت هم زمان می‌باشد.

سوزن کوب‌های سری ۲۷۵-۰۸ (سری جدید)

دو عدد از سوزن کوب‌های موجود در ایران سوزن کوب ۳S ۲۷۵-۰۸ Unimat می‌باشد که ساخت شرکت پلاسراتریش بوده و از سال ۱۹۹۰ در ایران شروع به فعالیت نموده که قادر به انجام عملیات زیرکوبی، دیلم کاری، تراز به صورت هم زمان می‌باشد. کلنگ‌های شاسی موبیل این دستگاه می‌توانند به طرفین خم شوند که این امکان به زیرکوبی کلیه قسمت‌های سوزن کمک شایانی می‌نماید. یک بازوی اضافی در این دستگاه تعبیه شده، تا به کمک آن ریل سوزن به طور همزمان با ریل خط اصلی از جای خود بلند گردد.



ماشین سوزن کوب قادر است عمل زیرکوبی پیوسته و همزمان دو تراورس، زیرکوبی و اینترلاکینگ و سوزنهای با دو تیغه مضاعف را انجام دهد.

ماشین تزریق بالاست

ماشین تزریق بالاست عملکردی مشابه با ماشین زیرکوب دارد، با این تفاوت که در ماشین زیرکوب، تصحیح خرابی های قائم و عرضی با بلند کردن خط و تنظیم آن و سپس انجام عملیات زیرکوبی و فرستادن بالاستها در زیر تراورسها برای تثبیت وضعیت جدید، انجام می پذیرد ولی در ماشین تزریق بالاست، محل عیب مشخص و مقدار حجمی از مصالح دانه ای که باید به زیر تراورس تزریق شوند تعیین شده و سپس با انجام تزریق تراز خط تصحیح میگردد. (ابعاد مصالح تزریقی کوچکتر از ابعاد بالاست و یکنواختی دانه ها بیشتر می باشد).

این ماشین کلیه توانمندیهای ماشین زیرکوب را داشته و علاوه بر آن مزایایی دارد که از آن جمله میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- دوام بیشتر عملیات انجام شده توسط این ماشین در مقایسه با زیرکوب
- ۲- حساسیت نداشتن این ماشین به نوع بالاست و بوجود نیامدن ضایعات مربوط به شکستگی بالاست در اثر انجام عمل زیرکوبی
- ۳- بوجود نیامدن تغییرات در وضعیت بالاست و قرارگیری سنگدانه های آن (انجام عملیات زیرکوبی باعث میشود تا وضعیت قرارگیری سنگدانه ها تغییر کند و قفل و بست دانه ها را از بین ببرد)
- ۴- عدم نیاز به باز کردن تجهیزات در کنار خط.

توجه: ازاین ماشین در طولهای بلند توصیه نمیشود و برای تعمیرات موضعی مناسب می باشد.

ماشین خط آرا (رگلاتور)

ماشین رگلاتور جهت تامین یکنواختی و آرایش هندسی بستر بالاست و همچنین پخش متناسب بالاست روی سطح خط و تنظیم آن مورد استفاده قرار می گیرد. این ماشین در دو نوع با سیلو و بدون سیلو بوده و میتوان نقش این ماشین را همچون ماشین گریدر برای مسیرهای ریلی دانست.

در واقع وظیفه این ماشین تامین، پخش، تنظیم و انتقال بالاست است. ماشین فوق الذکر دارای تعدادی تیغه در مرکز و تعدادی دیگر در کنار است که بخش های اصلی این ماشین عبارتند از:

شیروانیهای سمت چپ و راست ماشین جهت جمع آوری بالاست شانه خط و ایجاد انباشت بالاست در سر تراورس ها جهت تقویت سر تراورس ها در برابر نیروهای عرضی وارده به خط

تیغه های وسط جهت جابجایی بالاست داخل خط و پر کردن نقاط کم بالاست

جارو جهت تمیز کردن روی تراورس ها و پابندها از بالاست و انتقال آنها به کناره های خط یا سیلوی ماشین

و در صورتیکه رگلاتور سیلودار باشد دپوی بالاست های جارو شده از خط و تخلیه این بالاست از طریق دریچه های تخلیه در نقاط کم بالاست. (ظرفیت سیلو حدودا ۵ متر مکعب)



این ماشین در دو مدل تولید می‌شود:

۱_ مدل USP که دارای خیش های مرکزی و جانبی برای تنظیم آرایش بالاست در وسط خط و خاکریزهای جانبی می‌باشند.

۲_ مدل SSP که علاوه بر مجهز بودن به خیش های مزبور دارای یک سیلوی ذخیره و نگهداری بالاست در داخل خود می‌باشد که در نقاطی که نیاز به ریختن و شارژ بالاست می‌باشد از آن استفاده می‌گردد. این مدل ماشین ها دو محوره هستند و یک تیغه میانی در بین دو محور بالاست را در سطح خط هدایت می نمایند. همچنین وظیفه دو تیغه کناری، آوردن بالاست از شانه ها به سمت مرکز خط می باشد. همه تیغه ها از داخل کابین قابل کنترل هستند.

در مدل SSP سیستم عملیاتی جارو وجود دارد به طوری که می توان از قسمتی از خط که دارای بالاست بیشتری است، بالاست را برداشت و در داخل سیلو نگهداری و به منطقه کم بالاست دیگری انتقال داد.



مشخصات ماشین رگلاتور بالاست مدل SSP۲۰۳

فاصله تامپون به تامپون	۱۵۲۴۰ میلی متر
فاصله محور به محور چرخها	۸۵۰۰ میلی متر
بازده ماشین	۳۰۰ کیلو وات
حداکثر سرعت سیر خودکش	۸۰ الی ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت
وزن کل ماشین	۳۵ تن

ماشین پایدار ساز (استابلیزر)

پایدارسازی دینامیک بلافاصله بعد از عملیات زیرکوبی، خط را در شرایط کنترل شده ای مستقر می کند، بالاست را بطور همسان فشرده می کند و بدین ترتیب باعث افزایش مقاومت جانبی خط می شود. بلافاصله بعد از عملیات پایدار ساز میتوان بدون تقلیل سرعت خط را مورد بهره برداری قرار داد.

در واقع ماشین استابلیزر منجر به تراکم بستر بالاست، معادل با بار ترافیکی ۱۲۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ تن می شود.

نحوه عملکرد ماشین به این ترتیب است که عبور قطار با ترکیب یک بار استاتیکی قائم به همراه ارتعاش جانبی مدل می شود. فرکانس ارتعاش جانبی بین ۰ تا ۴۵۰ هرتز قابل تغییر است و مناسب ترین آن بین ۳۲ تا ۳۷ هرتز است. بار قائم اعمالی میتواند ۱۶,۵ تا ۳۵,۵ تن تغییر کند.



نمونه ای از ماشین پایدار ساز

ماشین استابلیزر ارتعاشاتی را معادل عبور ۱۵۰۰۰۰ تن هستند به خط داده و این ارتعاشات مستقیماً به ریل و از طریق آن تارورس و بالاست منتقل می شود.

ملزومات قبل از عملیات:

- از ماشین پایدارساز بلافاصله بعد از زیرکوبی استفاده شود.
- ریل، تراورس ها و پابندها بدون ایراد باشند.
- بالاست کثیف نباشد.
- به اندازه کافی بالاست موجود باشد.

