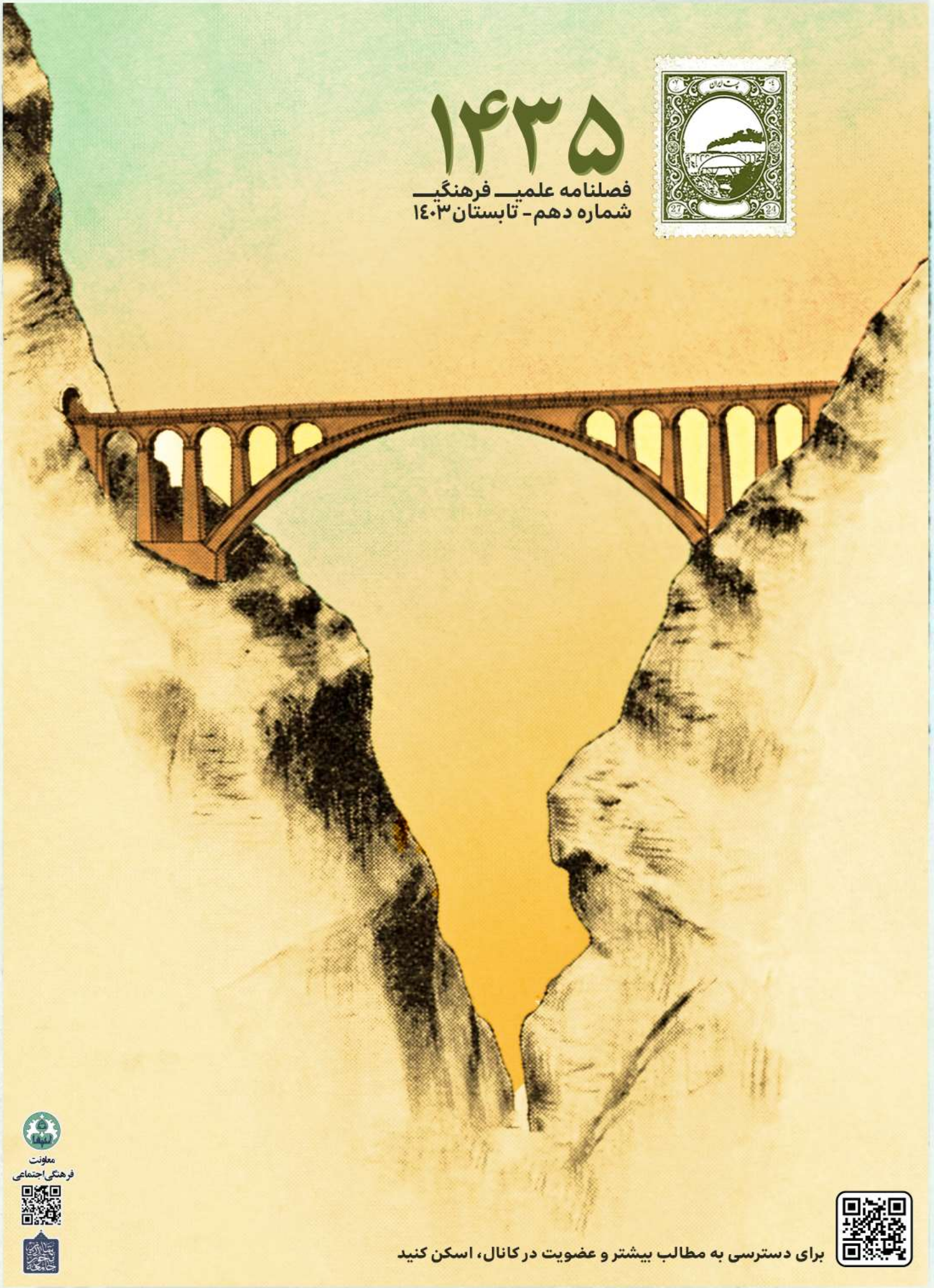


۱۴۳۵

فصلنامه علمی- فرهنگی

شماره دهم- تابستان ۱۴۰۳

معاونت
فرهنگی اجتماعی

برای دسترسی به مطالب بیشتر و عضویت در کانال، اسکن کنید

پل ورسک-۱۳۱۵

منطقه عباس آباد

Veresk bridge-۱۹۳۷

نشریه مهندسی
دانشگاه اصفهان

صاحب امتیاز

انجمن علمی مهندسی راه آهـــن دانشـــگاه اصفهان

علی عرشیا ابوذر
دانشجوی کارشناسی خط وسازه های ریلی
مدیـــر مسئـــول

سیدامیرحسین میرلوحی
دانشجوی کارشناسی ماشین های ریلی
ســـــردبیـــــر

ماهان مهدوی نیا
دانشجوی کارشناسی خط و سازه های ریلی
ویراستار ادبـــی

سرپرستان تحریریه

نیـــلوفر کریـــمی
دانشجوی کارشناسی ارشد حمل و نقل ریلی

دانیال عموزاده
دانشجوی کارشناسی ماشین های ریلی

حانیه سادات میرهاشمی
دانشجوی کارشناسی خط و سازه های ریلی

فاطمه آل غفوریان
دانشجوی کارشناسی ماشین های ریلی

سونیا شجاعی
دانشجوی کارشناسی خط وسازه های ریلی

ـــــی راه آهـــــــن
ـــــــــــهـــــان

هیئت تحریریه

محمد امین نظری
دانشجوی کارشناسی ماشین های ریلی

علی عرشیا ابوذر
دانشجوی کارشناسی خط وسازه های ریلی

ماهان مهدوی نیا
دانشجوی کارشناسی خط و سازه های ریلی

فاطمه زهرا نیکوزاد
دانشجوی کارشناسی خط وسازه های ریلی

امیرحسین احمدوند
دانشجوی کارشناسی خط وسازه های ریلی

علی حسین مظاهری
دانشجوی کارشناسی خط وسازه های ریلی

طـــــراح

سیدامیرحسین میرلوحی
دانشجوی کارشناسی ماشین های ریلی

آرمـــان نجفی
دانشجوی کارشناسی خط وسازه های ریلی

محمد مهدی دهباشی
دانشجوی کارشناسی خط وسازه های ریلی

استاد مشاور انجمن

دکتر محمودرضا چنگیزیان

اساتید همراه

دکتر میثـــم جهانـــگیری

دکتر احمدرضا جعفریان مقدم

دکترمحمد حسن اسماعیلی

دکتر محمدرضا شمالی

باتشـــکر از

جناب آقای ابوذر آخوندی

سرکارخانم مهندس فاطمه نیازی

سرکار خانم موسوی | مسئول نشریات دانشگاه اصفهان

سرمقاله

مدیرمسئول

از زمستان سال قبل که افتخار مدیر مسئولی این نشریه را داشتم بزرگترین هدف خودم را ارتقا سطح علمی دانشجویان مهندسی راه آهن به ویژه بچه های دانشگاه اصفهان گذاشتم . در این دو نسخه ای که منتشر شد تلاش بر این بود که در کنار یکدیگر مقاله هایی از حوزه های مختلف صنعت ریلی به نگارش در آوریم تا با بخش های مختلف آشنا شویم و بتوانیم برای ادامه مسیر خود چه در حوزه آکادمیک چه در حوزه اجرائی برنامه ریزی کنیم . یکی از سوالات مهم دانشجویان دوره کارشناسی این است که آیا وارد مقطع ارشد و دکتری شوند یا به دنبال بازار کار بروند . در این شماره های منتشر شده و شماره های آینده سعی داریم که با گفتگو با اساتید ، مدیران و افراد حاضر در صنعت در حد تلاش خود به این سوال جواب بدهیم . امیدوارم مطالب منتشر شده برای شما مخاطبان عزیز مفید واقع شود . در آخر از تمامی اساتید و دانشجویان گرامی که در این راه یاور و همراه ما بودند تشکر میکنم .

علی عرشیا ابوذر

سردبیر

راه آهن، صنعتی ماناست و از بدو خلقتش تا به امروز تلاش کرده تا خودش را پا به پای حمل و نقل های دیگر اعم از جاده ای، هوایی و دریایی توسعه دهد، و این تلاش به پاس خدمت مهندسین و متخصصینی است که این صنعت را در رقابت حمل و نقل نگاه داشته است. اما با این حال خلا قابل توجه ای احساس می شود. بخشی از آن بدلیل کم لطفی به صنعت ریلی است و بخش دیگر آن نبود بستر مناسب آکادمیک در حوزه ریلی است و بایست دانشجویان خلاق و فعال زمینه ساز این بستر باشند. در این شماره از نشریه، کوشیدیم، مقالاتی را که با نگاه روبه پیشرفت این صنعت و همچنین نگاهی به سبقه راه آهن گذشته ایران است، ارائه دهیم. به امید اینکه بتوان با اتکا به تجربه صنعت راه آهن قدیم، پشتوانه بزرگان این صنعت و همچنین خلاقیت دانشجویان، این صنعت را به سوی پیشرفت سوق داد.

سیدامیرحسین میرلوحی

فهرست

ناوگان

لکوموتیوهای دیزلی

خط و سازه های ریلی

دال بتنی پیش ساخته
در راه آهن

بررسی روش های بهبود
عملکرد تکه مرکزی
سوزن های راه آهن
با استفاده از فولاد هادفیلد

حمل و نقل

یکپارچگی در شبکه
حمل و نقل عمومی

گفتگو با مهندس وحید علیقارداشی

نرم افزار

یونیورسال مکانیزم
universal mechanism

ناوگان

لکوموتیو های دیزلی
(انواع و طرز کار لکوموتیو دیزلی)

دانیال عموزاده

لکوموتیو های دیزلی
(انواع و طرز کار لکوموتیو دیزلی)

دانیال عموزاده
کارشناسی ماشین های ریلی

چکیده

لوکوموتیوهای دیزلی به دلیل قدرت بالا و کارایی در شرایط مختلف، به عنوان اجزای حیاتی شبکه‌های ریلی مدرن شناخته می‌شوند.
لکوموتیوهای دیزل-الکتریکی با ترکیب موتور دیزل و سیستم‌های الکتریکی، نیروی محرکه الکتریکی را تولید می‌کنند. چرخدنده و پینیون و مبدل های الکتریکی، قدرت لازم برای چرخ ها را فراهم می کنند.در این مقاله، موتور دیزلی در لکومتیو و نحوه عملکرد آن مورد بحث قرار خواهد گرفت.
یکی از قسمت های دیگر، نحوه عملکرد گاورنر در لکومتیو است که تا به امروز بر روی لکومتیوهای ایران مانند GM:GT۲۶ مورد استفاده قرار می‌گیرد.
کنترلرهای الکترونیکی نقش کلیدی در مدیریت و بهینه‌سازی عملکرد لوکوموتیو ایفا می‌کنند، در حالی که کمپرسورها برای ایجاد نیروی پنوماتیکی و سیستم‌های خنک‌کاری برای حفظ دمای بهینه و عملکرد پایدار مورد استفاده قرار می‌گیرند.
مقاله همچنین لوکوموتیوهای دیزل-مکانیکی را بررسی می‌کند. این نوع لوکوموتیوها از انتقال مکانیکی استفاده می‌کنند که در آن موتور دیزل مستقیماً به چرخ‌ها متصل می‌شود. در این سیستم، از کوپلینگ و جعبه‌دنده برای انتقال قدرت به چرخ‌ها استفاده می‌شود. این انتقال مکانیکی ساده‌تر از سیستم‌های الکتریکی است و برای لوکوموتیوهای سبک‌تر مناسب است.
در نهایت، مقاله به واحدهای دیزلی چندگانه (DMUs) و مزایای موتورهای دیزل در حمل‌ونقل ریلی اشاره می‌کند.

مقدمه

یکی از لکوموتیوهایی که در این مقاله ذکر شده و مورد بررسی قرار می گیرد، لکوموتیوهای دیزلی می باشند.
این دست لکوموتیوها، اغلب ناوگان کشش راه‌آهن را تشکیل می دهند و به قلب تپنده راه‌آهن معروف هستند.

لکوموتیوهای مدرن دیزلی نسخه‌ای جداگانه از لکوموتیو برقی هستند.آنان مانند لکوموتیو برقی، دارای نیروی محرکه الکتریکی هستند که شامل ترکشن موتورها است که چرخ ها را به حرکت در می‌آورند و با کنترلرهای الکترونیکی کنترل می‌شوند.
همچنین در بسیاری از سیستم‌های جانبی، مشابه با لکوموتیوهای برقی هستند.
آنان دارای سیستم های خنک‌کاری، روشنایی، گرمایش، ترمز و تامین برق برای واگن های قطار (در صورت نیاز) هستند. معمولاً می‌توانند در همان مسیرها فعالیت کنند و توسط همان راهبران نیز هدایت شوند. تفاوت اصلی این لکوموتیو ها در این است که لکوموتیو دیزلی واحد تولید برق خود را به همراه دارد، در حالی که لکوموتیو برقی از طریق شبکه‌های بالاسری یا ریل سوم به یک واحد تولید برق از راه دور متصل است.

واحد تولید برق این دست لکوموتیو ها شامل یک موتور دیزلی بزرگ است که به یک مبدل(ژنراتور) متصل شده و برق لازم را برای حرکت تولید می‌کند.
برای چرخش شافت موتور بزرگ این لکوموتیو ها، نیاز به یک مخزن سوخت است. جالب است بدانید که لکوموتیو مدرن دیزلی حدود ۳۵ درصد از قدرت یک لکوموتیو برقی با وزن مشابه را تولید می‌کند.
به صورت کلی لکوموتیو های دیزل به دو گروه دیزل-الکتریک و دیزل-مکانیک تقسیم می شوند.

لکوموتیوهای دیزل-الکتریک

مانند خودروها، یک لکوموتیو دیزلی نمی‌تواند مستقیماً از حالت توقف موتور، خود را روشن کند.
این نوع لکوموتیو در حالت ایستاده حداکثر قدرت را تولید نمی‌کند، بنابراین نیاز به یک سیستم انتقال نیرو دارد که هنگام شروع حرکت، گشتاور را چند برابرمی کند. همچنین لازم است که قدرت اعمال‌شده بر اساس وزن قطار یا شیب مسیر متغیر باشد. سه روش برای انجام این کار وجود دارد: مکانیکی، هیدرولیکی و الکتریکی. بیشتر لکوموتیوهای دیزلی از انتقال الکتریکی استفاده می‌کنند و به آن‌ها "لکوموتیو دیزل-الکتریک" می‌گویند.
انتقال مکانیکی و هیدرولیکی همچنان مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما بیشتر در قطارهای خودکشش یا لکوموتیوهای سبک‌تر رایج هستند.

لکوموتیو های دیزل الکتریک براساس زمانی که طراحی شدند به سه دسته‌بندی تقسیم می شوند:

- DC-DC(یک ژنراتور DC، یک موتور الکتریکی DC را تغذیه می کند.)
- DC-AC (یک خروجی AC به رکتیفایر رفته و تبدیل به DC می شود تا یک موتور DC را تغذیه می کند.)
- AC-DC-AC(یک خروجی AC به رکتیفایر رفته و DC شده ،دوباره توسط یک اینورتر تبدیل به AC برای تغذیه موتور های سه فاز می شود.)

نوع DC – DC دارای یک ژنراتور است که موتورهای تراکشن DC را از طریق یک سیستم مقاومتی کنترل می کند.