فواید پایدارساز:

- حذف دوره نشست اولیه نامنظم خط تحت تاثیر عبور قطارهایی که هندسه خط را به هم می زنند.
- حفظ هندسه تصحیح شده خط
- ایجاد یک ساختار همگن در بستر بالاستی
- افزایش مقاومت جانبی (احیای ۶۰٪ مقاومت جانبی خط پس از زیرکوبی)
- ارتقاء ایمنی خط در مقابل کمانش
- امکان تردد با سرعت اسمی خط بلافاصله بعد از ریلواژ نهایی به معنای اجتناب از تقلیل سرعت و در نتیجه صرفه جویی در زمان سیر قطارها
- افزایش ۳۰ درصدی در فواصل زمانی نگهداری

محدودیت‌های بکارگیری پایدارساز:

- به منظور رعایت ایمنی حین کار روی پلها از فرکانس های بالا در حدود ۴۰ هرتز استفاده گردد.
- از توقف بر روی پلها چه در ابتدا و انتهای کار و چه در میان کار جدا اجتناب گردد.
- در صورت یک توقف غیر عمدی بر روی پل لازم است بلافاصله فشار عمودی و ویبره خاموش گردد هرچند اینکار بصورت یک عملکرد خودکار انجام خواهد پذیرفت.
- با توجه به شرایط پلها بهتر است تثبیت خط در دو مرحله انجام پذیرد که مرحله اول تثبیت خط با فرکانس بالاتر در حدود ۴۰ هرتز و بار عمودی کمتر و در حدود ۵۰ تا ۶۰ بار و اگر در سازه پل مشکلی بوجود نیامد ریلواژ دوم کار استابلیزر نیز با همان تنظیمات انجام می پذیرد.

- پایدار سازی خطوط، سوزنها و تقاطعات مجاور دیوارهای حائل، ترانشه ها و سکوها هیچ محدودیتی ندارد. اگر این سازه ها آسیب دیدگی دارند باید از ۲۰ متر قبل و ۲۰ متر بعد از آنها همان ملاحظات پلها را در نظر داشته باشیم.
- تثبیت خط در مجاورت ساختمانهای بلندی که کمتر از ۵ متر تا ریل فاصله دارند مانند پلها و ساره های معیوب انجام می شود.

موتور بغل زنی و رو زنی

از این ماشین آلات برای حذف زوائد ناشی از جوشکاری و ایجاد سطح صاف و صیقلی جهت عبور چرخ استفاده می شود. این دستگاه، در زمره ماشین آلات سبک روسازی جای دارد.

- سنگ زنی ریل های نو
- سنگ زنی ریل های موجود



معایب مربوط به پروفیل ریل به دو دسته پروفیل نیم رخ طولی و نیم رخ عرضی تقسیم بندی می شوند و اگر خرابیهای مربوط حذف نشوند مشکلات زیر بروز می نمایند:

- افزایش نیروی تماس بین چرخ و ریل
- افزایش سر و صدا و تکانهای قائم و جانبی
- کاهش عمر ریل و به تبع آن تخریب چرخ

- امکان خروج از خط در سرعت‌های زیاد
 - ایجاد خستگی در تراورس های بتنی و ایجاد ترک در آنها
 - گسیختگی زود هنگام بالاست و بستر
 - تخریب سریعتر فنرهای واگن ها و لکوموتیو
- به دلایل اقتصادی، معمولا سنگ زنی زمانی آغاز میشود که عمق ناهمواری سطحی ریل تا ۰/۰۵ میلیمتر افزایش یابد.
- حداقل میزان باربرداری طی چند پاس برای جلوگیری از بوجود آمدن مجدد موجها معادل ۰/۳ میلیمتر می باشد.
 - برای خطوط با سرعت کمتر از ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت، معمولا زمانی که عمق عیب به ۰/۰۵ تا ۰/۱ میلیمتر میرسد سنگ زنی خطوط در برنامه قرار گرفته و تلاش میشود تحت هیچ شرایطی عمق معایب از ۰/۳ میلیمتر بیشتر نشود.
 - برای برطرف کردن عیوب با طول موج ۲۰۰-۱۵۰ میلیمتر و عمق حداکثر ۰/۴ میلیمتر عملیات سنگ زنی ریل صورت می گیرد.

آماده سازی اولیه خط قبل از سنگ زنی ریل:

انجام عملیات زیرکوبی قبل از سنگ زنی توصیه می شود و پابندهای ریل قبل از عملیات کاملا محکم شده باشند.

از مزایای اصلی سنگ زنی میتوان به حذف و کاهش آسیبها و عوارض ایجاد شده در زمان ساخت و حذف موجهای طولی باقیمانده پس از جوشکاری درز ریل و بهبود سطح تماس بین چرخ و ریل و افزایش طول عمر ریل و کاهش سر و صدای ناشی از عبور ترافیک و کاهش هزینه های نگهداری میتوان اشاره کرد.

ماشین سرند بالاست

بر اثر مرور زمان بالاست شکسته شده و با شنهای روان و گل و لای داخل آن شده و خاصیت ارتجاعی آن را از بین میبرد. لذا پاکسازی الزامی می باشد که اینکار توسط ماشین سرند انجام میشود.

ماشین سرند دو بازو اهرمی بلند دارد که با استفاده از چهار عدد جک، خط را بلند میکند. با بلند کردن خط توسط جکها، زنجیر ماشین سرند می تواند بالاست زیر تراورس را تراشیده و آنرا به سمت بخش سرندها هدایت کند.

برای استفاده از ماشین سرند حدود ۵۰ سانتیمتر از خط خالی میشود بطوریکه زنجیر سرند به راحتی در آن قرار میگیرد. ناخنهای موجود بر روی زنجیر سرند، عمقی حدود ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر از زیر تراورس را برداشته و سنگدانه های نو و کهنه را به داخل نقاله هدایت می کند و از آنجا نقاله مخلوط خاک و بالاست را به داخل الکهایی که توسط موتور هیدرولیکی مرتعش میشوند میبرد. در آنجا این مخلوط دانه بندی میشود بطوریکه مواد قابل استفاده روی الک دوم و سوم باقی می ماند. دانه های درشت روی الک اول باقی مانده به همراه سایر مواد زائد توسط یک لوله استوانه ای به درون نقاله دیگری هدایت شده و از آنجا به واگنهای حمل مواد زائد منتقل میشوند.

در تونلها و ترانشه ها ریزش ضایعات حاصل از عملیات سرند، به کناره های خط امکان پذیر نیست. به همین دلیل از ماشین کنویر بالاست استفاده می شود. این ماشین، قابلیت دپو، انتقال و تخلیه ضایعات حاصل از عملیات سرند را دارد. در تونلها حدودا ۵ تا ۱۰ ماشین کنویر بالاست به ماشین سرند بالاست متصل شده و ضایعات به کنویر اول ریخته شده و با عمل انتقال به آخرین دستگاه کنویر رسیده و در آن دپو میگردد.



این عمل تا هنگامیکه کلیه واگنهای کنویر پر شوند ادامه می یابد سپس ماشینهای کنویر به وسیله یک دیزل از سرند جدا شده و برای تخلیه به محل مخصوص انتقال داده می شود. ظرفیت بارگیری هر دستگاه کنویر بالاست ۴۰۰ تن است.

ماشین ماسه روب

ماسه توسط تیغه هایی به عرض دو متر و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر از سطح قارچ ریل برداشته می شود. تیغه ها بصورت بالا رونده حرکت می کنند و دو عدد تسمه شیب دار و یک تسمه از تیغه های بالا رونده ماسه ها را به داخل سیلو هدایت کرده و از سیلو، تسمه نقاله دیگر که ۱۴۰ درجه آزادی گردش به طرفین را دارد، ماسه ها را به فاصله ۶ متری از مرکز خط انتقال می دهد.

از این ماشین برای تمیز کردن سطح خط و برداشتن مواد آلوده صنعتی و معدنی نیز استفاده می شود.

ماشین اندازه گیر خط

این ماشین ها واگن های خود کششی هستند که ابزارآلات اندازه گیری روی آنها نصب شده اند و برای اندازه گیری و ثبت پارامترهای هندسی خط اعم از ناترازی عمودی، ناترازی افقی، پیچی، ناترازی عرضی و تغییرات عرضی خط زیر بار طراحی شده اند.

یک ماشین اندازه گیری باید بتواند اطلاعات قابل اعتمادی را مستقل از سرعت و جهت حرکت برداشت نموده و پردازش نماید.

ماشین های اندازه گیری به دوصورت تماسی و غیرتماسی طراحی شده اند. که تفاوت آنها درقسمت برداشت اطلاعات از روی هندسه خط است.

در ماشین اندازه گیری تماسی سنسورها با واسطه سیستم شاریو به ریل متصل شده و اطلاعات خط را برداشت می نماید. در این سیستم ها طبق استاندارد برای اینکه خروجی ها قابل استناد باشند حداقل بار محوری شاریوها باید ۲/۵ تن طراحی شود.

در سیستم غیرتماسی معمولاً از پرتوهای لیزر جهت برداشت اطلاعات خط استفاده می شود. بدین صورت که لیزر به سطح ریل تابیده و بازتاب آن توسط سنسور جمع کننده پرتو جهت پردازش های بعدی دریافت می شود. چون این سیستم بر روی محور یا نزدیک به آن است بار محوری تقریباً نزدیک به بار محوری وسیله نقلیه است.

تمام فعالیت هر ماشین اندازه گیرخط را می توان به ۴ بخش تقسیم نمود:

۱- برداشت اطلاعات

۲- جانمایی اطلاعات

۳- پردازش اطلاعات

۴- خروجی و ثبت داده ها

ماشین اندازه گیر خط در واقع وسیله ای است که توسط آن میتوان عیوب هندسی خط را برداشت کرده و سپس در مورد مقادیر آنها تصمیم گیری کرد. پارامترهای برداشت شده عبارتند از:

- ۱- عرض خط
- ۲- تراز قائم هر یک از ریلها
- ۳- تراز افقی هر یک از ریلها
- ۴- پیچش
- ۵- دور

پس از برداشت اطلاعات فوق توسط ماشین اندازه گیر خط، بررسی موارد فوق و نتایج و یافتن خرابی مکانیزه تحلیل می شوند.



ماشین اندازه گیر خط

مشخصات ماشین اندازه گیر خط مدل UFM۱۶۰

۴۷۷۲۰ میلی متر	فاصله تامپون به تامپون
۱۷۰۰۰ میلی متر	فاصله محور به محور بوژی ها
۲۵۰۰ میلی متر	فاصله چرخها
۱۶۰ کیلومتر بر ساعت	حداکثر سرعت سیر خودکش
۷۰ تن	وزن کل ماشین

ماشین آلات چندمنظوره

برای انجام تعمیرات موضعی از این دستگاه استفاده می گردد. در مواقعی که نیاز به تعمیرات در یک محدوده کوتاه از خط بوجود می آید حرکت دادن ماشین آلات سنگین منطقی و اقتصادی نیست و بنابراین این ماشین توسط شرکتهای سازنده عرضه شد.

ماشین چندمنظوره که برای ایران سفارش داده شده است دارای یک زیرکوب هشت کنگه و سوزن کوب، جک و دیلم و سیستم اندازه گیر سه نقطه ای، رگلاتور و جرثقیل است و برای انجام تعمیرات موضعی بکار میرود.



ماشین چند منظوره

دستگاه نصب خط SVM1000

این دستگاه، کوپل‌های سنگین (ریل و تراورس بتنی) را در محل خط نصب می‌کند. طول ریلها در این روش نصب بسته به روش مورد نظر، مشخصات ماشین آلاتی که از آنها استفاده می‌گردد و محدودیتهای موجود در زمینه بارگیری، حمل و تخلیه ریلها طویل متفاوت است. البته طول



مورد نظر همیشه مضربی از طول ریل کوتاهی است که تولید میشود. در مواردی هم ریلهای طویل مستقیماً رد کارخانه تولید میشوند. در حال حاضر از طولهای ۲۸۸، ۱۸۰، ۱۰۸، ۳۶ متری استفاده میشوند. موارد چهارگانه ای که در نصب خط پیوسته از آنها نام برده شد میتوان توسط تنها ۲ ماشین انجام شوند. از مزایای این روش نصب خط، میتوان به دقت و

کیفیت بالاتر اشاره کرد بطوریکه در حال حاضر در کلیه خطوطی که در دسته خطوط مخصوص قطارهای سریع السیر و یا با سرعت زیاد صورت میگیرد.

مزیت این روش کاهش تعداد جوش در محل که باعث کیفیت روسازی و از مشکلات آن میتوان به حمل و نقل ریل مشکل اشاره کرد.



دستگاه سنگ زن ریل

این دستگاه قابلیت سنگ زنی روی سطح ریل و بغل ریل را دارد. یک موتور دو زمانه تک سیلندر با قدرت ۷/۵ اسب بخار گردش خود را از طریق یک تسمه پروانه به سنگ انتقال داده و سنگ را با دور بالایی به گردش در می آورد.

دستگاه بر روی یک شاسی قابل حرکت بر روی ریل، قرار داشته میتواند بصورت طولی حرکت کند. زمان سنگ زنی ریل جوشکاری شده، حدوداً ۳ دقیقه طول میکشد و سرعت گردش سنگ حدوداً ۳۵۰۰ دور در دقیقه است. قطر سنگ حدوداً ۱۶ اینچ (۴۰۰ میلیمتر) و ضخامت آن ۴۰ میلیمتر است.

سنگ زنی ریلها از زمان احداث تا زمانیکه ۷۰۰۰۰ تن ترافیک از روی آن عبور کرده باشد، نگهداری پیشگیرانه محسوب می شود و رشد و ایجاد خرابیهای سطحی را تقریباً تا ۶۰ میلیون تن بار ناخالص به تاخیر می اندازد.

از مزایای سنگ زنی میتوان به موارد زیر اشاره داشت:

- حذف و کاهش آسیبها و عوارض ایجاد شده در زمان ساخت، ریل گذاری و بهره برداری
- حذف موجهای طولی باقیمانده پس از جوشکاری درز ریل
- بهبود سطح تماس بین چرخ و ریل و تسهیل عبور و مرور ترافیک
- افزایش طول عمر ریل (حداقل به میزان ۱۰۰ میلیون تن بار ناخالص در سال) و اجزای روسازی (افزایش حدود ۳۰-۵۰ درصدی دوام هندسی)
- کاهش سر و صدا ناشی از عبور ترافیک
- کاهش هزینه های نگهداری



نمونه ای از دستگاه سنگ زن ریل

ماشین آلات روسازی سبک خطی

دستگاه پیچ بند

این دستگاه برای سفت کردن پیچ های سیستم پابند مورد استفاده قرار میگیرد و سرعت عمل زیاد و یکنواختی بیشتر عملیات از مزایای آن است.

دستگاه موتور بغل بند

این دستگاه بر روی تراورس قرار می گیرد و مهره پیچ صفحه اتصال را می بندد.

دستگاه ریل بر

این دستگاه بر روی ریل نصب شده و توسط دیسک برش انجام میدهد و برای ریل UIC۶۰ حدود ۳ دقیقه به طول می انجامد.

قطر صفحه برش حدود ۱۴ اینچ است و برای جلوگیری از خطرات احتمالی در یک محفظه نیم دایره قرار گرفته است.

تراورس سوراخ کن

برای سوراخ کاری در تراورس چوبی استفاده میشود.

ریل سوراخ کن

از این دستگاه برای سوراخ کردن ریلها به منظور نصب درزبند استفاده میگردد و سپس توسط مته آن، جان ریل سوراخ میشود. سرعت پیشروی مته بصورت خودکار قابل تنظیم است.