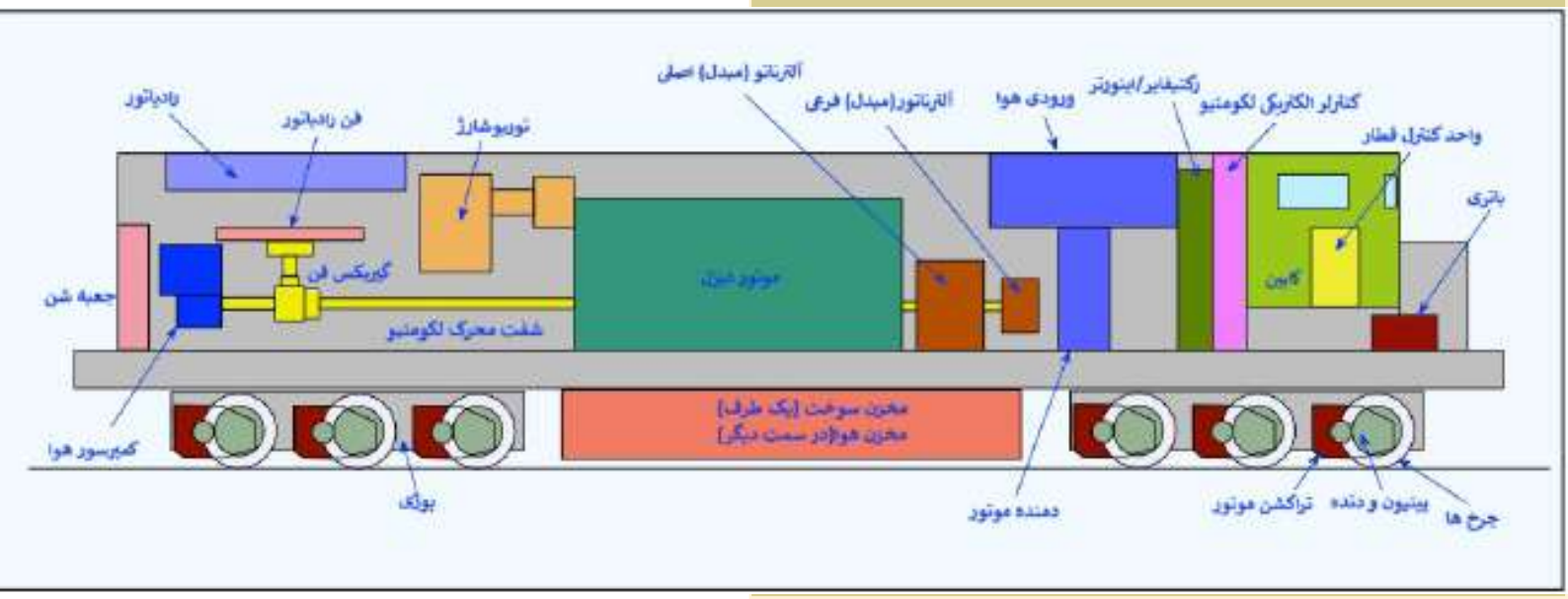
نوع AC-DC دارای یک اینورتر است که جریان AC تولید کرده و سپس به جریان DC تبدیل می‌شود و به موتورهای تراکشن DC تحویل داده می‌شود.

در نهایت، مدرن‌ترین سیستم شامل خروجی مبدل AC است که به DC تبدیل شده و سپس به AC سه‌فاز تبدیل می‌شود تا بتواند موتورهای تراکشن AC سه‌فاز را به حرکت درآورد. اگرچه این سیستم ممکن است پیچیده‌تر به نظر برسد، اما مزایای استفاده از موتورهای AC به مراتب بیشتر از پیچیدگی ظاهری سیستم است. در واقع، بیشتر تجهیزات از الکترونیک قدرت حالت جامد (قطعه ای بجز رسانا که برخلاف قطعات خلاء یا گازی عملکرد آن بر اساس ویژگی‌های الکتریکی ، مغناطیسی و ویژگی های دیگر مواد جامد است) با کنترل‌های مبتنی بر میکروپروسسور عمل می کند.

در ایالات متحده،ترکشن های AC با لکوموتیوهای دیزلی تک موتوره ۳۰۰۰ اسب بخار معرفی شدند که اولین آنها Alco C۶۳۰ بود. لکوموتیوهای SD۴۰، SD۴۵ و GP۴۰ نیز تنها از ژنراتور های AC استفاده می‌کردند. در لکوموتیوهای GP۳۸، SD۳۸، GP۳۹ و SD۳۹، ژنراتور DC به عنوان مدل پایه ارائه شد و ژنراتور های AC به‌صورت اختیاری قابل انتخاب بودند تا اینکه در دوره بعدی، ژنراتور های AC به حالت استاندارد تبدیل شدند. داستان مشابهی در شرکت General Electric نیز اتفاق افتاد.

در یک لکوموتیو به ازای هر موتور دیزلی، یک مبدل (یا ژنراتور) ترکشن وجود دارد (این رویه استاندارد در آمریکای شمالی است). لکوموتیو Alco C۶۲۸ آخرین لکوموتیو بود که با یک ژنراتور DC در مسابقه قدرت، پیشتاز بود.

شکل زیر قسمت‌های اصلی یک لکوموتیو دیزل-الکتریک ساخته شده در ایالات متحده را نشان می‌دهد که در پاراگراف‌های زیر توضیح داده شده‌اند. البته، طرح‌های متفاوتی وجود دارد و رویه‌های اروپایی در بسیاری از موارد با این نوع لکوموتیوها تفاوت دارند که به برخی از این تفاوت‌ها نیز اشاره خواهیم کرد.



موتور دیزل

این منبع اصلی قدرت برای لکوموتیو است. این بخش شامل یک بلوک سیلندر بزرگ است که سیلندرها به صورت خطی یا V شکل در آن قرار گرفته‌اند. موتور، شافت محرک را تا سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه می‌چرخاند و این نیرو، بخش‌های مختلفی که برای تأمین قدرت لکوموتیو لازم هستند را به حرکت درمی‌آورد. از آنجا که سیستم انتقال معمولاً الکتریکی است، موتور به‌عنوان منبع قدرت برای مبدل الکتریکی عمل می‌کند که انرژی الکتریکی لازم برای حرکت لکوموتیو را تولید می‌کند.

مبدل اصلی

موتور دیزلی، مبدل اصلی را به حرکت درمی‌آورد که نیروی لازم برای حرکت قطار را فراهم می‌کند. مبدل، برق AC تولید می‌کند که برای تأمین توان موتورهای ترکشن نصب‌شده روی بوژی‌ها استفاده می‌شود. در لکوموتیوهای قدیمی‌تر، مبدل یک ژنراتور DC بوده است. این ژنراتور برق مستقیم (DC) تولید می‌کرد که برای تأمین توان موتورهای ترکشن DC استفاده می‌شد. بسیاری از این لکوموتیوها همچنان در حال سیر منظم هستند. توسعه بعدی جایگزینی ژنراتور با مبدل بود، اما همچنان از موتورهای تراکشن DC استفاده می‌شد.

مبدل جانبی

لکوموتیوهایی که برای حرکت قطارهای مسافری استفاده می‌شوند، به یک مبدل کمکی مجهز هستند. این مبدل برق AC را برای روشنایی، گرمایش، سیستم تهویه مطبوع و غیره در قطار تأمین می‌کند. خروجی این مبدل از طریق یک کابل برق کمکی در طول قطار منتقل می‌شود. در ایالات متحده، به آن "برق انتهایی" یا "برق هتل" گفته می‌شود. در بریتانیا، واگن‌های مسافری مجهز به سیستم تهویه مطبوع از مبدل کمکی برق قطار (ETS) را دریافت می‌کنند.

دمنده‌های هوا در موتور و مبدل‌ها

موتور دیزل همچنین یک دمنده موتور را به حرکت درمی‌آورد. همان‌طور که از نامش پیداست، دمنده موتور، هوایی را تأمین می‌کند که به موتورهای ترکشن دمیده می‌شود تا در زمان کار سنگین خنک بمانند. این دمنده در داخل بدنه لکوموتیو نصب شده است، اما موتورهای ترکشن روی بوژی‌ها قرار دارند، بنابراین خروجی دمنده از طریق کانال‌های انعطاف‌پذیر به هر یک از موتورها متصل می‌شود. خروجی دمنده همچنین آلترناتورها (مبدل‌ها) را خنک می‌کند. در برخی طراحی‌ها، دمنده‌های جداگانه‌ای برای گروهی از موتورها در هر بوژی و دیگر دمنده‌هایی برای مبدل ها در نظر گرفته شده است.

لکوموتیوهای مدرن دارای یک سیستم مدیریت هوای پیچیده هستند که دمای سیستم های دوار مختلف در لکوموتیو را مانیتور کرده و جریان هوا را متناسب با آن تنظیم می‌کنند.

ورودی‌های هوا

هوای مورد نیاز برای خنک کردن موتورها از بیرون لکوموتیو وارد می‌شود. این هوا باید فیلتر شود تا گرد و غبار و سایر ناخالصی‌ها حذف شوند و جریان آن با توجه به دمای داخل و خارج لکوموتیو تنظیم گردد. سیستم مدیریت هوا باید محدوده وسیعی از دماها (از گرمای ۴۰ +درجه سانتی‌گراد تابستان تا سرمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد زمستان) را در نظر می گیرد.

مبدل‌ها / رکتیفایرها

خروجی مبدل اصلی به صورت جریان متناوب (AC) است، اما می‌تواند در یک لکوموتیو با هر دو نوع موتور تراکشن AC یا DC استفاده شود. برای سال‌های طولانی از موتورهای DC به عنوان نوع سنتی استفاده می‌شد، اما در ۱۰ سال اخیر، موتورهای AC استاندارد برای لکوموتیوهای جدید تبدیل شده‌اند. این موتورها ارزان‌تر و هزینه نگهداری کمتری دارند و کنترل های جدید الکترونیکی، قابلیت کنترل بسیار دقیقی دارند.

برای تبدیل خروجی AC از مبدل اصلی به DC، به یکسو کننده‌ها (رکتیفایرها) نیاز است. اگر موتورهای ترکشن DC باشند، خروجی یکسو کننده‌ها مستقیماً استفاده می‌شود. اما اگر موتورهای ترکشن AC باشند، خروجی DC از یکسو کننده‌ها به AC سه‌فاز برای تغذیه موتورهای ترکشن تبدیل می‌شود.

در ایالات متحده، تفاوت‌هایی در نحوه پیکربندی مبدل‌ها وجود دارد. GM EMD به یک مبدل برای هر بوژی متکی است، در حالی که GE از یک مبدل برای هر محور استفاده می‌کند.

هر دو سیستم مزایای خاص خود را دارند. سیستم EMD محورهای هر بوژی را به‌صورت موازی به هم متصل می‌کند که باعث می‌شود کنترل لغزش چرخ به‌طور مساوی بین محورها تقسیم شود. کنترل موازی همچنین به معنای سایبدگی یکسان چرخ‌ها بین محورها است. اما اگر یکی از مبدل‌ها (یعنی یک بوژی) خراب شود، واحد فقط ۵۰ درصد نیروی کششی خود را تولید می‌کند. استفاده از یک مبدل برای هر محور پیچیده‌تر است، اما دیدگاه GE این است که کنترل هر محور به‌صورت جداگانه می‌تواند بهترین نیروی کششی را فراهم کند.

اگر یک مبدل خراب شود، نیروی کششی آن محور از بین می‌رود، اما نیروی کششی کامل هنوز از طریق پنج مبدل دیگر در دسترس است. با کنترل هر محور به‌صورت جداگانه، تطبیق دقیق قطر چرخ‌ها برای عملکرد بهینه دیگر ضروری نخواهد بود.

کنترلرهای الکترونیکی

تقریباً هر قسمت از تجهیزات لکوموتیوهای مدرن دارای نوعی کنترلر الکترونیکی است. این کنترلرها معمولاً در یک جعبه کنترل، نزدیک به کابین قرار داده می‌شوند تا دسترسی آسان باشد. این کنترلرها معمولاً شامل یک سیستم مدیریت داده ها هستند که می‌تواند برای دانلود داده‌ها به یک کامپیوتر قابل حمل یا دستی استفاده شود.

واحد کنترل قطار

این بخش، رابط اصلی بین انسان و ماشین است و در بریتانیا به عنوان «میز کنترل» و در ایالات متحده به عنوان «استند کنترل» شناخته می‌شود. نوع رایج واحد کنترل در ایالات متحده، به طور زاویه‌ای در سمت چپ موقعیت رانندگی قرار دارد و گفته می‌شود که راهبران این نوع واحد را نسبت به طرح‌های مدرن میز کنترل که معمولاً در اروپا استفاده می‌شود و اکنون در برخی لکوموتیوهای ایالات متحده ارائه می‌شود، بسیار ترجیح می‌دهند.

کابین

پیکربندی استاندارد لکوموتیوهای طراحی شده در ایالات متحده، داشتن کابین در یک انتهای لکوموتیو است. از آنجایی که بیشتر استاندارد ساختاری ایالات متحده به اندازه‌ای بزرگ است که امکان داشتن راهرو در هر دو طرف لکوموتیو را فراهم می‌کند، دید کافی برای کارکردن لکوموتیو در حالت معکوس وجود دارد. با این حال، معمولاً لکوموتیو با کابین به سمت جلو عمل می‌کند. در بریتانیا و بسیاری از کشورهای اروپایی، لکوموتیوها به عرض کامل استاندارد ساختاری طراحی شده‌اند و بنابراین کابین‌ها در هر دو انتهای لکوموتیو تعبیه شده‌اند.

باتری‌ها

مانند یک خودروی سواری، لکوموتیو دیزلی برای روشن شدن و تأمین برق برای روشنایی کنترل‌ها زمانی که موتور خاموش است و مبدل در حال کار نیست، به باتری نیاز دارد.

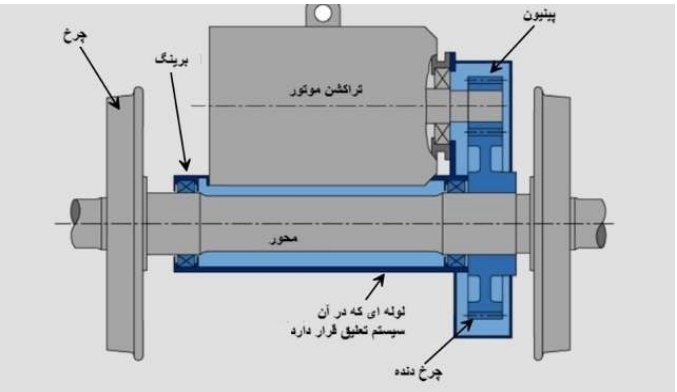
موتور ترکشن

از آنجایی که لکوموتیو دیزل-الکتریک از انتقال قدرت الکتریکی استفاده می‌کند، موتورهای ترکشن بر روی محورهای لکوموتیو برای فراهم کردن حرکت نهایی نصب شده‌اند. این موتورها به طور سنتی DC بودند، اما توسعه الکترونیک قدرت و کنترل مدرن منجر به معرفی موتورهای AC سه‌فاز شده است.

در بیشتر لکوموتیوهای دیزل-الکتریک بین چهار تا شش موتور وجود دارد. یک موتور AC مدرن با سیستم خنک‌کننده هوا می‌تواند تا ۱٫۰۰۰ اسب بخار قدرت تولید کند.

پینیون/دنده

موتور ترکشن از طریق یک جعبه دنده کاهش قدرت (که معمولاً در دامنه ۳ به ۱ برای لکوموتیو های باری و ۴ به ۱ برای لکوموتیو های مسافری) به محور منتقل می‌شود.



مخزن سوخت

یک لکوموتیو دیزلی باید سوخت خود را همراه داشته باشد و باید به اندازه کافی برای یک سفر معقول ظرفیت داشته باشد. مخزن سوخت معمولاً زیر بدنه لکوموتیو نصب می‌شود و معمولاً دارای ظرفیت حدود ۱,۰۰۰ پوند (لکوموتیو کلاس ۵۹، ۳,۰۰۰ اسب بخار) یا ۵,۰۰۰ گالن در لکوموتیو General Electric AC۴۴۰۰CW با ۴,۴۰۰ اسب بخار است. مدل‌های جدید AC۶۰۰۰ دارای مخازن با ظرفیت ۵,۵۰۰ گالن هستند. علاوه بر سوخت، لکوموتیو معمولاً حدود ۳۰۰ گالن کولانت(خنک کننده) و ۲۵۰ گالن روان‌کار برای موتور دیزلی را نیز حمل می‌کند.

مخازن هوا

مخازن هوا که حاوی هوای فشرده در فشار بالا هستند، برای سیستم ترمز قطار و برخی دیگر از سیستم‌های لکوموتیو ضروری هستند. این مخازن معمولاً در کنار مخزن سوخت و زیر کف لکوموتیو نصب می‌شوند.