نکاتی در مورد کار با ماشین آلات مکانیزه

- ۱- تراز عرضی خط با شابلون کنترل و محل خرابیها علامت گذاری شود.
- ۲- پیچ پابندها و اتصالات محکم شوند و تراورسها گونیا باشند.
- ۳- مقدار افتادگی تکه مرکزی قبل از کار سوزن کوب برآورد شده و بالاست مورد نیاز فراهم شود.
- ۴- جوشکاری و تعمیرات سوزن قبل از سوزن کوبی انجام گیرد.
- ۵- در اوج گرما عملیات زیرکوبی انجام نگردد زیرا با توجه بلند کردن خط و انبساط ریلها احتمال فرار خط وجود دارد.
- ۶- با توجه به مشخصات نیولمان خط، خط کنترل و نقاطی که دیلم و افتادگی طولی دارند مشخص و علامتگذاری گردند.
- ۷- خیز قوسها با طناب کنترل گردند.
- ۸- عمق زیرکوبی کنترل گردد و لبه کلنگها ۱۰ الی ۱۵ میلیمتر زیر تراورس باشد.
- ۹- بعد از پایان سوزن کوبی سطح بالاست نباید از سطح تراورس بالاتر باشد.
- ۱۰- در صورتیکه مقدار بالاست زیر تراورس کمتر از ۲۰ سانتیمتر باشد به هیچ وجه از استابلیزر استفاده نشود.
- ۱۱- معمولا در شیب و فرازاها و خوط نزدیک ایستگاه که قطارها در حال ترمز کردن و یا شتاب گرفتن هستند اگر از جوش طول استفاده نشده باشد درز ریلها از تنظیم خارج و عملیات تامپون زنی قبل از کار زیرکوب الزامی است.
- ۱۲- معمولا دو طرف پلها افتادگی ایجاد میشود و همچنین این نقاط از نظر دیلم کاری و جک کاری باید مبنای صفر قرار گیرد و در این نقاط که نقاط بلند محسوب میشوند اپراتور دوربین زیرکوب باید دوربین خود را مستقر نموده و به زیرکوب فرمان شروع کار بدهد.
- ۱۳- روی پلها و درون تونلها و در کل هرجایی احتمال آسیب دیدگی وجود داشته باشد عملیات ماشین استابلیزر ممنوع است. در نواحی دو خطه در حین عملیات دستگاههای مکانیزه در فاصله مناسب تابلو هشدار دهنده نصب گردد.
- ۱۴- در قوسها مبنای دلم کاری ریل خارجی و مبنای ترازبایی عرضی (دور) ریل داخلی میباشد.

نکته: در جدول زیر می توان یک نگاه اجمالی به ماشین آلات مکانیزه ریلی در اختیار اداره کل خط و سازه های فنی راه آهن جمهوری اسلامی ایران در زمان تالیف این اثر داشت.



اداره کل خط و سازه های فنی

معرفی ماشین آلات مکانیزه ریلی



رئیس گروه فنی راه آهن

ردیف	نوع دستگاه	نوع عملیات (تعریف)	تعداد ارزش ماشین آلات (میلیون یورو)
۱	زیرکوب	اصلاح کننده پروفیل هندسه خط به منظور حفظ و ارتقاء ایمنی سیرو حرکت	۶۸.۴
۲	سرد بالاست	اتجام عملیات بهسازی خط و تفکیک بالاست	۴۶.۴
۳	اندازه گیر خط	اندازه گیری پارامتر های هندسی و تعیین شاخص های کیفیت خط	۹
۴	سوزنکوب	اصلاح کننده پروفیل هندسه سوزن به منظور حفظ و ارتقاء ایمنی سیر و حرکت	۱۸.۶
۵	چند منظوره	اصلاح کننده پروفیل هندسه خط ، سوزن و آرایش بستر بالاست	۱۵
۶	بازدید پل	فراهم نمودن امکان دسترسی به اجزاء پل به منظور بازرسی فنی ، نگهداری و تعمیرات پلها	۵
۷	پایدار ساز	تثبیت کننده پارامترهای هندسه خط و پایدار سازی بستر بالاست	۲۸
۸	تراش ریل	تراش و اصلاح پروفیل ریل و جلوگیری از تعویض زودهنگام ریل	۴.۸
۹	جوش الکتریک	اتصال ریل ها به یکدیگر به روش □ □ □ □ به منظور تولید ریل طویل	۲۱
۱۰	دزدین جرقه قیل دار	به کارگیری در نگهداری خطوط به جهت حمل و جابجایی نیروی انسانی ، ادوات و مصالح و لایروبی پلها و کانالها	۲۴
۱۱	وگاتور بالاست	اصلاح کننده پروفیل بستر بالاست	۲۵
۱۲	سنگ زن ریل	سنگ زنی ، ترمیم و هموار سازی سطح تماس (غلطش چرخ و ریل) به منظور جلوگیری از گسترش خرابی های خط	۴.۸
۱۳	کنویر بالاست	دستگاه ذخیره سازی و حمل ضایعات بالاست در کارگاههای بهسازی که امکان تخلیه ضایعات در زمان عملیات مقدور نمیباشد (قابل استفاده در خطوط ایستگاه ، تونلها ، ترانشه ها و پل ها)	۵
مجموع			۲۷۵
			۱۰۷

فصل چہارم

علایم الکتریکی و ارتباطات

فصل چهارم (علائم الکتریکی و ارتباطات)

حصول اطمینان از سیر و حرکت منظم و منطقی قطارها در عملیات پیچیده ایستگاهی و بلاک و همچنین ایمنی حمل و نقل ریلی بدون بهره گیری از دستگاه های علائم میسر نمی باشد.

با توجه به علائمی بودن خطوط جدید راه آهن در این فصل سعی شده تا بصورت مختصر به مبحث علائم و ارتباطات خطوط راه آهن بپردازیم.



سیستم علائم الکتریکی عبارتست از مجموعه آلات و ادوات که بوسیله جریان الکتریکی بین سوزن ها و چراغ های علائم ایستگاه ، از طریق اینترلاکینگ ، ارتباط برقرار نموده و فرامین لازم را به آنها می دهد. این تجهیزات به منظور پیشگیری از خطای انسانی و بالا بردن سرعت انتقال فرامین و تسهیل در امور ایمنی و سیرو حرکت نصب می گردند.

سیستم علائم الکتریکی به گونه ای طراحی شده که با فرمان علائم اعزام بیش از یک قطار یا یک وسیله نقلیه در یک بلاک امکان پذیر نیست و همچنین از قبول وسیله نقلیه به خط اشغال شده ایستگاه جلوگیری می نماید و عبور آن را از روی سوزن غلط و یا غیرقابل اطمینان اجازه نمی دهد و نیز در آن امکان ورود دو وسیله نقلیه را به ایستگاهی که فاقد خط تامین در طرفین باشد نمی دهد.

احداث و نصب تجهیزات علائم الکتریکی

کار احداث و نصب تجهیزات علائم الکتریکی به ترتیب زیر صورت می گیرد:

تحقیق و بررسی وضعیت موجود

نمونه زیر تحقیق در یک علائم اتوماتیک یک خطه می باشد.

- ۱- نوع خط، طول، سیستم بلاک فعلی، وضعیت شکل خط و طول موثر آن
- ۲- نوع دستگاه اینترلاکینگ، نواقص عملیاتی به ترتیب علل اصلی
- ۳- نسبت هزینه به منفعت در هر قطعه و بخش
- ۴- ظرفیت خط میان ایستگاه ها
- ۵- تعداد عملیات قطارها، پیشرفت ها و چگونگی افزایش تعداد عملیات قطارها
- ۶- بهبود ظرفیت حمل و نقل بار و مسافر
- ۷- طراحی یا بهسازی ایستگاه ها، افزایش خطوط، بهبود خطوط، برقی کردن و غیره
- ۸- اوقات بارش برف، میزان بارش برف و تجمع برف در ایستگاه های اصلی
- ۹- سوابق در مورد وضعیت گذشته و حال دستگاه های اینترلاکینگ و سیگنال ها
- ۱۰- شبکه توزیع منبع تغذیه، فرکانس و زمان قطعی آن
- ۱۱- ساختمان های جدید یا گسترش داده شده یا بازسازی ساختمان ها
- ۱۲- نوع مدار خط، زه کشی و آبراه برای ساختمان های جدید یا بازرسی شده
- ۱۳- خطوط ارتباطی برای علائم و نگهداری آن
- ۱۴- سایر تحقیقات لازم

برنامه ریزی

پس از برآوردهای اقتصادی متعدد و مطالعات در مورد سطح ایمنی که وظیفه اصلی دستگاههای ایمنی علائم می باشد، براساس تحقیقات بالا، برنامه ریزی احداث و نصب انجام می گردد. مطالب برنامه ریزی احداث باید شامل موارد زیر باشد: (در حالت علائم اتوماتیک یک خطه)

- ۱- سیستم بلاک
- ۲- روش نمایش سیگنال (چند رنگی یا نورافکنی)
- ۳- نوع اینترلاکینگ
- ۴- نوع ماشین سوزن
- ۵- نوع مدار خط
- ۶- نوع سیم کشی علائم
- ۷- منبع تغذیه علائم (ترانسفورماتور خط، نوع ژنراتور، قطعات یدکی، کلید تعویض منبع تغذیه و نوع باطری)
- ۸- تجهیزات قدرتی (ظرفیت کمپرسور هوا و غیره)
- ۹- روشنایی و قدرت (منبع نیروی محرکه، دستگاه ذوب برف و غیره)
- ۱۰- دستگاه های ارتباطی (مکالمه، تلفن خصوصی، نحوه ارتباط مراکز تلفن و غیره)
- ۱۱- شکل و اندازه و توسعه یا بازسازی ساختمان
- ۱۲- تجهیزات خط (عایق ریل، عایق حفاظ پل، تعویض تراورس ها و غیره)
- ۱۳- بودجه احداث (مورد نوع کار، عمل و ساختار، کمیت، بهای واحد، هزینه، انتقال، جمع کل و غیره)
- ۱۴- جدول اینترلاکینگ
- ۱۵- طرح کلی تجهیزات ایمنی علائم
- ۱۶- سیستم نمای سیگنال
- ۱۷- دیاگرام سیستم توزیع نیرو
- ۱۸- تکمه ها و دیاگرام سایر تجهیزات
- ۱۹- برنامه پیشرفت احداث

طراحی

طراحی باید به شکلی انجام گیرد که بودجه احداث، موثر و منطقی مصرف شود و موارد طرح با هدف هماهنگی باشد و مقررات و آیین نامه ها در طراحی مبذول گردد و محاسبات قوی ایستایی باید برای زیرسازی و شیب های حاشیه ای انجام شود.

اجراء

با توجه به اینکه علائم مستقیماً بر عملیات قطارها تاثیر می گذارند باید دقت در رعایت قوانین و الزامات ایمنی صورت پذیرد.

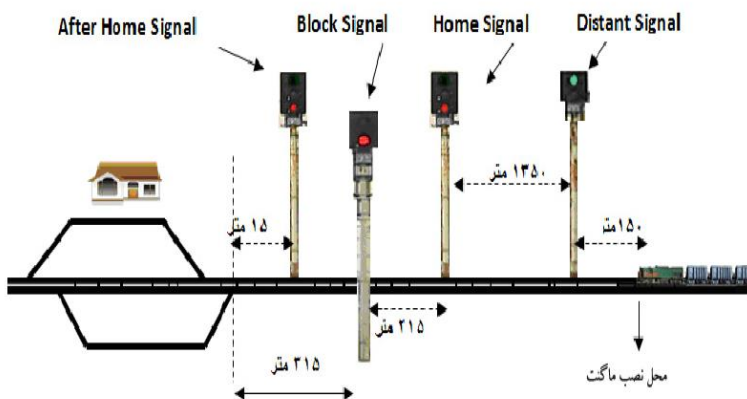
۱- بازدید: بازدید تکمیلی به منظور بازرسی کمیت کار انجام شده و دادن دستورات نصب تجهیزات صورت می پذیرد.

۲- نظارت ، ممیزی و بازرنگری مدیریت: برای اطمینان از اجرای دقیق احداث، بازدید کارگاه براساس برنامه ریزی، طراحی، اجراء، احداث و به منظور تعیین قابل استفاده بودن آن و نیز تحقیق برای پیشرفت های آتی انجام می گیرد.

۳- فرآیند مدیریت احداث و نصب: با ترکیب روشهای مختلف مثل روش راه بحرانی یا تکنیک مرور و ارزیابی برنامه میتواند صحیح ترین روش را برای مدیریت احداث و نصب پیدا کرد.

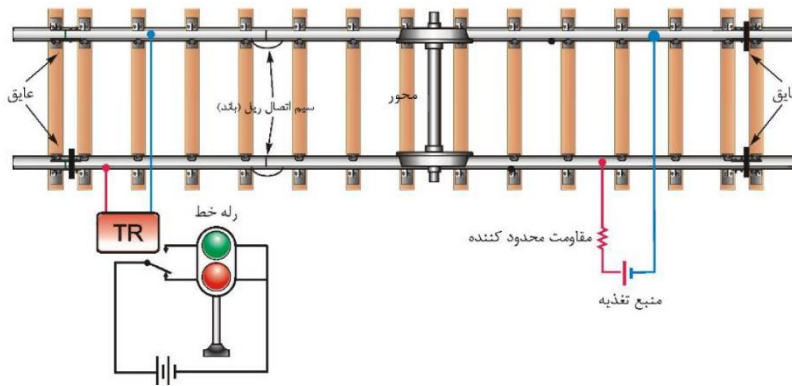
علائم الکتریکی ، سیگنال ها و نماها

مکانیزم ارائه نمایش و علامت سیگنال یا دستگاه سیگنال خوانده می شود و باید در محلی نصب شود که نما و مفهوم آن از فواصل مشخص در آئین نامه قابل تشخیص باشد و انواع مختلفی دارند که در ایستگاه ها و در طول خط اعزام نصب و مورد بهره برداری قرار می گیرند.



مدار خط

مدار خط یک مدار الکتریکی است که وجود قطار بر روی خط را به منظور تامین ایمنی در سیستم های علائم الکتریکی، شکستگی و تغییر ریل و غیره آشکار می سازد. در این عمل با استفاده از ریل ها یک مدار الکتریکی تشکیل می گردد و حضور چرخ و محور های قطار وارده آنرا اتصال کوتاه می کند.



ماشین سوزن الکتریکی

دو راهه به منظور انتقال قطار از خطی به خط دیگر مورد استفاده قرار می گیرد که شامل سوزن و قطعات تقاطع می باشد و با توجه به قسمت متحرکشان بسیار حساس می باشد و به منظور جلوگیری از سوانح، تعداد زیادی دستگاه ایمنی بر دو راهه ها تعبیه می شود. با استفاده از ماشین سوزن می توان توسط جریان الکتریکی از نحوه انجام قفل یا تغییر سوزن اطلاع حاصل نمود و با استفاده از الکتروموتور سوزن را تعویض نمود.

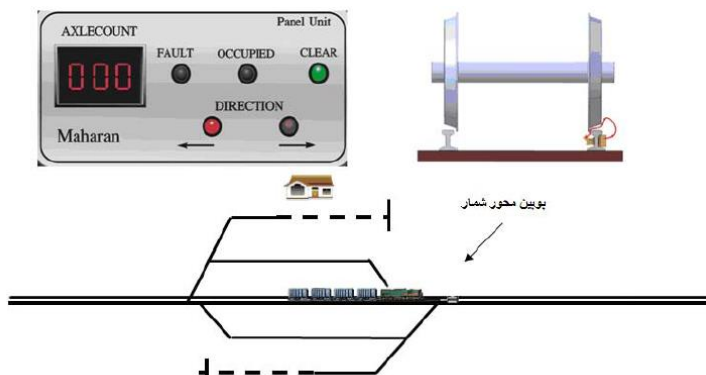


بلاک و محور شمار

مسیر قطار ها باید به منظور حرکت ایمن، دقیق و سریع کاملاً باز باشد و بدین منظور از سیستم های بلاک فواصل زمانی و فواصل مکانی استفاده می گردد.