کمپرسور هوا

کمپرسور هوا برای تأمین مداوم هوای فشرده برای ترمزهای لکوموتیو و قطار لازم است. در ایالات متحده، معمولاً کمپرسور به شافت موتور دیزل کوپل می‌شود. در بریتانیا، کمپرسور معمولاً به صورت برقی کار می کند و بنابراین می‌تواند در هر جایی نصب شود. کمپرسور لکوموتیو کلاس ۶۰ زیر فریم قرار دارد، در حالی که در لکوموتیو کلاس ۳۷ کمپرسورها در ناحیه جلو قرار دارد.

شافت های خروجی موتور

خروجی اصلی از موتور دیزلی از طریق شافت به مبدل ها در یک انتها و فن‌های رادیاتور و کمپرسور در انتهای دیگر منتقل می‌شود.

جعبه دنده فن

رادیاتور و فن خنک‌کننده آن اغلب در سقف لکوموتیو قرار دارد. بنابراین، شفت خروجی به فن از طریق یک جعبه دنده برای تغییر جهت شفت به سمت بالا(برای استفاده در سقف لکوموتیو) استفاده می شود.

رادیاتور و فن رادیاتور

رادیاتور به همان روش خودرو عمل می‌کند. آب در اطراف بلوک موتور توزیع می‌شود تا دما را در محدوده بهینه موتور حفظ کند. آب با عبور از رادیاتور که توسط واترپمپ به حرکت درآمده موتور دیزلی را خنک می‌کند.

توربوشارژ

مقدار قدرت حاصل از یک سیلندر در موتور دیزلی به میزان سوختی که می‌تواند در آن سوخته شود، بستگی دارد.
مقدار سوختی که می‌تواند سوخته شود، به میزان هوای موجود در سیلندر بستگی دارد. بنابراین، اگر بتوانید هوای بیشتری به سیلندر وارد کنید، سوخت بیشتری سوخته شده و قدرت بیشتری از احتراق خواهید گرفت.
توربوشارژ برای افزایش مقدار هوای وارد شده به هر سیلندر استفاده می‌شود.پره های توربوشارژ توسط گازهای خروجی از موتور به حرکت درآمده و باعث حرکت پره در سمت ورودی به موتور می شود، با افزایش سرعت پره هوای ورودی با فشار بالاتری وارد موتور می شود و سوخت بهتر احتراق می کند.
توربو شارژ به نوبه خود، کمپرسور کوچکی را می‌چرخاند که هوای اضافی را به سیلندر می‌فرستد. توربوشارژینگ باعث افزایش ۵۰% در قدرت موتور می‌شود.
مزیت اصلی توربوشارژ این است که بدون افزایش هزینه سوخت، موتور قدرت بیشتری ارائه می‌دهد زیرا از گازهای خروجی به عنوان نیروی محرک استفاده می‌کند. با این حال، نیاز به نگهداری بیشتر دارد، بنابراین برخی از لکوموتیوهای با قدرت پایین‌تر بدون این قطعه مهم ساخته می‌شوند.

جعبه شن

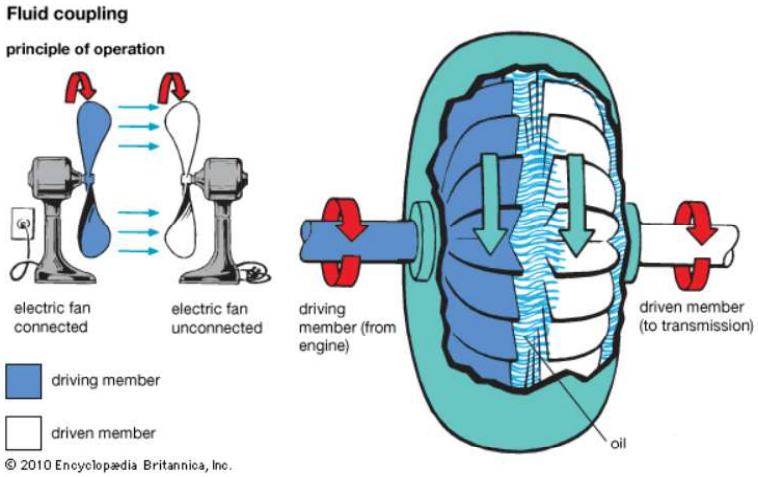
لکوموتیوها همیشه شن به همراه دارند تا به چسبندگی بین چرخ و ریل در شرایط بد ریلی کمک کنند. جعبه شن معمولاً در قطار های خودکشش ارائه نمی‌شود زیرا نیاز به چسبندگی کمتر است و معمولاً محورهای بیشتری محرک قطار هستند.

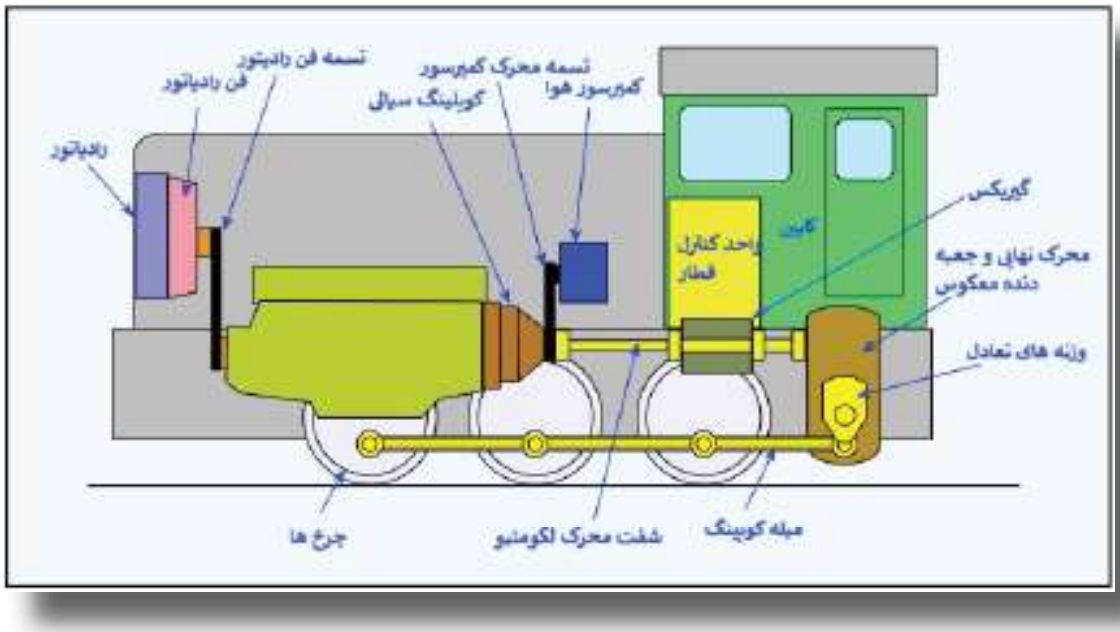
لکوموتیو دیزل با انتقال مکانیکی

لکوموتیو دیزلی-مکانیکی ساده‌ترین نوع لکوموتیو دیزلی است. این نوع لکوموتیو دارای یک لینک مکانیکی مستقیم بین موتور دیزلی و چرخ‌ها به جای انتقال الکتریکی است. موتور دیزلی معمولاً در محدوده ۳۵۰-۵۰۰ اسب بخار قرار دارد و انتقالی مشابه انتقال اتومبیل با جعبه‌دنده چهار سرعته دارد. سایر قطعات مشابه لکوموتیو دیزلی-الکتریک هستند اما برخی تفاوت‌ها وجود دارد و اغلب چرخ‌ها به یکدیگر متصل هستند.

کوپلینگ

در انتقال مکانیکی -دیزلی، شافت اصلی محرک به موتور توسط یک کوپلینگ متصل می‌شود. این یک کلاچ هیدرولیکی است. شامل یک محفظه پر از روغن، یک دیسک چرخان با تیغه‌های منحنی شکلصص که توسط موتور به حرکت درمی‌آید و دیسک دیگری که به چرخ‌ها متصل است، می‌باشد. وقتی موتور، پره را می‌چرخاند، روغن توسط یک دیسک به سمت دیگری هدایت می‌شود. این دیسک تحت تأثیر نیروی روغن به چرخش درمی‌آید و بنابراین شافت محرک را می‌چرخاند. البته، راه‌اندازی به تدریج صورت می‌گیرد تا سرعت پره سمت موتور تقریباً با سرعت پره های سمت چرخ هماهنگ شود.
کل سیستم به‌عنوان یک کلاچ خودکار عمل می‌کند تا شروع تدریجی لکوموتیو را ممکن سازد.





این همان وظیفه‌ای را دارد که در اتومبیل‌ها انجام می‌دهد. جعبه‌دنده نسبت دنده بین موتور و چرخ‌ها را تغییر می‌دهد تا سطح مناسب قدرت به چرخ‌ها اعمال شود. تغییر دنده به‌صورت دستی انجام می‌شود. نیازی به کلاچ جداگانه نیست زیرا پروسه کلاچ گیری در کوپلینگ سیالی قبلاً انجام شده است.

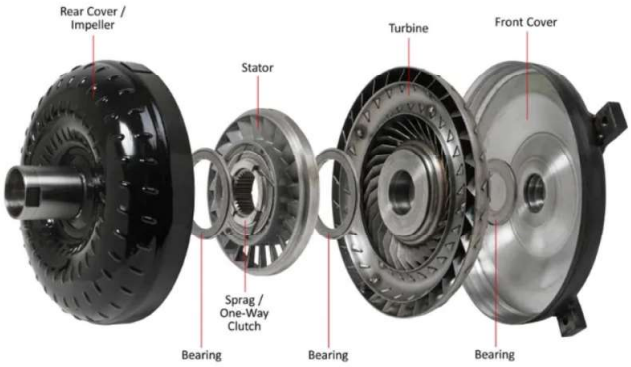
محرک آخر برای چرخ ها

لکوموتیو دیزلی-مکانیکی از محرک آخر مشابه آنچه در موتور بخار استفاده می‌شود، بهره می‌برد. چرخ‌ها به یکدیگر متصل هستند تا چسبندگی بیشتری فراهم کنند. خروجی از جعبه‌دنده چهار سرعته به یک محرک نهایی و جعبه‌دنده معکوس متصل است که به شافت محرک عرضی و وزنه‌های تعادل مجهز است. این به چرخ‌های محرک از طریق میله‌های اتصال متصل می‌شود.

مبدل گشتاور

مبدل گشتاور بر اساس همان اصول کوپلینگ سیالی عمل می‌کند، اما امکان "لغزش" وسیع‌تری بین موتور و چرخ‌ها را فراهم می‌آورد. زمانی که سرعت قطار به اندازه کافی افزایش یابد تا با سرعت موتور هماهنگ شود. لکوموتیوهای با سرعت بالا از دو یا سه مبدل گشتاور به ترتیب مشابه تغییر دنده در انتقال مکانیکی استفاده می‌کنند و برخی از آنها از ترکیب مبدل‌های گشتاور و دنده‌ها استفاده کرده‌اند.

برخی از طراحی‌های لکوموتیوهای دیزلی-هیدرولیکی دارای دو موتور دیزلی و دو سیستم انتقال بودند، هر کدام برای یک بوژی. این طراحی در آلمان (مانند سری ۷۲۰۰) در دهه ۱۹۵۰ محبوب بود و در دهه ۱۹۶۰ به بخش‌هایی از بریتانیا وارد شد. با این حال، این سیستم در طراحی‌های سنگین یا سریع لکوموتیوها به‌خوبی عمل نکرد و به‌طور عمده با انتقال دیزلی-الکتریک جایگزین شدند.



قطار هایی با واحدهای دیزلی در قسمت‌های مختلف (DMUs) یا قطارهای خودکشش

موتورهای دیزلی که در DMUها استفاده می‌شود، بر اساس همان اصولی که در لکوموتیوها استفاده می‌شود، کار می‌کنند، با این تفاوت که انتقال معمولاً مکانیکی است و اینکه برخی از سیستم‌های تغییر دنده. موتورهای DMU کوچکتر هستند و بسته به پیکربندی، چندین مورد در یک قطار استفاده می‌شود.

موتور دیزلی معمولاً کف واگن و در کنار آن نصب می‌شود به دلیل فضای محدود موجود انتقال ارتعاش به سالن مسافران مشکل همیشگی بوده است، اما برخی از طراحی‌های جدید در این زمینه بسیار خوب عمل می‌کنند.

برخی از DMUهای دیزلی-الکتریکی وجود دارند و این‌ها معمولاً دارای یک بخش موتور جداگانه شامل موتور و ژنراتور یا مبدل هستند.

نیرو ترکشن و کشش و قدرت

قبل از اینکه بیشتر پیش برویم، باید تعاریف نیرو ترکشن، کشش و قدرت را درک کنیم. تعریف نیرو تراکشن (TE) به سادگی نیرویی است که در لبه چرخ لکوموتیو وارد می‌شود و معمولاً به صورت پوند (lbs) یا کیلو نیوتن (kN) بیان می‌شود. به محض اینکه نیرو ترکشن به کوپلر ها منتقل شودنیروی کشش صورت می گیرد.این نیرو به دلیل اصطکاک قطعات مکانیکی و مقداری مقاومت هوا کاهش می‌یابد.

قدرت به صورت اسب بخار (hp) یا کیلو وات (kW) بیان می‌شود و در واقع نرخ انجام کار است. یک واحد اسب بخار به عنوان کار مربوط به بلند کردن ۳۳,۰۰۰ پوند به ارتفاع یک فوت در یک دقیقه تعریف می‌شود. در سیستم متریک، این قدرت (وات) مورد نیاز برای حرکت یک نیوتن نیروی یک متر در یک ثانیه محاسبه می‌شود. فرمول آن P = (F*d)/t است که در آن P قدرت، F نیرو، d فاصله و t زمان است. یک اسب بخار معادل ۷۴۶ وات است.

رابطه بین قدرت و کشش بدین گونه است که سرعت پایین و کشش بالا می‌تواند همان قدرتی را تولید کند که سرعت بالا و کشش پایین ایجاد می کند. اگر نیاز به افزایش نیرو ترکشن بالا و سرعت بالا دارید، باید قدرت را افزایش دهید. برای دریافت تغییرات مورد نیاز برای عملکرد لکوموتیو در راه‌آهن، نیاز به وسیله‌ای مناسب برای انتقال بین موتور دیزلی و چرخ‌ها دارید.

یکی از نکات قابل توجه این است که قدرت تولید شده توسط موتور دیزلی تماماً برای کشش در دسترس نیست. در یک لکوموتیو دیزلی-الکتریکی با قدرت۲۵۸۰hpحدود ۴۵۰ hp به تجهیزات داخلی مانند فن‌ها، فن‌های رادیاتور، کمپرسورهای هوا و "قدرت هتل(کابین ها)" برای قطار از دست می‌رود.

گاورنـــــر

زمانی که موتور دیزلی در حال کار است، سرعت موتور از طریق یک گاورنر کنترل و نظارت می‌شود. گاورنر تضمین می‌کند که سرعت موتور به اندازه کافی بالا باقی بماند تا موتور در سرعت مدنظر کار کند و سرعت موتور وقتی قدرت کامل تقاضا می‌شود، بیش از حد بالا نرود.

گاورنر یک دستگاه مکانیکی ساده است که برای اولین بار در موتورهای بخار قرار داده شد. این دستگاه در موتور دیزلی همانطور که در نشان داده شده است، عمل می‌کند. موتورهای دیزلی مدرن از سیستم گاورنر الکترونیکی استفاده می‌کنند که نیازهای سیستم مکانیکی را شبیه‌سازی می‌کند.

گاورنر لکومتیو دیزل برای کنترل موتور
یک گاورنر سنتی موتور دیزلی. این گاورنر شامل یک شفت چرخان است که توسط موتور دیزلی به حرکت درمی‌آید. یک جفت وزنه (فلای‌ویت) به شفت متصل هستند و با چرخش شفت، آن‌ها نیز می‌چرخند. نیروی گریز از مرکز که به دلیل چرخش ایجاد می‌شود، باعث می‌شود که وزنه‌ها با افزایش سرعت شفت به سمت بیرون به حرکت درآیند. اگر سرعت شفت کاهش یابد، وزنه‌ها به سمت داخل حرکت می‌کنند. وزنه‌ها از طریق یک جفت بازو به بوش که دور شفت نصب شده است، متصل هستند. با حرکت وزنه‌ها به بیرون، بوش روی شفت بالا می‌رود. اگر وزنه‌ها به سمت داخل حرکت کنند، بوش به پایین شفت حرکت می‌کند. حرکت بوش برای کنترل اهرم ریل سوخت استفاده می‌شود که مقدار سوختی که از طریق انژکتورها به موتور ارسال می‌شود را تنظیم می‌کند. موتورهای مدرن از گاورنرهای الکترونیکی استفاده می‌کنند.

کنترل قدرت

در یک لکوموتیو دیزل-الکتریک، موتور دیزل نیروی مورد نیاز برای مبدل اصلی را تأمین می‌کند،و این مبدل، قدرت مورد نیاز برای ترکشن موتورها را فراهم می‌کند. اگر قدرت بیشتری از ترکشن موتورها بخواهیم، باید جریان بیشتری از مبدل بگیریم، در نتیجه موتور باید سریع‌تر کار کند تا این قدرت تولید شود. بنابراین برای دستیابی به عملکرد بهینه از لکوموتیو، باید کنترل موتور دیزل را به نیازهای قدرتی مبدل پیوند بزنیم.
در زمان استفاده از ژنراتورها، یک سیستم الکترومکانیکی پیچیده برای دستیابی به فیدبک لازم جهت تنظیم سرعت موتور براساس نیاز ژنراتور ایجاد شد.
هسته‌ی این سیستم یک رگولاتور بار بود، که اساساً یک مقاومت متغیر بود و برای تنظیم شدت میدان ژنراتور به‌کار می‌رفت تا خروجی آن با سرعت موتور همخوانی داشته باشد.
روند کنترل به صورت (ساده‌شده) به شرح زیر بود:

۱. راننده کنترل قدرت را به موقعیت حداکثر قدرت منتقل می‌کند.
۲. یک پیستون هوایی توسط کنترلگر فعال شده و یک اهرم را حرکت می‌دهد که یک کلید را برای تأمین ولتاژ کم به موتور رگولاتور بار می‌بندد.
۳. موتور رگولاتور بار مقاومت متغیر را برای افزایش شدت میدان ژنراتور اصلی و بنابراین خروجی آن، حرکت می‌دهد.
٤. بار روی موتور افزایش می‌یابد، در نتیجه سرعت آن کاهش می‌یابد و گاورنر کاهش سرعت را تشخیص می‌دهد.
٥. وزنه‌های گاورنر پایین می‌آیند و باعث فعال شدن سیستم ریل سوخت می‌شوند.
٦. ریل سوخت حرکت کرده تا سوخت بیشتری به انژکتورها فرستاده شود و بنابراین قدرت موتور افزایش یابد.
۷. اهرم (ذکر شده در مرحله ۲) برای کاهش فشار فنر گاورنر استفاده می‌شود.
۸. زمانی که موتور به تنظیمات جدید گاورنر و کنترل پاسخ داد، آن و ژنراتور قدرت بیشتری تولید خواهند کرد.
۹. در لکوموتیوهایی با مبدل، تنظیم بار به صورت الکترونیکی انجام می‌شود. سرعت موتور مانند سرعت‌سنج‌های مدرن با شمارش فرکانس دندانه‌های چرخ‌دنده رانده شده توسط موتور اندازه‌گیری می‌شود، که در این مورد، چرخ‌دنده موتور استارت است. کنترل الکتریکی تزریق سوخت نیز به عنوان یک بهبود دیگر در موتورهای مدرن پذیرفته شده است. گرمای بیش از حد می‌تواند با نظارت الکترونیکی دمای خنک‌کننده و تنظیم قدرت موتور به طور مناسب کنترل شود. فشار روغن نیز می‌تواند کنترل شده و برای تنظیم قدرت موتور به‌کار رود.

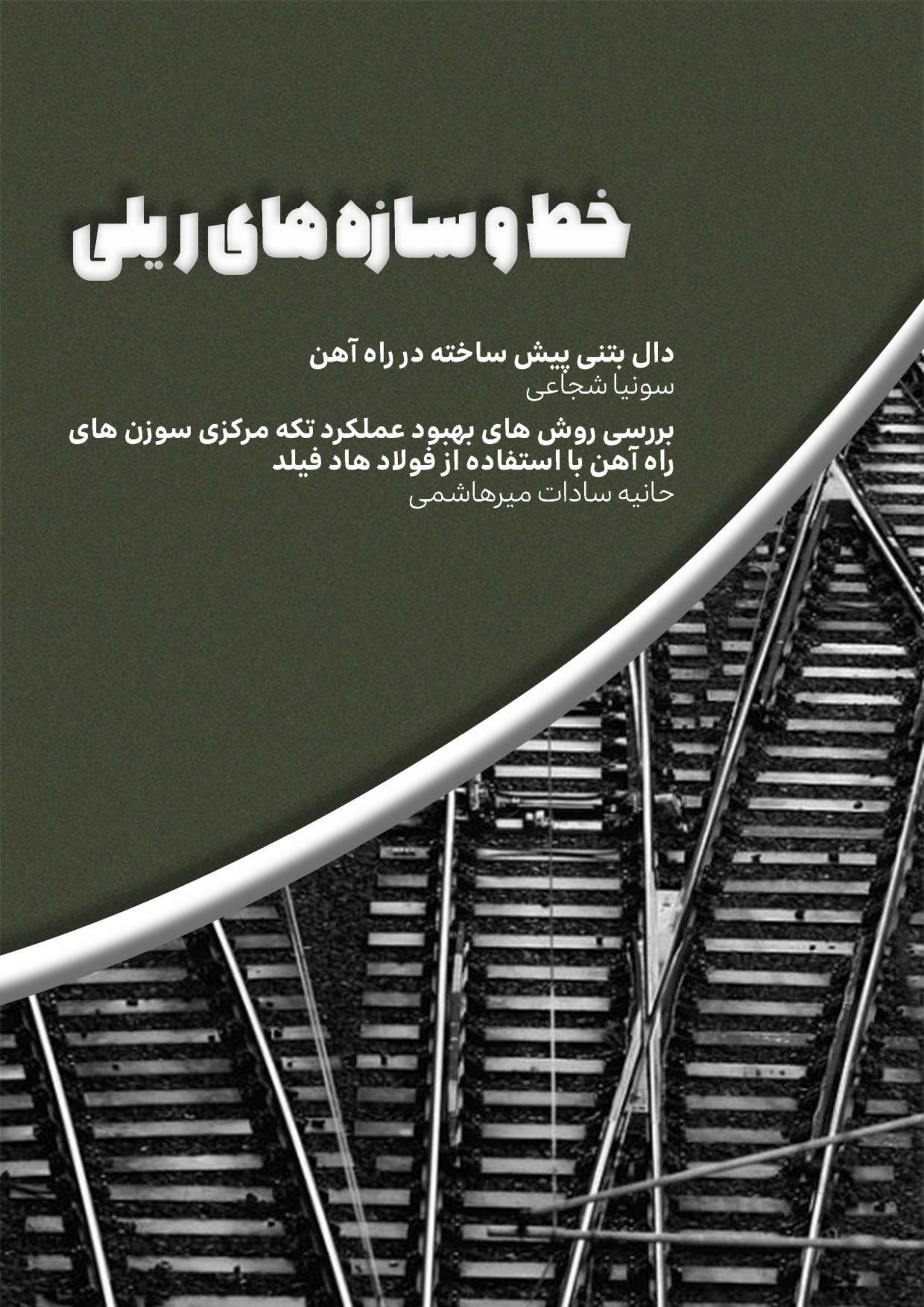
نتیجه

لوکوموتیوهای دیزل-الکتریک به دلیل ترکیب نیرو دیزل و سیستم‌های الکتریکی، توانسته‌اند در سیستم حمل‌ونقل ریلی نقش مهمی ایفا کنند. این لوکوموتیوها با بهره‌گیری از سیستم‌های مدیریت الکترونیکی، مانند گاورنرهای الکتریکی و مکانیکی، کنترل لغزش چرخ و سیستم‌های خنک‌کننده پیشرفته، به کارایی و عملکرد بهینه‌ای دست یافته‌اند. همچنین، استفاده از موتورهای AC در لوکوموتیوهای مدرن، ضمن کاهش هزینه‌های نگهداری، به افزایش دقت در کنترل و مدیریت نیروی تراکشن کمک کرده است. با به‌کارگیری تکنولوژی‌های جدید، لوکوموتیوهای دیزل-الکتریک به راه‌حلی پایدار و اقتصادی برای حمل‌ونقل ریلی تبدیل شده‌اند.
همچنین در این مقاله به بررسی لکومتیو های دیزلی قدیمی تر مانند دیزل های مکانیکی پرداخته شد.

خط و سازه های ریلی

دال بتنی پیش ساخته در راه آهن
سونیا شجاعی

بررسی روش های بهبود عملکرد تکه مرکزی سوزن های راه آهن با استفاده از فولاد هاد فیلد
حانیه سادات میرهاشمی



دال بتنی پیش ساخته در راه آهن

سونیا شجاعی
کارشناسی خط وسازه های ریلی

امیرحسین احمدوند
کارشناسی خط وسازه های ریلی

فاطمه زهرا نیکوزاد
کارشناسی خط وسازه های ریلی

علی حسین مظاهری
کارشناسی خط وسازه های ریلی

چکیده

از پارامتر های عمده تاثیر گذاردر طراحی خطو ط آهن می توان به مواردی چون کیفیت روسازی خصوصا در سرعت های بالا،هزینه های دوران بهره برداری شامل نگهداری و بازسا زی، زمان اجرا و سهولت اجاره اشاره کرد.
از دیدگاه های اقتصادی نیز با توجه به هزینه های دوران بهره برداری در مقایسه با هزینه های سرمایه گذاری، بسترهای بالا دستی جذابیت خود را درمقایسه با روسازی بتنی از دست می دهند.
اسلب تراک بتنی با توجه به شرایط اجرا خصوصا مسیر های روی زمین و مسیر های زیرزمین (تونل ها) یکی از مناسب ترین روش ها که از لحاظ هزینه و کیفیت اجرا و همچنین فراهم آوردن شرایط بهره برداری و تعمیر و نگهداری می باشد معرفی شده که از جمله روش های اجرای نصب اسلب تراک ایران می توان از روش اجرای روسازی بتنی با استفاده از قطعات پیش ساخته و پیش تنیده نام برد.

مقدمه

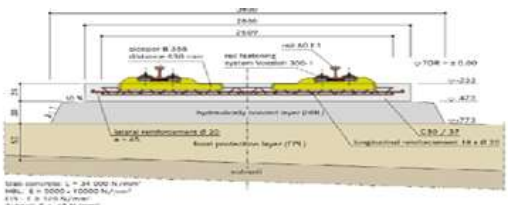
دال بتنی پیش ساخته به عنوان یک راه حل مدرن و کارآمد در پروژه های راه آهن استفاده می شود. این نوع دال ها به دلیل سرعت بالا در اجرا ، کاهش هزینه های نگهداری و عمر مفید طولانی ، به عنوان گزینه ای مناسب برای ساخت و نگهداری خطوط راه آهن مطرح هستند . در این مقاله به بررسی روش

اجرای دال بتنی پیش ساخته در راه آهن می پردازیم.
روسازي بتنی به عنوان یکی از بهترین روسازی هایی است که با توجه به سرعت و بار محوري براي راه آهن هاي امروزي تعریف میگردد و با توجه به نوع طراحی آن تقریبا تفاوت قابل توجهی از لحاظ اجرا و تعمیر و نگهداري با روسازي کلاسیک (بالاستی) دارد .

همانطور که امروزه در خطوط راه آهن دنیا مشاهده می شود خطوط راه آهن با توجه به روسازي آنها به دو دسته کلی تقسیم بندي می شوند که عبارتند از:
۱. روسازي خطوط کلاسیک
۲. روسازي خطوط مدرن یا اسلب ترک

باید توجه داشت که در هرصورت عملکرد اساسی رو سازي خطوط آهن ثابت است و همچنان که می دانیم عملکرد خطوط به صورت زیر تقسیم بندي می شود:
۱. انتقال بار از چرخ به زمین
۲. ثابت نگهداشتن عرض خط
۳. ثابت نگه داشتن خطوط در اثر نیرو هاي جانبی و طولی
٤. ثابت نگه داشتن تراز طولی و عرضی خط

و بطور کلی با توجه به اینکه امروزه بدلیل برخی از ویژهگیهاي اختصاصی روسازي بتنی مانند عمر زیاد و عدم نیاز به تعمیر و نگهداري مداوم و همچنین ثابت بودن مشخصات هندسی خط و بالابودن بار محوري و سرعت قطارها روي این روسازي بزودي در دنیا جایگزین روسازي کلاسیک خواهد شد و ضمنا بدلیل ضخامت کمتر روسازي می تواند در بهسازي تونلهاي قدیمی بیشترین کاربرد را داشته باشد.



روسازی کلاسیک

به طور کلی روسازي کلاسیک به همان روسازي خطوطی گفته می شود که در سراسر دنیا متداول است و اجزاي تشکیل دهنده آنها عبارتند از : روسازي راه آهن کلاسیک شامل ریل ، تراورس ، بالاست (و لایه زیر بالاست) صفحه زیر ریل و اتصالی و پابند می باشند.

روسازي خطوط مدرن یا خطوط بدون بالاست

خطوط بدون بالاست شامل انواع خطوط دال بتنی ،دال آسفالتی و یا بستر فولادي جانشین بالاست در خط می باشد که دال هاي بتنی یا به صورت پیش ساخته و یا در محل به طور پیوسته ریخته می شوند ولی در دال هاي آسفالتی معمولا به صورت متراکم و پیوسته اجرا می شوند ، بستر هاي فولادي عمدتا بر روي شاه تیر هاي پل هاي فلزي اجرا می شوند.

مزایا و معایب روسازي بتنی پیش ساخته

- کاهش ضخامت بستر که باعث کاهش حفاری در تونل ها و ایجاد صرفه اقتصادی می شود.
- نیاز کمتر به نگهداري و بازسازي
- افزایش عمر مفید سازه
- بیشتر بودن مقاومت برشی دال هاي بتنی در حرکت جانبی در برابر شتاب جانبی در پیچ‌ها در مقایسه با بستر بالاستی.
- حذف مشکل صدمه به ریل و چرخ ها به دلیل پرتاب ذرات بالاست در سرعت هاي بالا
- از بین رفتن مشکل پرشدگی بالاست با ریزدانه در مناطق کویري که منجر به شکستن تراورس ها می گردد.

اما در مقابل مزایاي فوق الذکر، باید به این نکته اشاره کرد که بستر با دال بتنی از گران ترین انواع بستر سازي می باشد. براساس تجربیات گذشته هزینهٔ سرمایه گذاري متوسط آن تقریباً سه برابر بستر بالاستی متعارف می‌باشد.