یکی از عملیات مورد نیاز در هر ایستگاه راه آهن ، هدایت قطار به سمت ایستگاه مجاور و یا پذیرفتن قطار از ایستگاه مجاور می باشد. جهت ایمنی حرکت قطارها از مبدا حرکت تا مقصدی که امکان حرکت برای قطار بعدی باشد ، فرض همیشگی آن است که تنها یک قطار روی خط در این فاصله بین دو ایستگاه باشد. در صورتیکه قطاری در حد فاصل بین دو ایستگاه باشد بلاک را آزاد و در غیر اینصورت بلاک را اشغال می خوانند.

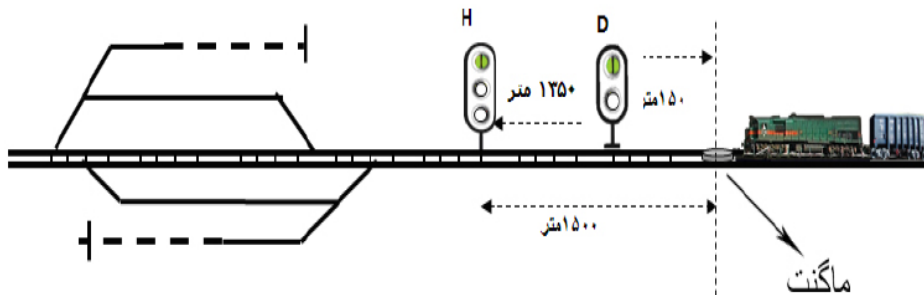
دستگاه محور شمار دستگاهی الکترونیکی است که جهت اطمینان از سیر کامل وسائط نقلیه ریلی در یک بلاک و اطلاع از ورود کامل آن ، در ایستگاههای مجهز به سیستم علائم الکتریکی، نصب می گردد. این دستگاه در زمان خروج وسیله نقلیه از ایستگاه اعزام کننده تعداد محورها را بصورت صعودی شمارش نموده و ضمن ذخیره و نمایش تعداد محورها در محور شمارهای نصب شده در ایستگاه های طرفین ، اشغال بودن بلاک را نمایش می دهد و با ورود وسیله نقلیه به ایستگاه قبول کننده با شمارش نزولی و صفر شدن تعداد محورها ، آزادی بلاک (ورود کامل وسیله نقلیه) را نشان می دهد. همچنین از این سیستم در محورهای غیر الکتریکی نیز می توان جهت ایجاد ایمنی بیشتر استفاده نمود.



دستگاه محور شمار هم وسیله ای مطمئن برای بلاک بندی در فاصله بین دو ایستگاه و تراک بندی محوطه ایستگاه است و مزیت این دستگاه در بلاک بندی بین دو ایستگاه از یک سو اعلام ورود قطار با وارد شدن آخرین محور قطار به ایستگاه انجام می شود و از سوی دیگر نیازی به وسایل اضافی بر روی قطار ندارد.

ماگنت

قطعه ای است مغناطیسی که به منظور هوشیار نمودن رانندگان وسائط نقلیه ریلی به هنگام نزدیک شدن قطار به ایستگاه مورد استفاده قرار می گیرد بطوریکه به هنگام عبور قطار از روی این قطعه آهنربا دستگاه سیگنال لکوموتیو فعال شده و اخطار صوتی در داخل لکوموتیو به صدا در می آید و لکوموتوران از نزدیک شده به ایستگاه مطلع می گردد. این قطعه آهنربا در بلاک و در فاصله ۱۵۰ متری چراغ خبری در محورهای مجهز به سیستم علائم الکتریکی و در محورهای غیرعلائمی در فاصله ۱۵۰ متری از علامت حدود ایستگاه و در وسط خط نصب می گردد.

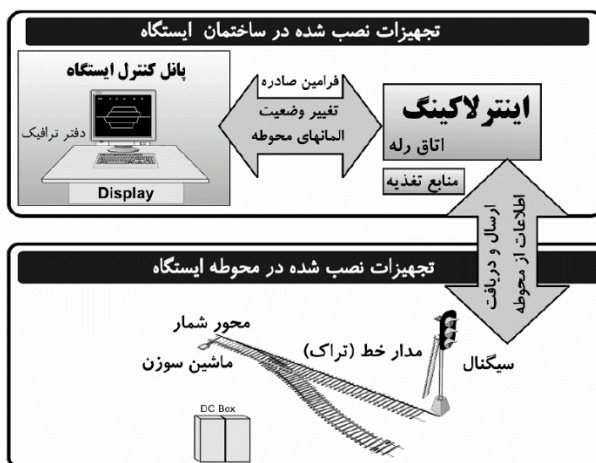


پانل فرماندهی

دستگاهی است که از آن به منظور نمایش وضعیت المانهای ایستگاه و رابط بین اپراتور و اینترلاکینگ جهت فرمان به تجهیزات محوطه استفاده می شود. انواع پنل های فرماندهی عبارتند از : پانل محلی ، پانل RC ، پانل CTC

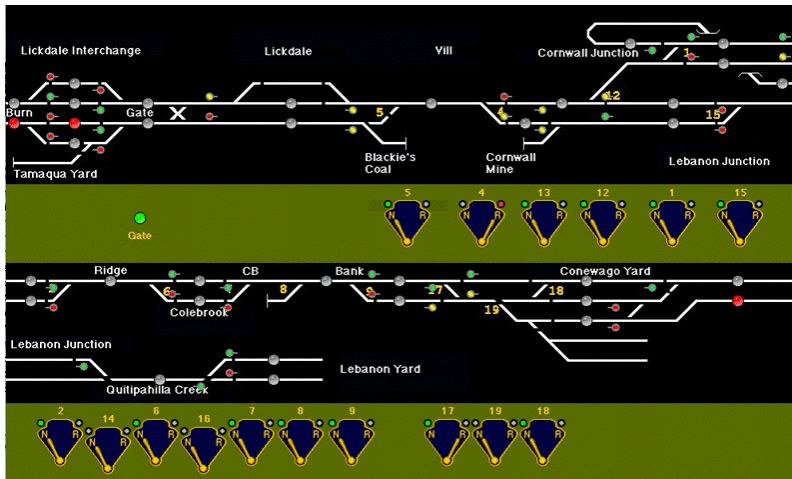


دستگاه پانل در اتاق ترافیک ایستگاه نصب و روی آن نقشه خطوط ایستگاه ترسیم و موقعیت سوزن ها و علائمی که در داخل حدود ایستگاه قرار گرفته مشخص شده و با دکمه ها و کلیدهای نصب شده در روی آن کلیه فرامین مربوطه داده می شود. روی صفحه دستگاه پانل علائمی را در هر لحظه مطابق آنچه که در ایستگاه واقعیت دارد را نشان می دهد و بدین وسیله مسئول وقت پانل هر لحظه از وضعیت ایستگاه اطلاع و تسلط کافی جهت اتخاذ تصمیم برای انجام عملیات مربوطه خواهد داشت. در سیستم علائم الکتریکی ، عملیات تعویض سوزن های مسیر نیز با نیروی محرکه برق و مستقیماً به فرمان مسئول پانل و بوسیله دستگاه پانل صورت می پذیرد.



اینترلاکینگ

دستگاه اینترلاکینگ سیستمی است که با ایجاد قفل بندی بین سیگنال ها و سوزن ها و غیره شرایط لازم برای حرکت و عملیات قطارها در محوطه ایستگاه بصورت روان، یکنواخت و امن را فراهم می سازد. در این سیستم نظم خاصی در بکارگیری سوزن ها و سیگنال ها وجود دارد که هر یک از آنها متقابلاً به یکدیگر بصورت مکانیکی یا الکتریکی قفل می شوند که این وضعیت را عمل اینترلاک و فرآیند ایجاد انواع قفل متقابل بین تجهیزات محوطه را اینترلاکینگ می گویند.