انواع روش هاي اجرایی اسلب ترك موجود در جهان

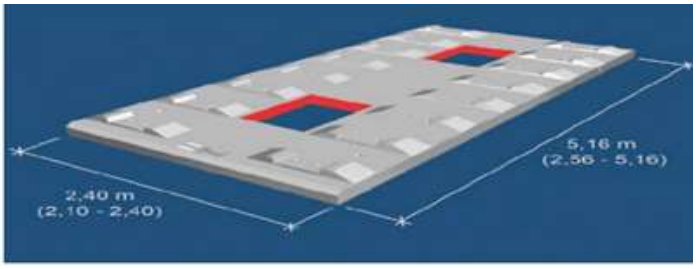
سیستم دال بتنی رهدا

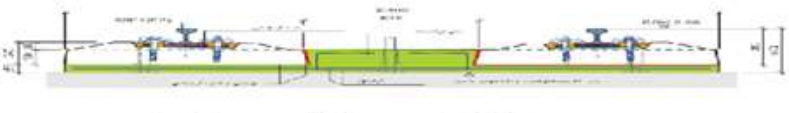
در این سیستم که شامل انواع رهدا ۲۰۰۰ ، رهدا سنگبرت، رهداي شهري می باشد عمدتا شامل لایه هاي زیر می باشد:

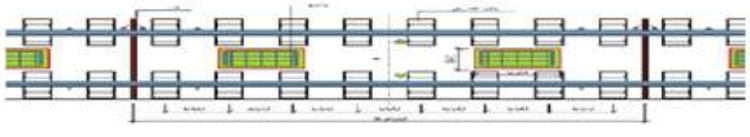
- لایه تکیه گاهی پیوسته بتن مصلح
- لایه پشتیبان متصل آسفالتی
- لایه اتصال هیدرولیکی
- لایه محافظ در برابر یخبندان

سیستم اسلب ترك بروش OBB- PRR

در این روش اغلب با دال هایی به ابعاد ۵,۱۶*۲,۴*.۱۶ ساخته می شوند و در داخل آن بازشوهاي مستطیلی در بالابه ابعاد ۹۱*٦٤ سانتی متر ایجاد می گردد که باتوجه به اجراي بتن مصلح در آن باعث درگیري بیشتر بتن دال با زیر سازي شده و از حرکات جانبی و افقی دال جلو گیري می نماید.







سیستم اسلب ترک بتنی غیر پیشتنیده

این سیستم داراي دال بتنی پیش ساخته بتن مصلح به ابعاد ۲۰*۲۰۰*۴۹۵ سانتی متر می باشد که بایک ملات آسفالتی سیمانی به ضخامت ۵ سانتی متر بین دال و بستر بتنی اجرا می شود و مهار عرضی و طولی دال بتنی پیش ساخته با قطعات بتنی که در فواصل ۵متر وبا قطر ۴۰سانتی متر و ارتفاع ۲۰سانتی متر نصب می گردد کنترل می شود.

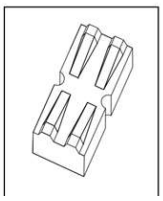
سیستم GE TRAC

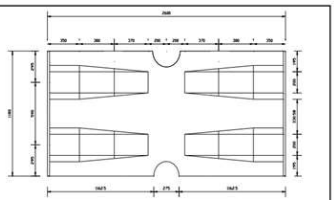
در این سیستم دولایه آسفالتی با دقت ۲میلی متر اجرا می شود و بعد یک نمد ۵میلیدمتري زیر تراورس هاي پیش تنیده اجرا می شود و بلوکرهاي مهاري بنام انکر بلت از حرکت جانبی تراورس ها جلوگیري می کند در این طرح از تراورس هاي پیش تنیده پهن با طول ۲,۴یا ۲,۶ متر استفاده می شود.

طراحی اسلب تراك بتنی پیشتنیده

در یک نمونه اسلب تراك بتنی پیشتنیده به صورت ذیل پیشنهاد میگردد که سعی شده علاوه بر سهولت در اجرا، شرایط ساخت قطعات اسلب تراك را در داخل کشور داشته باشد. که ابتدا ضمن ارائه مختصري درمورد طراحی این نوع اسلب تراك که براي خطوط راه آهن ایران پیشنهاد شده می پردازیم ودر نهایت چگونگی تولید واجراي آن را بیان می نماییم.

مشخصات هندسی قالب





همان طور که عنوان شد در طرح روسازي بتنی مسیر سعی بر آن بوده که کمترین تغییرات در تکنولوژي ساخت دال هاي بتنی اعمال شود. لذا براي جلوگیري از تغییر قالب و همچنین امکانات تولید این قطعات سعی شده است از قالب هاي تولید تراورس بتنی استفاده شود.

تحلیل سازه اي دال اسلب ترک

تحلیل سازة دال روسازي به منظور تعیین نیروهاي داخلی پدیدآمده در سازه در اثر نیروهاي وارده انجام گردیده است. با توجه به اینکه در دال روسازي از سیستم پیش تنیدگی جزئی استفاده شده است لذا تحلیل دال روسازي با استفاده از ۲مدل محاسباتی که در یکی پیش تنیدگی عرضی مدلسازي شده و در دیگري مجموعه دال روسازي، ریل و بستر زیرین تحت بارگذاري ناشی از حرکت قطار قرار گرفته است انجام شده است. نتایج تنش هاي پدیدآمده در دال روسازي از ترکیب تنش هاي ناشی از دو تحلیل فوق تعیین می گردد. در ادامه فرضیات، مراحل مدلسازي و نتایج تحلیل هاي انجام شده روي هر یک از مدل هاي صدرالذکر ارائه گردیده و کفایت دال روسازي تحت نیروهاي وارده بررسی شده است.

تحلیل پیش تنیدگی عرضی

ابعاد دال روسازي با توجه به ملاحظات مربوط به ابعاد و شکل هندسی قالب معادل ۲۵۹×۱۱۸سانتی متر انتخاب گردید. دال روسازي در جهت عرضی (در راستاي طول دال) با استفاده از دو گروه میلگرد ۸رشته اي پیش تنیده می گردد. قطر هر یک از میلگردها برابر ۷میلی متر مطابق با مشخصات فنی مذکور در شکل زیر می باشد. فاصله مرکز کشش هر گروه از میلگردهاي پیش تنیدگی از زیر دال برابر ۵/۹سانتی متر وفاصلهٔ پابندها در امتداد ریل بدون تغییر نسبت به قبل{فاصلهٔ تراورس}برابر ۶۰ سانتی متر انتخاب گردیده است.

فرایند تولید قطعات بتنی پیش تنیده

به طور کلی روش تولید این قطعات که عمدتاً به صورت پیش ساخته می باشد در کار خانه هاي تولید تراورس بتنی پیش تنیده تولید می گردد که برخی از موارد اصلی که باید در مراحل تولید مد نظر گرفته شود به شرح ذیل می باشد:

بتن

بتن با ید داراي مقاومت ۲۸روزه ۴۵۰کیلوگرم بر متر مربع روي نمونه هاي استوانه اي ۱۵سانتی متر در ۳۰سانتی متر باشد . مقاومت ۷روزه بتن حداقل ۸۰%مقاومت ۲۸روزه آن باشد.

میلگرد

با توجه به فاصله پابندها در امتداد ریل (۵۹سانتی متر)، محل کابل هاي پیش تنیدگی به صورت دو دسته کابل ۸رشته اي هر یک به قطر ۷میلی متر درمحل پابندها در نظر گرفته شد.

بتن ریزي و تراکم

تمیزکاري بتن اطراف و لبه هاي قالب باید بلافاصله پس از پرداخت سطح و یا همزمان با انجام آن صورت گیرد. مدت پرداخت سطح ۳۰ثانیه می باشد و مدت لرزاندن بستگی به بتن تهیه شده و مشخصات دستگاه لرزاننده دارد و از ٤۰ثانیه تا ۲دقیقه طول می‌کشد.

بخار دهی و عمل آوری بتن تراورس

هدف از بخار دهی و عمل آوري بتن ، کسب مقاومت در زمان کوتاه تر و بالابردن کیفیت مکانیکی و دوام بتن است. حد اکثر دماي نگهداري ٦۵ درجه سانتی گراد است و تحت هیچ شرایطی دما نباید بیشتر از ۷۵درجه باشد . علاوه بر این نرخ افزایش یا کاهش دما به ۲۰درجه سانتی گراد در ساعت محدود شده است. تونل هاي بخار باید کاملاً ایزوله و داري دماسنج دیجیتالی کالیبره باشند.

اعمال پیش تنیدگی

عملیات پیچ بازکنی به این صورت است که پس از اینکه تراورس هاى توليدي به مدت ۲ساعت بعد از پایان بخار دهی استراحت کردند، اگر مقاومت فشاري نمونه ها طبق دستور العمل حد اقل ٤۵۰کیلوگرم بر سانتی متر مربع شود پیش تنیدگی اعمال میگردد . در عملیات پیچ بازکنی ، پیچ هاي کششی و ثابت به وسیله آچار هاي مخصوص باز شده و قالب توسط لیفتراك به جلو رانده می شودو در کنار تخلیه کننده قرار می گیرد. بهتر است که در هنگام باز کردن پیچ هاي کششی کلیه پیچ ها بطور هماهنگ باز شوند ، زیرا باید تمام تنش ها یکسان پخش شوند تا تنش غیر یکنواخت در یک میلگرد باعث فشار نامناسب و احیاناً ترك نگردد.

تخلیه قالب - درپوش گذاري-انبار کردن تراورسها

نصب و اجراي روسازي با دال بتنی پیش ساخته

جهت نشان دادن مراحل مختلف اجرا به طور مختصر روش نصب قطعات و اجراي اسلب ترك در داخل تونل را تشريح می نماييم كه مراحل روش اجراي در نظر گرفته شده در ۵گام به شرح زير می باشد: پس از اجراي آبروهاي طرفين تونل مراحل كفسازي تونل تا رسيدن به زير لايه بتن مگر انجام می شود. كف تونل بايد با استفاده از مصالح ساب بيس تا رسيدن به تراز زير بتن مگر بالا آورده شود،مشخصات مصالح زير اساس بايد منطبق بر مشخصات زير اساس شيلی يا سنگی ارئه شده در نشريه ۱۰۱ مديريت و برنامه ريزي كشور باشد. كندن چاله محل نصب ميلگردهاي بولارد ونصب گروه آرماتورهاي بولارد در محل هاي تعيين شده (در فواصل ۱۸/امتري در امتداد محور تونل) . اجراي بتن مگر به ارتفاع ۲۰سانتی متر تا تراز زيرين دال هاي روسازي كه با دقت نهايی اجرا می گردد. دوغاب ريزي روي بتن مگر و آماده سازي بستر براي نصب دال هاي روسازي. هدف اصلی از اجراي اين دوغاب پر نمودن فضاي بين دال پيش ساخته و بتن زيرسازي بوده و باعث پخش تنش به صورت يكنواخت می گردد. لذا لازم است گيرش دوغاب پس از نصب دال انجام گيرد. مجموعه دال هاي روسازي و ريل كه در طول هاي ۱۲امتري به هم متصل شده اند در محل نصب شده , تنظيم شده و در موقعيت اصلی قرار می گيرند، سپس بتن ريزي بولاردها انجام می شود.

پیش بینی عمر سازه های دال بتنی پیش ساخته

گسترش روز افزون استفاده از روسازي دال خط راه آهن در خطوط ريلی درون و برون شهري، نياز به توسعه بررسی طول عمر روسازي دال خط راه آهن را بيش از پيش آشكار می سازد. يكی از روش هايی كه به منظور پيش بينی عمر روسازي بتنی راه مورد استفاده قرار می گيرد، مدل تخريب ناشی از فرسايش روش PCA می باشد. در اين مقاله، با ايجاد اصلاحاتی در روش PCA مورد استفاده براي روسازي بتنی راه، از اين روش براي پيش بينی عمر روسازي دال خط راه آهن با توجه به عامل تخريب فرسايش استفاده شده است. نتايج به دست آمده نشان داد كه افزايش ضخامت و سختی بستر دال خط منجر به افزايش عمر روسازي دال خط از منظر فرسايشی می گردد. همچنين قرارگيري شانه بتنی در اطراف روسازي دال خط منجر به افزايش متوسط ۲۶۰ درصدي عمر روسازي دال خط می گردد.
تغيير شكل ايجاد شده در دال بتنی تاثير مهمی بر تخريب قطعات دال بتنی ناشی از فرسايش دارد و عملا تنش هاي ايجاد شده در دال بتنی نقشی در فرسايش آن ايفا نمی كنند. بيشترين تغيير شكل در دال بتنی روسازي دال خط هنگامی اتفاق می افتد، كه چرخ محور ناوگان به محل درز عرضی نزديک تر گردد. بيشترين فرسايش در روسازي دال خط ايجاد می شود و عملا روش PCA براساس اين وضعيت، عمر روسازي دال خط را تخمين می زند.

تعیین مشخصات روسازي دال خط

از مشخصات روسازی در مدل تخريب فرسايش PCA، سه پارامتر تاثير گذار می باشند. ضخامت دال بتنی، مدول عكس العمل بستر دال بتنی و وضعيت قرارگيري شانه بتنی در اطراف روسازي از مشخصات مهمی هستند كه در مدل تخريب فرسايش PCA نقش ايفا می كنند. كليه اين پارامتر ها در تغيير شكل ايجاد شده در دال بتنی ناشی از بار ناوگان، تاثير مستقيم دارند.
همچنين پارامتر مدول عكس العمل بستر كه بر حسب نيرو بر واحد حجم می باشد، نشان دهنده سختی بستري است كه روسازي دال خط بر روي آن اجرا شده است. همچنين در صورتی كه روسازي دال خط در تونل هاي جفت اجرا شود، معمولا اطراف روسازي دال خط با مواد بتنی پركننده درگير می شود و عملا روسازي دال خط در اطراف خود داراي شانه بتنی می باشد. وجود شانه بتنی در اطراف روسازي دال خط منجر می شود تا حركات روسازي محدودتر گردد. در صورتی كه بنا به شرايط اجراي روسازي، هيچ گونه سازه اي در اطراف روسازي دال خط اجرا نگردد، روسازي دال خط بدون شانه بتنی فرض می شود.

معادل سازي بارگذاري راه آهن با بارگذاري راه

مهم ترين مرحله در اصلاح روش PCA به منظور سازگاري با روسازي دال خط راه آهن، معادل سازي بارگذاري راه آهن با بارگذاري روسازي راه می باشد. براساس ادبيات موضوع، اگر يک چرخ محور ناوگان بر روي يک تراورس (پابند) قرار گيرد، بار آن چرخ محور در راستاي طولی روسازي به صورت تقريبی بين سه تراورس كنار هم (سه پابند) تقسيم می شود. به اين ترتيب كه نيمی از بار چرخ محور به پابند زيرين و نيمی ديگر از آن ميان دو پابند سمت چپ و راست به طور مساوي (۰/۲۵) تقسيم می شود. با فرض اينكه فاصله مركز

به مرکز پابندها در راستاي طولی دال خط تقریبا ۶۰ سانتی متر باشد ، در این صورت مطابق با آنچه که در شکل ٤ نشان داده شده است، بار یک چرخ محور قطار در طول تقریبی ۱۲۰ وسیله نقلیه درنظر گرفته شده است. از سویی دیگر، چرخ محورهاي مرکب دومحوره طراحی روسازي بتنی راه، به صورت تقریبی در طولی معادل ۱۲۰ سانتی متر بار محوري خود را به دال بتنی منتقل می کنند. براساس روند مورد استفاده در تحلیل و طراحی روسازي بتنی راه، به منظور تعیین جابجایی دال بتنی ناشی از یک محور مرکب دومحوره، کل بار در طولی معادل ۱۲۰ سانتی متر توزیع می شود و توزیع بار تنها از طریق مساحت دو چرخ انجام نمی شود برهمین اساس می توان بیان کرد که چرخ محور قطار با بار محوري P معادل یک چرخ محور مرکب دومحوره وسیله نقلیه با بار محوري P می باشد

در این مرحله با توجه به مقادیر ضخامت دال خط، مدول عکس العمل بستر دال خط و وضعیت قرارگیري شانه بتنی در اطراف روسازي دال خط، و با کمک جدول ارائه شده PCA، مقدار عامل فرسایش تعیین می شود. با کمک جدول ۱و۲ به ترتیب عامل فرسایش براي دال خط داراي شانه بتنی و بدون شانه بتنی تعیین می شوند باید توجه داشت که عامل فرسایش، فقط به مقادیر ضخامت دال بتنی، مدول عکس العمل بستر دال خط و وجود و یا عدم وجود شانه بتنی در اطراف روسازي دال خط بستگی دارد. به بیانی دیگر، عامل فرسایش هیچ ارتباطی با مقدار بار محوري هر یک از گروه هاي بارگذاري ندارد.

عامل فرسایش برای دال خط های دارای شانه بتنی

ضخامت	مقادیر مدول عکس العمل بستر دال خط , (kN/m^3)					
دال , (cm)	۱۳۵۶۵	۲۷۱۳۰	۵۴۲۶۰	۸۱۳۹۰	۱۳۵۶۵۰	۱۸۹۹۱۰
۱۰/۱۶	۳/۴۹	۳/۳۹	۳/۳۲	۳/۲۹	۳/۲۶	۳/۲۴
۱۱/۴۳	۳/۳۹	۳/۲۸	۳/۱۹	۳/۱۶	۳/۱۲	۳/۰۹
۱۲/۷	۳/۳	۳/۱۸	۳/۰۹	۳/۰۵	۳	۲/۹۷
۱۳/۹۷	۳/۲۲	۳/۱	۳	۲/۹۵	۲/۹	۲/۸۶
۱۵/۲۴	۳/۱۵	۳/۰۲	۲/۹۲	۲/۸۷	۲/۸۱	۲/۷۷
۱۶/۵۱	۳/۰۸	۲/۹۶	۲/۸۵	۲/۷۹	۲/۷۳	۲/۶۸
۱۷/۷۸	۳/۰۲	۲/۹	۲/۷۸	۲/۷۲	۲/۶۶	۲/۶۱
۱۹/۰۵	۲/۹۷	۲/۸۴	۲/۷۲	۲/۶۶	۲/۵۹	۲/۵۴
۲۰/۳۲	۲/۹۲	۲/۷۹	۲/۶۷	۲/۶۱	۲/۵۳	۲/۴۸
۲۱/۵۹	۲/۸۸	۲/۷۴	۲/۶۲	۲/۵۵	۲/۴۸	۲/۴۳
۲۲/۸۶	۲/۸۳	۲/۷	۲/۵۷	۲/۵۱	۲/۴۳	۲/۳۸
۲۴/۱۳	۲/۷۹	۲/۶۵	۲/۵۳	۲/۴۶	۲/۳۸	۲/۳۳
۲۵/۴	۲/۷۵	۲/۶۱	۲/۴۹	۲/۴۲	۲/۳۴	۲/۲۸
۲۶/۶۷	۲/۷۲	۲/۵۸	۲/۴۵	۲/۳۸	۲/۳	۲/۲۴
۲۷/۹۴	۲/۶۸	۲/۵۴	۲/۴۱	۲/۳۴	۲/۲۶	۲/۲
۲۹/۲۱	۲/۶۵	۲/۵۱	۲/۳۸	۲/۳۱	۲/۲۲	۲/۱۶
۳۰/۴۸	۲/۶۲	۲/۴۸	۲/۳۴	۲/۲۷	۲/۱۹	۲/۱۳
۳۱/۷۵	۲/۵۹	۲/۴۵	۲/۳۱	۲/۲۴	۲/۱۵	۲/۱
۳۳/۰۲	۲/۵۶	۲/۴۲	۲/۲۸	۲/۲۱	۲/۱۲	۲/۰۶
۳۴/۲۹	۲/۵۳	۲/۳۹	۲/۲۵	۲/۱۸	۲/۰۹	۲/۰۳
۳۵/۵۶	۲/۵۱	۲/۳۶	۲/۲۳	۲/۱۵	۲/۰۶	۲

تعیین حداقل ضخامت روسازي دال خط راه آهن به كمك روش AASHTO

استفاده از روسازی دال خط راه آهن درون شهری و برون شهری بصورت روز افزون در حال گسترش می باشد. با اینحال تا کنون در آیین نامه های مختلف راه آهن در جهان ، روند مشخصی به منظور طراحی و تعیین ضخامت روسازی دال خط ارائه نشده است. در این پژوهش با ایجاد تغییراتی در روش آیین نامه ای آشتو که برای تعیین ضخامت دال بتنی روسازی های بتنی راه و فرودگاه کاربرد دارد. روندی به منظور تعیین ضخامت دال خط راه آهن ارائه گردیده است. نتایج بدست آمده نشان داد که با بستر ، منجر به کاهش ۱۰ درصدی ضخامت روسازی دال خط می شود.همچنین افزایش ترافیک عبوری از روی دال خط منجر به افزایش حداقل ضخامت مورد نیاز روسازی می گردد. افزایش دو و چهار برابری ترافیک به ترتیب منجر به افزایش ۱۲ و ۲۵ درصدی حداقل ضخامت مورد نیاز روسازی گردید . همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که با فرض ثابت بودن تمامی پارامتر ها و تنها با افزایش بار محوری قطار ، حداقل ضخامت مورد نیاز روسازی دال خط افزایش می یابد.

باتوجه به بررسي هاي انجام شده، حمل و نقل ريلي درمقايسه با ساير گزينه هاي حمل و نقل نظير حمل و نقل جاده اي و هوايي داراي مزاياي فراواني مانند صرفه هاي اقتصادي، آلودگي كمتر زيست محيطي و ايمني‌بالاتر می باشد(UIC, ۲۰۱۰).براساس آمار و اطلاعات ذكر شده در مراجع مختلف، بيش از ۸۰درصد خطوط راه آهن موجود در جهان خطوط بالاستي مي باشد. پايين بودن هزينه اجراي اين خطوط در مقايسه با ساير گزينه ها يكي از مهمترين دلايل استفاده انبوه ازخطوط بالاستي درجهان بوده است (Indraratna et al., ۲۰۰۶). با توجه به كاربرد وسيع روسازی بالاستي در خطوط راه آهن‌جهان، تحقيقات متعددي در زمينه چگونگی تحليل وطراحی خطوط بالاستی صورت گرفته است.

امروزه در بحث ساخت خطوط راه آهن جدید ، روسازی دال خط راه آهن در مقایسه با روسازي‌معمول بالاستي راه آهن به دلیل هزینه تعمیر نگهداری به مراتب پایین تر و پایداری بهتر سازه خط ، از محبوبیت بالایی برخوردار است. به دلیل جوان بودن تکنولوژی طراحی و ساخت روسازی های دال خط ، تحقیقات بسیار معدودي به ارائه روند تحلیل وطراحی این روسازی اشاره کرده اند.به بیانی دیگر تا کنون روشی مدون به منظورتحليل وطراحي روسازي دال‌خط راه آهن ارائه نشده است. تنها آیین نامه اي كه در زمينه طراحي خطوط دال‌خط راه آهن، نكاتی خلاصه را اشاره كرده است، آیین نامه راه آهن آمریکا (AREMA) می باشد. در آیین نامهAREMA توصیه شده است که روند طراحی روسازی دال‌خط راه آهن باید مشابه روند طراحی روسازی های بتنی راه و فرودگاه باشد . (AREMA, ۲۰۰۶) براساس‌همین توصیه، پژوهش های محدودی در زمینه طراحی روسازی دال خط راه آهن انجام شده و نتایج آن منتشر شده است.براساس تحقیقات انجام شده،بر روی۲بستر دال بتني در روسازی دال خط راه آهن باید از مقدار۱۲۰مگاپاسکال بیشتر باشد. با توجه به سختي نسبتا زیاد بستر دال بتنی درروسازی دال خط، لنگرخمشی بسیار ناچیزی درون دال بتنی ایجاد می شود و در نتیجه تنش های کششی ناچیزی ناشی از بار قطار در دال بتنی ایجاد می‌شود. در این وضعیت، دال بتنی نیازبه هیچگونه میلگرد خمشی تقویتی در بالا و پایین مقطع عرضی خود نداشته و صرفا نیاز است تا میلگردهای حرارتی در مرکز آن قرار گیرد. به بیانی دیگر ، ترک ها و خرابی های ایجاد شده در دال بتنی به دلیل تجاوز تنش های کششی ایجاد شده در دال بتنی از مقدار تنش مجاز کششی بتن نمی باشد . بر همین اساس می توان بیان داشت که معیار طراحی دال بتنی در روسازی دال خط راه آهن از نوع معیار های بهره برداری و شامل معیار هایی نظیر خستگی و فرسایش بتن می باشد.

وضعیت دال بتنی روسازی دال خط راه آهن در این حالت کاملا مشابه با وضعیت دال بتنی در روسازی راه و فرودگاه است. روش های آیین نامه ای AASHTO و PCA دو روش مهم در طراحی دال بتنی روسازی راه و فرودگاه براساس معیارهای بهره برداری (خستگی و فرسایش) می باشد.

علی رغم توصیه آیین‌نامه AREMA درخصوص طراحی روسازی دال خط راه آهن با کمک روش های طراحی روسازی بتنی راه و فرودگاه ، تاکنون در هیچ تحقیقی از روش آیین نامه AASHTO به منظور تعیین ضخامت دال بتنی روسازی دال خط استفاده نشده است .

در روش آشتو با توجه به ترکیب معیارهای خستگی و فرسایش دال بتنی ، ضخامت آن تعیین می شود . در این روش با توجه به پارامتر های مختلفی نظیر مدول الاستیسیته بتن ، مدول گسیختگی بتن ،ضریب انتقال بار ، ضریب زهکشی ، کارایی دال بتنی ، حجم ترافیک عبوری از روی دال بتنی و... ضخامت دال بتنی تعیین می گردد. به منظور کنترل معیار های بهره

برداری دال بتنی در روش آشتو ، از دو مدل تخریب ترک خوردگی ناشی از خستگی و مدول تخریب خوردگی و فرسایش استفاده می شود . پارامتر خستگی دال بتنی ارتباطی غیر مستقیم با میزان نسبت تنش ایجاد شده در دال بتنی دارد.
از سویی دیگر ، نسبت تنش ایجاد شده در دال بتنی با کمک تقسیم تنش خمشی موجود در دال بتنی به مدول گسیختگی بتن بدست می آید. خستگی ایجاد شده در دال بتنی ، می تواند دو نوع ترک عرضی و طولی در سازه دال ایجاد کند .
درصورتی که دال خط دارای عرض کمی باشد و ریل به لبه های کناری دال بتنی نزدیک باشد ، با عبور قطار از روی دال خط ، در کناره لبه دال بتنی ترک عرضی ایجاد می گردد. به بیانی دیگر عامل ایجاد ترک عرضی در لبه دال بتنی ، بارگذاری بر روی لبه کناری آن می باشد.
در صورتی که قطار از روی درزهای عرضی موجود در دال خط عبور کند ، ایجاد ترک طولی در سازه دال بتنی امری محتمل خواهد بود.
علاوه بر پارمتر خستگی ، معیارهای خردگی و فرسایش نیز در تعیین ضخامت دال بتنی به کمک روش آشتوو درنظر گرفته می شوند.
طبق گزارشات آشتو علت تخریب برخی از دال های بتنی روسازی صلب راه ، خردگی و فرسایش آن ها بوده است . میزان تغییر شکل ایجاد شده در دال بتنی در مقایسه با تنش ایجاد شده در آن ، نقش بسیار مهمی در فرسایش و خردگی دال بتنی ایفا می کند. هنگامی که بار یک چرخ محور نزدیک به درز عرضی (واقع در انتها یا ابتدای دال بتنی روسازی دال خط) باشد ، تغییر شکل بحرانی بیشتر در گوشه دال بتنی ایجاد می شود. در نتیجه رخ دادن پدیده خردگی و فرسایش دال بتنی در محل درزهای عرضی بسیار محتمل تر از رخ دادن آن در سایر نقاط می باشد.
مطابق با الگوریتم ارائه شده در زیر جزییات روند تعیین ضخامت دال بتنی در روسازی دال خط راه آهن به کمک روش AASHTO ارائه شده است.

الگوریتم تعیین ضخامت دال بتنی در روسازی دال خط راه آهن به کمک روش AASHO

نتیجه گیری

با توجه به جدید بودن اجراي طرح در کشور ما ایران طبعا در نقاط مختلف کشور باید مطابق شرایط محیط تغییراتی را اعمال نمود ولی روشی که در بالا ذکر گردید به لحاظ آن که تولید و عمل آوري در کار خانه انجام می شود و فقط عملیات نصب در محل باید اجرا گردد می تواند کیفیت مطلوبی را فراهم کند و همانگونه که در بالا توضیح داده شد نصب قطعات در فضاي آزاد می تواند راحت تر و با کیفیت بالاتري انجام شود و مهم ترین نکته که در این روش باید دقت کافی لحاظ گردد عملیات نقشه بر داري و راستاي ریل می باشد که باید مطابق پروفیل قبل از گروت ریزي قطعات تنظیم و ثابت گردند چراکه بعد از گروت ریزي امکان جابجایی قطعات وجود ندارد.

PARK 1
OPEN
24 HOURS
CONVENIENT
PARKING

بررسی روش های بهبود عملکرد تکه مرکزی سوزن های راه آهن با استفاده از فولاد هادفیلد

حانیه سادات میرهاشمی
کارشناسی خط و سازه های ریلی

چکیده

وجود درز و ناپیوستگی در خطوط ریلی همواره مشکلاتی را از لحاظ ایمنی و سهولت حمل و نقل به وجود آورده است به گونه ای که امکان افزایش سرعت عبور و مرور بر روی چنین خطوطی عملاً وجود نداردبالاترین توزیع خرابی های گزارش شده در خطوط راه آهن وابسته به سوزن ها است که به دلیل نیروهای تماسي و ضربه ای به هنگام تعویض مسیر ، فرسایش و خوردگي فراواني در آن ها بوجود مي آید که علاوه بر تحمیل هزینه های تعویض، به قسمت های دیگر واگن ها نیز آسیب وارد کرده و خسارات را دوچندان مي کند. برای جلو گیری از بروز حوادث و خرابی ها انتخاب نوع فولاد تکه مرکزی و اتصال آن به ریل بسیار مهم می باشد . همچنین باید مقاومت سطح سوزن افزایش پیدا کند که روش های مختلفی برای سخت کاری آن وجود دارد. در این مقاله به بررسی خواص فولاد پر منگنز یا هادفیلد و روش های سخت کاری و اتصال آن به ریل پرداخته شده است.

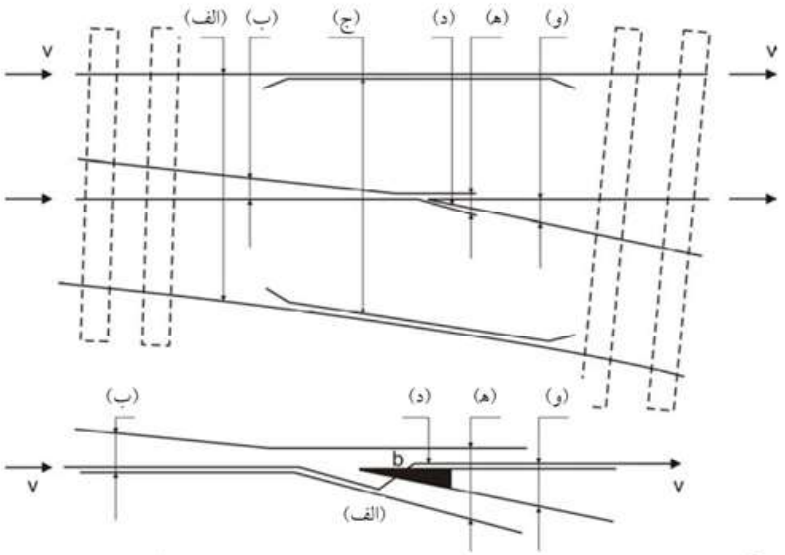
مقدمه

توزیع خرابی های گزارش شده در خطوط راه آهن وابسته به سوزن ها است. علل اصلی این خرابی ها را می توان در نیروهای تماس چرخ-ریل ، خزش در تیغه سوزن به علت تغییرات در پروفیل ریل و عدم پیوستگی در پروفیل ریل درگذر از ریل بال و نیشدلی که سبب برخورد نیروهای شدید می شود، جستجو کرد. نرخ خسارت مخصوصاً سایش در برخی از محورهای ایران به حدی بالا است که سوزن ها در عرض کمتر از دو ماه کارایی خود را از دست می دهند و با هزینه بالا تعویض می شوند.