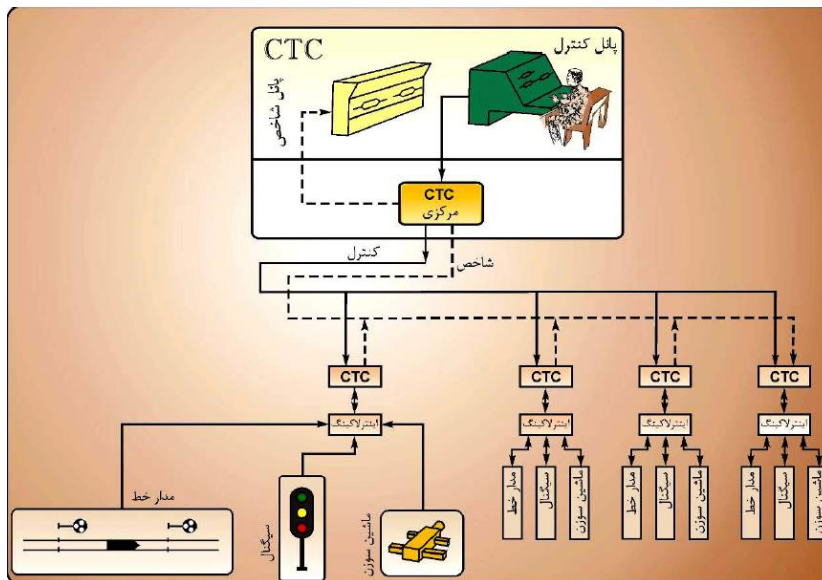
اینترلاکینگ بین سیگنال ها، بین سیگنال و سوزن و بین سوزن ها برقرار میگردد و در واقع یکی از مهمترین بخش های کاری دستگاه اینترلاکینگ می باشد.

سیستم های کنترل ترافیک و مسیر

سیستم CTC

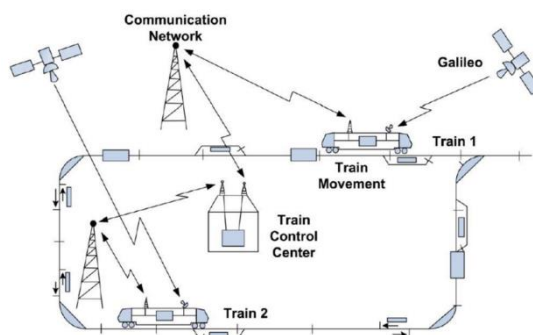
معمولاً ایمنی قطار در یک ایستگاه توسط دستگاه اینترلاکینگ و توسط اپراتورهای علائم که عملکرد دستگاه های علائم را از طریق پانل های کنترل نظارت می کنند تضمین می شود. اما سیستم CTC به معنای کنترل متمرکز ترافیک بوده و یک سیستم کنترل می باشد و برای ایجاد مرکز کنترل ناحیه یا قطعه معین است و پرسنل مسئول را قادر می سازد که دستگاه اینترلاکینگ هر ایستگاه را بطور مستقیم از راه دور کنترل نماید. نقش CTC عمدتاً ارسال اطلاعات است که شامل اطلاعات کنترل و اطلاعات درخواست شاخص از مرکز، اطلاعات شاخص وضعیت از ایستگاه ها. تنظیم مسیر و سایر عملیات حفظ

ایمنی در زمان خرابی تجهیزات به عهده دستگاه های اینترلاکینگ هر ایستگاه می باشد. زمانی که CTC دچار نقص شود ایستگاه ها از کنترل CTC خارج شده و پائل های محلی را جهت تنظیم مسیر بکار می گیرند.



از مزیت های سیستم CTC:

- ۱- ایمنی و سلامت بیشتر در تردد قطارها
- ۲- کاهش نیروی انسانی
- ۳- صرفه جویی در وقت
- ۴- مدیریت واحد و یکپارچه بخشی از شبکه ریلی



سیستم PRC

این سیستم کنترل مسیر برنامه ریزی شده جهت جلوگیری از اشتباه در تعیین مسیر و غیره ایجاد شده است. اینکار با کاهش عملیات دستی که توسط پرسنل CTC انجام می شود تحقق می پذیرد. ضمناً تصمیم گیری های پیچیده عملیات قطارها مانند ترتیب اعزام قطارها و توالی تلاقی بطور اتوماتیک انجام می شود.

سیستم ATC

در قطارهای سریع السیر یکی از مهمترین مسائل هدایت و کنترل آنهاست. طبق توصیه های UIC ، قطارها مجاز هستند با علائم الکتریکی و سنتی کنار خط حداکثر تا سرعت ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت حرکت ایمن داشته باشند و برای سرعت های بین ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت تا ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت نیز این علائم با ایجاد تغییراتی بطور سازگار با سرعت های فوق مورد استفاده قرار میگیرند ولی در سرعت های بیشتر از ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت چراغهای علائم هرگز نمی تواند ایمنی کافی برای حرکت قطارها را تضمین کند و لذا باید سیستمی بکار گرفت تا علائم مورد نیاز را از کنار خط دریافت و در داخل کابین راننده نمایش دهد.

سیستم ATC سامانه ای است که با دریافت اطلاعات مسیر و تنظیم سرعت قطار متناسب با مسیر پیش رو از بروز سوانح ناشی از تخلف از سرعت در مسیر جلوگیری می نماید.

بطور کلی ATC شامل دستگاه های کنا خط و تجهیزات کابین راننده می باشد.

ارتباطات

جهت امنیت و کنترل سیروحرکت قطارها در سرتاسر شبکه ریلی و برقراری ارتباطات مورد نیاز در محوطه و نیز حد فاصل ایستگاه ها با توجه به اهمیت موضوع ، یک شبکه ارتباطی مشتمل بر انواع سیستم های ارتباطی با محیط های ارتباطی مختلف از قبیل زوج سیم ، کابل کواکسیال ، شبکه رادیویی و فیبر نوری در قالب شبکه اختصاصی ارتباطات راه آهن مورد استفاده قرار می گیرد.

از نظر ساختاری شبکه ارتباطی راه آهن را می توان به دو بخش تقسیم کرد:

شبکه انتقال: شامل تجهیزات مالتی پلکس دیجیتال یا آنالوگ و خطوط انتقال مثل خط هوایی ، کابل کواکسیال ، فیبر نوری و محیط انتقال رادیویی

شبکه دستیابی: شامل تجهیزات سوئیچ جهت توزیع اطلاعات بین کاربران

انواع تجهیزات ارتباط

محیط انتقال (کابل)

جهت انتقال اطلاعات در شبکه مخابراتی راه آهن ایران از خطوط هوایی ، کابل کواکسیال و فیبر نوری استفاده می شود و امروزه به دلیل تبادل صوت و دیتا با ظرفیت و سرعت بالا عموماً از فیبر نوری استفاده می شود و سایر موارد به ندرت موجود و قابل استفاده هستند.

سیستم کاریر (Carrier)

با افزایش روزافزون به برقراری ارتباطات و انتقال حجم وسیع اطلاعات و با توجه به اینکه برقراری ارتباط بین دو نقطه نیازمند حداقل دو دستگاه تلفن و خطوط ارتباطی مابین آنها به طول چندین کیلومتر می باشد و تعدد موارد در این خصوص مستلزم هزینه و وقت زیادی است و به دلیل اینکه افزایش ظرفیت انتقال اطلاعات نیاز به افزایش تعداد انتقال خطوط دارد ، طرح استفاده از سیستمی که بتواند با صرف هزینه ی کمتر ظرفیت بالاتری از اطلاعات را انتقال دهد مطرح شد که این موضوع منجر به ساخت سیستم های کاریر امروزی گردید. این سیستم ها با بالا بردن سطح فرکانس مکالمه و قرار دادن چندین باند مکالمه در یک باند وسیع و بر روی یک لاین ، ارتباط بین دو نقطه را با هزینه ای کمتر از قبل برقرار می نمایند و از تجهیزات کاریر در انتقال همزمان چندین مکالمه یا مجموعه بزرگی از داده در قالب سیگنالهای استاندارد استفاده می شود.