تکه مرکزي مهم ترین و حساس ترین قطعه در مجموعه سوزن هاي ریلی است که نقش آن هدایت ناوگان در مسیر انشعابی است. به دلیل این حساسیت های بالا باید از ماده‌ای برای ساخت تکه مرکزی استفاده کنند که در برابر فشار و سایش مقاوم باشد. فولاد هادفیلد (پرمنگنز) مقاومت بسیار بالایی را از خود در برابر ساییدگی و بارهای سنگین نشان می‌دهد.

با توجه به ویژگی هاي متالوژیکی و مکانیکی تکه مرکزي یکپارچه که در طی فرایند تولید و عملیات حرارتی ایجاد می‌شود، انتخاب تکنولوژي و فرایند اتصال آن به ریل ها که عمدتا از جنس فولاد کربنی با ریز ساختار پرلیتی هستند، براي دستیابی به مشخصه هاي مدنظر، جهت عملکرد مطلوب آن در چرخه عمر، بسیار مهم است. مقاومت به سایش و استحکام فولاد هادفیلد در مراحل اولیه عمر کاری سوزن ریل پایین است.

به دلیل اینکه کارسختي کاملا اعمال نشده است، سخت کاری اولیه باید روی سطح، مخصوصا روی دماغه سوزن ریل اعمال شود تا سبب افزایش مقاومت به سایش و مقاومت به تغییر شکل شود. تکنیك های سخت کاری اولیه سطحي شامل شات بلاست، نورد، فورجکاری چکشي و انفجار است. درپژوهش حاضر به بررسی اتصال تکه مرکزی به ریل فولادی که از نوع اتصال غیرهمجنس است و روش‌های سخت کاری آن توجه ویژه شده است.



دو راهه خط آهن: الف) ریلهای اصلی، ب) ریلهای انشعاب، ج) ریلهای محافظ، د) تکه مرکزی، ه) ریلهای بالدار، و) ریلهای دماغه. ورود و خروج یک چرخ و محور که از مسیر مستقیم سوزن عبور می‌کند، با پیکانهایی نشان داده شده است. مسیر چرخ عبوری از دوراهه در نمای نزدیک شکل نشان داده شده است. چرخ ریل بالدار را در نقطه a ترک می‌کند و در نقطهb به دماغه وارد می‌شود.

فولاد هادفیلد

فولاد هادفیلد (به انگلیسی Hadfield steel) که با نام‌های فولاد منگنز (manganese steel) و منگالوی (Mangalloy) هم شناخته می‌شود آلیاژی ترکیب شده از فولاد کربنی و عنصر منگنز است. حاصل این آلیاژ، افزایش خواصی مانند سختی، چقرمگی، مقاومت در برابر سایش و مقاومت در برابر ضربه می‌باشد. فولاد هادفیلد آلیاژی ترکیب شده از فولاد کربنی و منگنز است که ۱۲ الی ۱۴ درصد آن را منگنز و حدود ۱ الی ۱٫۴ درصد آن را کربن تشکیل داده است. این میزان بالای منگنز که خاصیت‌های منحصر به فردی را در آن به وجود آورده است باعث شده تا این فولاد به فولاد منگنز هم معروف باشد. سطح قطعه پس از قرار گرفتن در معرض ضربه یا تغییر شکل سرد ،به سرعت سخت می شود. در حالی که لایه زیرین سطح هنوز حالت و خواص مکانیکی اولیه و ویژگی نرم بودن خود را حفظ میکند. چنین ویژگی هایی، کاربرد این گونه مواد را در صنعت دوچندان کرده است.

ویژگی‌های فولاد منگنز

چقرمگی فولاد هادفیلد چقرمگی فوق‌العاده‌ای را از خود نشان می‌دهد که آن را قادر به تحمل ضربه‌های سنگین می‌کند. این ویژگی باعث شده تا از این فولاد در تجهیزات معدن و اجزای راه آهن استفاده شود.

سردکاری یکی از منحصر به فردترین خواص فولاد منگنزی این است که در برابر ضربه یا فشارهای سنگین سخت می‌شود. این قابلیت به این صورت است که این فولاد حین قرار گرفتن زیر ضربه و فشار شدید دچار تغییر فاز شده و سختی و استحکامش افزایش می‌یابد. این توانایی باعث شده تا این فولاد برای استفاده در قطعاتی که زیر فشار شدید قرار می‌گیرند مناسب شود.

مقاومت در برابر سایش وجود مقدار زیادی از منگنز در فولاد هادفیلد باعث شده تا این فولاد در برابر سایش مقاومت خوبی داشته باشد.

جوش‌پذیری فولاد هادفیلد با اینکه میزان منگنز زیادی دارد اما جوش‌پذیری خوبی را از خود نشان می‌دهد. این موضوع باعث شده تا قطعاتی که از این فولاد می‌باشند امکان تعمیر و ترکیب با قطعات دیگر را داشته باشند. اما با این حال لازم است اقداماتی احتیاطی برای جلوگیری از ایجاد ترک در طول جوشکاری انجام شود.

بر اساس استاندارد UIC ۱۶۹۲/۹۶، تکه مرکزی مورد استفاده در خطوط ریلی بایستی به روش جوشکاری به ریل زبانه و ریل خط متصل شود.با توجه به اینکه در دماهای بالاتر از ۲۵۰ درجه سانتیگراد در ریز ساختار این قطعه کاربیدهای مرز دانه ای ایجاد می شود جوشکاری این قطعه نیازمند تمهیدات و تجهیزات ویژه ای است. همچنین در سمت دیگر این اتصال (جوش)، ریل از جنس فولاد کربنی R۲۶۰ با ساختار کاملاً پرلیتی است که جوشکاری آن بایستی با استفاده از عملیات پیش گرم و در دمای بالا انجام گیرد. با توجه به اینکه جنس قطعات کاملاً متفاوت است، این اتصال در دسته بندی جوشکاری غیر همجنس می باشد.

عنصر	کربن	سیلسیم	منگنز	فسفر	گوگرد
فولاد هادفیلد	۱٫۰۵٪	۰٫۰۵۹٪	۱۲٫۱٪	۰٫۰۳۳٪	۰٫۰۰۹٪
فولاد ریل R260	۰٫۷۱٪	۰٫۰۴۵٪	۱٫۱٪	۰٫۰۲٪	-

آنالیز شیمیایی فولاد هادفیلد و ریل R۲۶۰

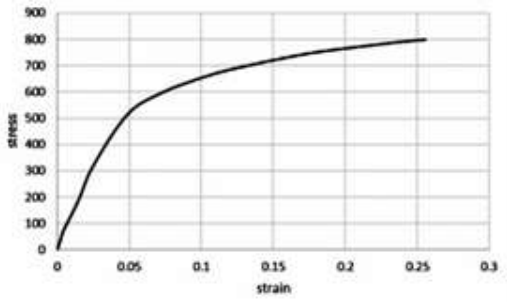
اتصال ریل به ریل

از روش های رایجی که در اتصال ریل به ریل در احداث شبکه ریلی پیوسته (CWR) استفاده می شود، می توان به روش جوشکاری ترمیت، جوشکاری گاز فشاری ،جوشکاری شیار باریک و جوشکاری فلش بات اشاره کرد. هنگام جوشکاری فولادهای پرمنگنز، دما همواره بایستی زیر ۳۰۰ درجه سانتیگراد نگه داشته شود تا از رسوب کاربید که موجب ترد شدن فولاد هادفیلد هنگام جوشکاری می شود، جلوگیری گردد. از اینرو دما در محدوده ۱۲ میلیمتری از حوالی منطقه جوش نباید از ۲۵۰ درجه سانتیگراد فراتر رود. روش های جوشکاری ترمیت و گاز فشاری به دلیل عدم امکان جلوگیری از افزایش دمای تکه مرکزی به بالاتر از دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد عملاً قابل استفاده نمی باشند.
این نکته مشهود است که با سریع تر شدن فرایند خنک کاری در جوشکاری، تشکیل کاربید کاهش می یابد؛ با این وجود از طرفی دیگر بر روی کیفیت جوش می تواند اثری معکوس داشته باشد. همچنین با افزایش سرعت خنک کاری فولاد در نزدیکی خط جوش، ساختار مارتنزیتی در خط ذوب به وجود می آید

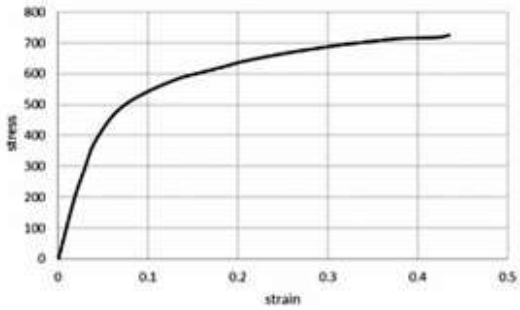
با توجه به اینکه فاز مارتنزیت ترد است، انعطاف پذیری قطعه کاهش می یابد و از این رو بایستی تنش زدایی شود. با توجه به مطالب ذکر شده، ترک سرد و حضور فازهای ترد در ناحیه متأثر از حرارت، از مهم ترین چالش های پیش رو در فرایند جوشکاری این نوع قطعات می باشند .

جوشکاری فلش بات یک نوع جوشکاری مقاومتی است که کنترل دما و همچنین کاهش منطقه متأثر از حرارت را امکان پذیر می سازد. در این روش از جوشکاری برای حل مشکل عدم جوش پذیری دو قطعه از یک قطعه واسط از جنس فولاد زنگ نزن استفاده می شود که قابلیت جوشکاری به هر دو قطعه از جنس فولاد پرمنگنز و فولاد ریل R۲۶۰ را دارد. در این عملیات، قطعه واسطی از جنس فولاد زنگ نزن کم کربن استفاده می شود.

در حال حاضر روش فوق به عنوان تنها روش استانداردی است که در صنعت ریلی برای اتصال غیر همجنس قطعه تکه مرکزی از جنس فولاد هادفیلد به قطعه ریل از جنس فولاد R۲۶۰ استفاده می شود.



منحنی تنش کرنش فولاد کوینچ شده در آب خالص



منحنی تنش کرنش فولاد کوینچ شده در محلول نمک

فیکسچر و پیکربندی فرایند جوشکاری تکه مرکزی از جنس فولاد هادفیلد

فرآیند سرد کردن

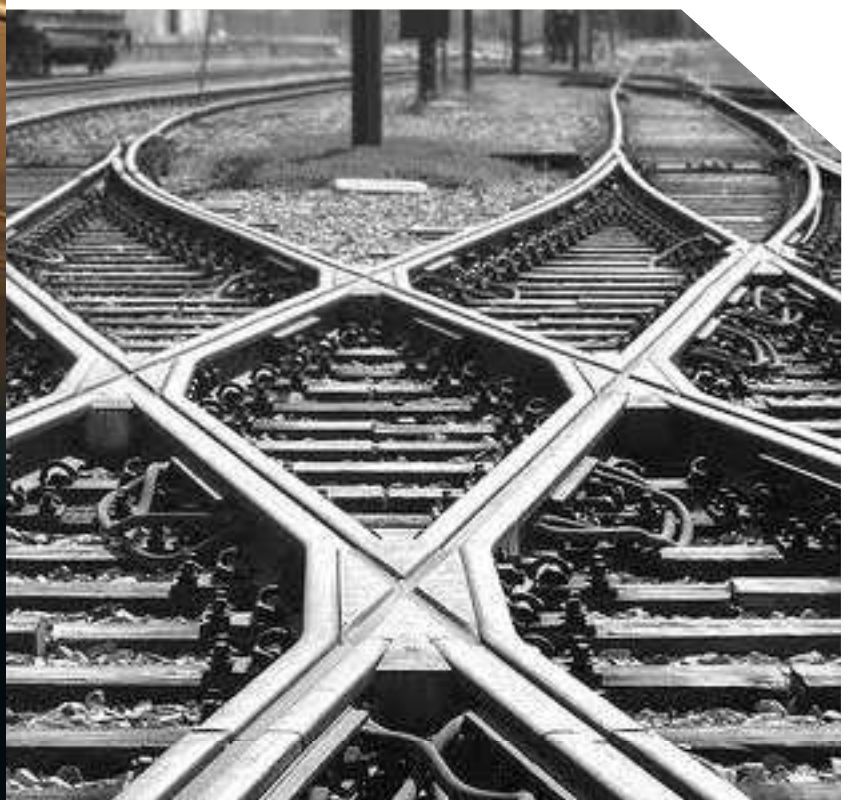
اثر سرعت سرد کردن بر ریزساختار، خواص مکانیکی و رفتار خستگی یک فولاد هادفیلد بسیار مهم می باشد. برای این کار مقایسه ای بین آب خالص و آب نمک انجام شده است. ابتدا فولاد تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد حرارت دیده و سپس در آب خالص و حمام نمک سرد شده است تا تاثیر سرعت خنک کاری در رفتار مکانیکی این فولاد مورد بررسی قرار گیرد. نتایج نشان داده است که سرد کردن سریع تر در حمام نمک منجر به ریزساختاری با مقدار کمتری کاربید در مقایسه با سرد کردن در آب شده است. نمونه سرد شده در حمام نمک نرمی و شکل پذیری بیشتر ولی استحکام و سختی کم تری نسبت به نمونه سرد شده در آب نشان داد. تنش در قطعه تکه مرکزی که در آب سرد شده است بیشتر از تنش در قطعه تکه مرکزی سرد شده در محلول نمک می باشد. همچنین نتایج تحلیل خستگی نشان می دهد، عمر خستگی فولاد سرد شده در آب خالص کمتر از عمر خستگی فولاد سرد شده در محلول نمک می باشد.

فرآیند سخت کاری

برای جلوگیری از تغییرشکل های پلاستیك و خوردگي تحت بارهای ضربه ای و سیکلي، باید مقاومت سطح سوزن افزایش پیدا کند. طبق استانداردهای موجود، سختي سطح ریل راه آهن به ویژه در محل سوزن های مربوطه باید به طور متوسط بین۳۲۰-۳۹۰HB باشد. مقاومت به سایش و استحکام فولاد هادفیلد در مراحل اولیه عمر کاری سوزن ریل پایین است. به دلیل اینکه کارسختي کاملا اعمال نشده است، بنابراین سخت کاری اولیه باید روی سطح، مخصوصا روی دماغه سوزن ریل اعمال شود تا سبب افزایش مقاومت به سایش و مقاومت بده تغییر شکل شود. تکنیك های سخت کاری اولیه سطحي شامل شات بلاست، نورد، فورجکاری چکشي و انفجار است. لایه سخت کاری شده از شات بلاست یا نورد و یا فورجکاری چکشي نازک است (در حد چند میکدرون) و برای افزایش عمر کاری سوزن ریل کافي نیست؛ بنابراین بهترین روش برای سخت کاری فولاد به کارگرفته شده در سوزن ریل، سخت کاری انفجاری است که دارای عمق سختي بالاتر مي باشد. از انرژی انفجار برای سخت شدن و تمیز کردن سطوح قطعات فلزی، شکل دهي و هم چنین جوشکاری انفجاری به طور گسترده استفاده میگردد. امروزه با افزایش نیاز به خدمات، در موارد خاص سخت شدن انفجاری تقریبا تنها راه حل است. بنابراین، علي رغم برخي ویژگي های منفي سخت کاری انفجاری، مشکل افزایش عمر سوزن راه آهن آنقدر ضروری است که شرکت های راه آهن از این روش (سخت کاری انفجاری) برای این منظور استفاده میکنند. سخت شدن انفجاری سوزن های راه آهن ساخته شده از فولاد هادفیلد، یك تکنولوژی رایج در دنیا است که به افزایش سختي سطحي و زیرسطحي سوزن کمك میکند. این افزایش سختي باعث بهبود مقاومت به سایش سطوح در سوزن های راه آهن و کاهش هزینه های تعمیر و نگه داری آن ها مي شود. مطالعات نشان مي دهد که افزایش ضخامت ورق های انفجاری یا افزایش تعداد دفعات انفجار سبب افزایش سختي سطح سوزن ریل مي شوند. سختي سطح سوزني که سخت کاری نشده است، در حدود۲۰۰HB است. سوزن های سخت نشده به سرعت در مدت زمان بسیار کمي پس از استفاده دچار سایش شده و در حدود ۳ میلیمتر خورده مي شوند. سخت شدن انفجاری سطوح سوزن ها قبل از جای گذاری در مسیر ریل باعث افزایش سختي به ۴۰۰HB مي شود. سخت کاری انفجاری، سختي زیر سطحي سوزن را تا عمق ۲۰میلیمتر افزایش مي دهد. مقدار ضخامت صفحات انفجاری ورقه مربوط به ریل راه آهن که بهترین نتیجه در میزان افزایش سختي را دارا است، برابر ۷-۵میلي متر می باشد. همچنین ضخامت ٤میلي متر یك ضخامت بحراني برای صفحه منفجره بوده که از این ضخامت به بالاتر، سختي های اندازه گیری شده افزایش چشمگیری خواهند داشت.