مراکز خودکار

شبکه تلفن عمومی در راه آهن ایران به منظور برقراری ارتباط مخابراتی بین کلیه ادارات و نواحی راه آهن ایجاد گردیده است. این شبکه با استفاده از مراکز تلفن پیشرفته امکان برقراری ارتباط تلفن شهری و داخلی انواع سرویس های مورد نیاز شبکه حمل و نقل ریلی را در سرتاسر شبکه راه آهن برقرار نموده است.

ارتباطات در مراکز خودکار به پنج صورت داخل ایستگاهی ، بین ایستگاهی ، E&M ، FX ، ارتباط از طریق خط شهری انجام می پذیرد.

شبکه رادیویی

با توجه به نوع خاص حمل و نقل ریلی نیاز به ارتباط با وسایل نقلیه به منظور انتقال و تبادل اطلاعات جهت کنترل حرکت قطار و ایجاد ایمنی لازم جهت سیور حرکت از طریق یک شبکه رادیویی اجتناب ناپذیر می باشد. در این راستا با استفاده از سیستم بی سیم امکان ارتباط قطار با محوطه و ایستگاه های مربوطه و بالعکس در کل شبکه راه آهن برقرار گردیده است.

سایت

هر سایت یک ایستگاه تکرار کننده با تعداد زیادی کانال است. یک سایت می تواند بیش از ۲۴ کانال داشته باشد که یکی از آنها کانال کنترلی است و به رادیوهای تحت پوشش خود سرویس می دهد. در نهایت دیتا و یا صوت تولید شده توسط کاربر از طریق رادیو به سایت منتقل و توسط سایت تقویت شده و توسط آنتن مربوطه به سایت تحت پوشش کاربر دیگر ارسال می گردد.

دکل رادیویی

کل مربوط به سایت که آنتن مربوطه بر روی آن نصب می شود ، توسط کابلی به آنتن روی دکل متصل می گردد. دکل دارای دو نوع مهاردار و خود ایستا می باشد. دکل ها در محوطه ایستگاه روی زمین و یا بر روی بلندی نصب می گردند. ارتفاع دکل ها منوط به نیازهای پوشش منطقه در راه آهن از ۱۲ تا ۶۰ متر متغیر است. دکل مربوط به سایت عموماً ۴۵ متری و دکل نصب شده در محوطه ایستگاه که آنتن بی سیم ایستگاهی نیز روی آن نصب می گردد ، عموماً ۳۰ متری می باشد.

مرکز کنترل کننده Node

نود مانند یک مرکز سوئیچ عمل نموده و اطلاعات را کنترل ، ضبط و سوئیچ می کند. در حال حاضر در مرکز هر ناحیه یک نود وجود دارد و هر نود به چندین سایت متصل می شود. نود مرکزی در تهران واقع شده که به کلیه نودها از طریق فیبر نوری متصل می باشد و سایت ها از طریق این نودها به هم متصل هستند.

مرکز مدیریت شبکه NMT

NMT نرم افزار مخصوص مدیریت شبکه و دارای شارژینگ است. روی NMT مشخص می شود که کدام کانال از کدام سایت به چه پورتی از سوئیچ متصل می باشد. مدیریت شبکه از طریق این سیستم اعمال می شود و به نود مرکزی واقع در تهران متصل است.

مرکز اطلاعات (دیسپچر)

دیسپچر یک رادیو با اختیارات ویژه است. به هر نود یک یا چند دیسپچر متصل می شود. دیسپچر مثل یک مرکز ۱۱۸ عمل می کند بطوریکه یک کاربر با تماس با دیسپچر می تواند به هر کاربر دارای بیسیم دیگری که شماره آن را ندارد و یا شماره های شهری ، موبایل و یا داخلی وصل شود.

شبکه داده Data

راه آهن با کمک این شبکه داده با استفاده از محیط سیستم انتقال نوری به انواع سرورس های دیتا از قبیل اتوماسیون اداری ، اینترنت ، انتقال فایل ، مکانیزه نمودن سیستم صدور بارنامه ، مکانیزه نمودن

سیستم گراف و کنترل سیروحرکت قطارها ، استفاده در شبکه ی رادیویی و پارتی لاین ، همچنین ایجاد زیرساخت جهت نصب و راه اندازی سیستم نظارت تلویزیون برای حراست و کنترل ترافیک راه آهن و ... و نیز ارائه سرویس اختصاصی ارتباطی بصورت صوتی و تصویری به مامورین بهره برداری در ایستگاه ها دسترسی پیدا کرده است.

سیستم پارتی لاین

پارتی لاین سیستم ارتباطی اختصاصی سیروحرکت است و نسل جدیدی از تلفن بلاک می باشد. دستگاه های پارتی لاین جهت برقراری ارتباط صوتی بین چندین ایستگاه بکار میرود و باعث ارتقا سطح ایمنی شده است.

بنا بر قوانین سیروحرکت برای هر ساختمان ایستگاه که در آن سوزن نصب شده است ، باید تلفن بلاک نصب شود. تلفن بلاک ارتباط بین مامور در ایستگاه را با مرکز کنترل ناحیه فراهم می کند و مراکز کنترل ناحیه نیز باید با کنترل مرکزی در تهران تماس داشته باشند.

با توسعه تکنولوژی و تاکید بر افزایش ایمنی در راه آهن سیستم ارتباطی بین ایستگاه ها متحول شد و سیستم های تلفن بلاک جای خود را به نسل جدیدتر خود یعنی پارتی لاین دادند.



یادداشت

یادداشت

مراجع عمومی

- ۱- مرجع همراه خط و سازه های فنی-اداره کل خط و سازه های فنی راه آهن جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۴
- ۲- اصول مهندسی راه آهن-تالیف Joachim Fiedler-ترجمه دکتر حمید بهبهانی و مهندس فرهاد افتخار زاده ۱۳۷۷
- ۳- راه آهن ۱-تالیف هاشم مهرآذین ۱۳۷۶
- ۴- مهندسی راه آهن-تالیف و.ا.پروفلیدیس-ترجمه محسن حسینیقلیان و حسین قهرمانی ۱۳۷۷
- ۵- ایمنی علائم الکتریکی راه آهن-تالیف ارشد رستمی ۱۳۸۶
- ۶- خطوط ریلی پیشرفته(راه آهن و مترو)-تالیف پروفیسور کوئن راد ایسولد-ترجمه دکتر سعید محمدزاده و دکتر جبارعلی ذاکری سردرودی ۱۳۸۸
- ۷- روسازی راه آهن-تالیف سید ابوطالب مجذوب و سید ابراهیم بوی افراز ۱۳۹۱
- ۸- مقررات عمومی سیروحرکت راه آهن-راه آهن جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۲

با تشکر از سایر بزرگواران که با مطالب و تجربیات ارزشمند خود من را در تالیف این اثر یاری نمودند.
در آخر ضمن تشکر از خوانندگان بزرگوار خواهشمندم نکات اصلاحی و یا پیشنهادهای ارزشمند خود را با اینجانب توسط پل ارتباطی (تلفن همراه) به شماره ۰۹۱۲۲۷۷۵۰۴۱ در میان بگذارند.

ضمن تشکر از توجه شما بزرگواران
رسیدم این کتاب مورد توجه شما تسکین کننده باشد
محمد حسینی