نتیجه گیری

وجود درز و ناپیوستگی در خطوط ریلی همواره مشکلاتی را از لحاظ ایمنی و سهولت حمل و نقل به وجود آورده است به گونه ای که امکان افزایش سرعت عبور و مرور بر روی چنین خطوطی عملاً وجود ندارد. اغلب سوانح ریلی در محدوده سوزن که محل تغییر مسیر قطار از یک خط به خط دیگری است، رخ می دهد. این امر اهمیت تقویت این بخش را به خوبی بیان می کند . در این تحقیق ، به بررسی روش های بهبود عملکرد تکه مرکزی سوزن های راه آهن با استفاده از فولاد هادفیلد اشاره شد . بخش تکه مرکزی که مهم ترین قسمت سوزن است باید از فولاد هادفیلد ساخته شود . اما در این فرآیند نکاتی قابل توجه است از جمله نحوه اتصال آن به ریل با فولاد R۲٦۰ ، فرآیند سرد کاری فولاد و همچنین سخت کاری آن . با توجه به نتایج بررسی های مختلف به این نتیجه می رسیم که باید از جوشکاری به روش فلش بات استفاده کنیم . همچنین فرآیند سرد کردن فولاد در آب نمک عمر خستگی بیشتر و تنش کمتری نسبت به آب خالص داشت. در آخر برای برای جلوگیری از تغییرشکل های پلاستیك و خوردگي بایستی از فرآیند سخت کاری به روش انفجاری که سختی به اندازه ٤۰۰HB به ما می دهد استفاده کرد.



حمل و نقل ریلی

یکپارچگی در شبکه حمل و نقل عمومی

یکپارچگی در شبکه حمل و نقل عمومی

نیلوفر کریمی

کارشناسی ارشد حمل و نقل ریلی

ماهان مهدوی نیا

کارشناسی خط و سازه های ریلی

چکیده

شهرها از دو عضو جدایی ناپذیر کاربری زمین و حمل و نقل به وجود آمده اند، کاربران برای دستیابی به کاربری های زمین و انجام فعالیت های روزانه و ضروری خود به شبکه های حمل و نقل وابسته هستند. در نتیجه برای افزایش رفاه در شهرها و سهول دستیابی مسافران به مقاصد سفر خود، علاوه بر چیدمان صحیح کاربری های زمین در پهنه ی شهر، نیازمند عملکرد صحیح شبکه ی حمل و نقل عمومی جهت جابه جایی ترافیک در طول مسیرهای شبکه ی حمل و نقلی میباشد. یکی از عواملی که دستیابی به این مقصود را آسان کرده و در استفاده از شبکه های حمل و نقل عمومی تاثیر بسزایی را دارا میباشد، یکپارچگی شبکه ی حمل و نقل به طور سراسری است، به این معنا که پیوستگی در شبکه ی حمل و نقل و ایجاد یکپارچگی در ابعاد مختلف، با ارتقای سطح خدمات و ایجاد سهولت در جابه جایی و دسترسی به کاربری های زمین موجب ارتقای سطح رضایت کاربران و به طور دراز مدت موجب رشد سرانه ی استفاده از حمل و نقل عمومی میگردد. از همین رو با توجه به اهمیت یکپارچگی در شبکه های حمل و نقل عمومی، این مقاله به تشریح مفهوم یکپارچگی و ابعاد مختلف آن در شبکه های حمل و نقل عمومی با محوریت حمل و نقل ریلی به عنوان قلب اتصال گونه های متفاوت حمل و نقل عمومی میپردازد.

مقدمه

در طول دهه های اخیر جمعیت در شهرها به طرز چشم گیری افزایش یافته و به طبع آن فعالیت جوامع و نیاز به جابه جایی سریع و موثر در طول شهر بیشتر احساس میشود. همین نیاز به جابه جایی سریع با کمترین اتلاف وقت موجب شد که سرانه ی استفاده از حمل و نقل شخصی و خودرو های شخصی افزایش یابد، چرا که این گونه ی حمل و نقلی با ایجاد دسترسی درب به درب میتوانست به صورت سریع و کارآمد و صرف کمترین میزان اتلاف وقت جهت دستیابی برعکس دیگر رقیبان خود در حمل و نقل عمومی، کاربران را در طول مسیر جابه جا کند. اما این گونه ی حمل و نقل در کنار مزایا، معایبی را همچون ایجاد گازهای گلخانه ای، ایجاد ترافیک های سنگین در طول خیابان ها، نیاز به پارکینگ در تمامی نقاط شهر و... دارا میباشد که متخصصان حوزه ی حمل و نقل را به ارائه ی راهکارهای موثر وادار نمود [۱].

درحالی که بخشی از پژوهشگران معتقدند که باید بر روی ارتقای خودروهای شخصی تمرکز نمود و سعی کرد که آلودگی منتشر شده از آنان را کنترل کرد و یا جهت ارتقای سطوح سرویس دهی در خیابان ها اقدام کرد، برخی دیگر از پژوهشگران معتقدند هستند که در کنار تولید خودروهای سازگار با محیط زیست نیاز است که اقدامات دیگری در بخش هاس مختلف مدیریتی و بهره برداری و حتی طرح ریزی های پیش از احداث و بهره برداری انجام شود که در نهایت منجر به کاهش سطح ترافیک در خیابان ها و آلودگی های زیست محیطی شود؛ چراکه در طولانی مدت احداث راه های بیشتر در شهرها پاسخگوی حجم ترافیک در آن ها نخواهد بود و از طرفی سطح زمین یک منبع تمام شدنی میباشد در نتیجه در آینده ای نه چندان دور به حداکثر ظرفیت خود جهت ایجاد مسیر برای عبور وسایل نقلیه خواهد رسید [۲].

با توجه به عوامل مطرح شده، راهکارهای دیگری در راستای طرح ریزی و مدیریت در سطوح مختلف حمل و نقل در شهرها نیاز است که بتوان با استفاده ی حداقلی از منابع موجود در سطح زمین، به ارائه ی حداکثری خدمات جهت جابه جایی مسافری در طول شبکه ی حمل و نقل و برآورده کردن عرضه ی متناسب با تقاضا دست یافت. یکی از این راهکارهای موثر که به عنوان زیرمجموعه ای از طرح توسعه ی حمل و نقل محور (TOD)، مورد توج`ه پژوهشگران و مدیران شهری قرار گرفته است، ایجاد یکپارچگی در تمامی ابعاد شبکه ی حمل و نقل عمومی میباشد که این پژوهش به تشریح مفاهیم و ابعاد مختلف یکپارچگی می پردازد.

یکپارچگی

یکپارچگی در شبکه حمل و نقل به معنای هماهنگی و اتصال موثر بین اجزا و زیرساخت‌های مختلف این شبکه است که هدف آن ایجاد یک سیستم جامع و منسجم برای تسهیل جابجایی افراد و کالاها با حداکثر کارایی و کمترین هزینه و زمان است. هر روش حمل و نقل در سیستم باید ظرفیت خود را برای پاسخگویی به تقاضای خاص که در مجموع تقاضا برای همه شیوه های حمل و نقل در سیستم مشاهده می شود، توسعه دهد. به این ترتیب سیستم های حمل و نقلی به جای رقابت با یکدیگر، مکمل یکدیگر خواهند بود [۳].

حمل و نقل یکپارچه شامل ترکیب روش های مختلف حمل و نقل برای به حداکثر رساندن سهولت و کارایی برای کاربر از نظر زمان، هزینه، ایمنی، دسترسی و راحتی است. روش های مختلف حمل و نقل دارای قابلیت های فنی و عملیاتی متفاوتی هستند.این مفهوم شامل ارتباطات مناسب بین انواع مختلف حمل و نقل (مانند حمل و نقل زمینی، هوایی، دریایی و ریلی)، دسترسی آسان به امکانات و خدمات، هماهنگی در زمان‌بندی، تبادل اطلاعات در لحظه و امکان استفاده از سیستم‌های مختلف حمل و نقل به صورت ترکیبی و یکپارچه است. در نتیجه برای دستیابی به یکپارچگی باید شبکه را به از سه منظر برنامه ریزی، زیرساخت و عملیات یکپارچه بررسی کرد. هریک از این بخش ها خود میتوانند به چند زیربخش متفاوت در هنگام ارزیابی شبکه تقسیم شوند[۲].

۱. برنامه ریزی یکپارچه

یکی از چالش های اصلی در یکپارچه سازی سیستم ها، هماهنگی آژانس های مختلف مسئول برای حالت های مختلف حمل و نقل است که برخی از آنها به صورت خصوصی اداره می شوند. برنامه ریزی هماهنگ، مبادله آسان را هم از نظر نزدیکی و هم از نظر زمان تضمین می کند که منجر به سفرهایی با حداقل اختلال می شود. این همچنین از نظر ارائه اطلاعات سرویس در زمان واقعی مهم است و به کاربران اجازه می دهد تا در پاسخ به شرایط زیرساختی در حال تغییر، مانند تاخیر قطار یا لغو پرواز، تصمیمات آگاهانه بگیرند [٤].

۲. زیرساخت های یکپارچه

حالت های حمل و نقل باید به طور یکپارچه متصل شوند تا راحت ترین و با کیفیت ترین تجربه سفر را فراهم کنند. مبادلات باید از اتصالات فیزیکی یکپارچه بین تأسیسات و ایستگاه‌های پارک و سواری، بین مسیرهای دوچرخه‌سواری و ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی، و ایستگاه‌های حمل‌ونقل با محوطه‌های خرده‌فروشی و تجاری اطمینان حاصل کنند [٤].

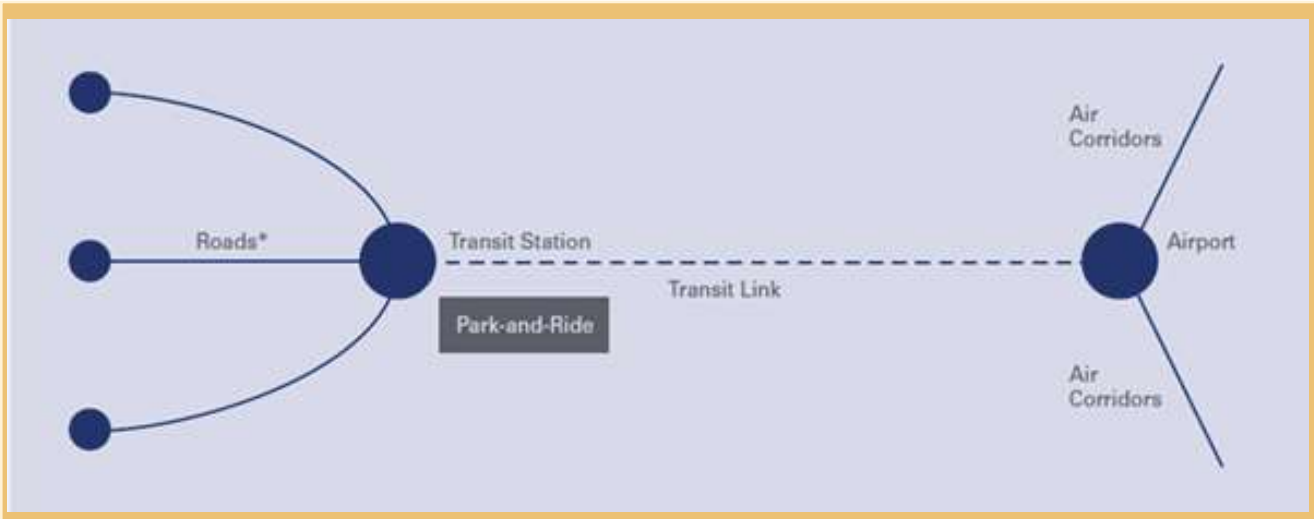
۳. عملیات یکپارچه

این امر شامل هماهنگی زیرساخت ها و برنامه ریزی، برای اطمینان از اتصال یکپارچه بین، به عنوان مثال اتوبوس به اتوبوس، اتوبوس به قطار، اتوبوس به کشتی، و غیره است. حالت ها به جای اینکه صرفاً در رقابت با یکدیگر عمل کنند، باید یکدیگر را تکمیل کنند. از نظر عملیاتی، این می تواند شامل بلیط و کرایه یکپارچه شود تا امکان انتقال کاربر بدون جریمه مالی فراهم شود [٤].

شبکه حمل‌ونقل چندوجهی یکپارچه

سیستم حمل و نقل از شبکه ای از زیرساخت ها و/ یا خدمات به هم پیوسته تشکیل شده است. به این ترتیب، اگر بخواهیم یک شبکه یکپارچه داشته باشیم، هیچ حالتی نمی تواند به صورت مجزا عمل کند. ترکیبی از حالت‌ها و خدمات تکمیلی معمولاً مورد نیاز است زیرا هر حالت برای انواع مختلف سفر مناسب است. ترکیب حمل‌ونقل خصوصی و عمومی در یک سیستم واقعاً چندوجهی، فرصت‌هایی را برای سرمایه‌گذاری بر نقاط قوت سیستم‌های مختلف و در عین حال اجتناب از نقاط ضعف آن‌ها ارائه می‌دهد، به عبارتی دیگر همانطور که گلزبروک تعریف می کند: وظیفه برنامه ریزان حمل و نقل و کاربری زمین این است که یک استراتژی کلی را با استفاده از بهترین حالت برای هر نقش خاص به جای رد کردن هر حالت یا فرض اینکه همه مشکلات را می توان با یک راه حل مدیریت کرد، توسعه دهند [۲].

یک شبکه حمل و نقل از ترکیبی از پیوندها و گره ها تشکیل شده است. پیوندها معمولاً بزرگراه ها، خطوط ریلی، راهروهای هوایی و غیره را نشان می دهند، در حالی که گره ها، که عموماً مکان های فیزیکی مانند پایانه ها، ایستگاه ها، پارکینگ ها را نشان می دهند، به عنوان اتصال بین پیوندهای مختلف یک شبکه عمل می کنند [۲].



شکل ۲،۲: یک مثال از یک شبکه ی چندوجهی یکپارچه

نمونه ای از اتصال بین پیوندها و گره ها را نشان می دهد که با هم کار می کنند تا یک شبکه حمل و نقل چند وجهی را تشکیل دهند. اخیراً، دستورالعمل‌های ارائه شده چارچوبی را برای ارزیابی پروژه ارائه و توصیه می‌کند که طیف کامل راه‌حل‌ها یا گزینه‌های بالقوه را در نظر می‌گیرد و فراتر از تمرکز محدود بر زیرساخت‌ها و راه‌حل‌های تک حالته است. در عمل، موفقیت یکپارچه سازی حمل و نقل معمولاً به طیف وسیعی از ویژگی ها یا اقدامات یکپارچه بستگی دارد، از جمله [۲]:

یکپارچگی فیزیکی

نزدیک بودن و سهولت دسترسی در مبادلات حالت، خدمات حمل و نقل عمومی را بسیار افزایش می دهد. پیاده روها باید به دقت طراحی شوند تا مسافران بتوانند حالت را تغییر دهند. مسافران باید در فاصله کوتاهی از محل سکونت خود تا ایستگاه حمل و نقل باشند. شهرهایی مانند هنگ کنگ و سنگاپور توانسته‌اند ایستگاه‌های حمل و نقل انبوه را در قلب محله‌ها ایجاد کنند و از این طریق نزدیکی نزدیک به اقامتگاه‌ها، دفاتر و فروشگاه‌های خرده‌فروشی ایجاد کنند.

یکپارچه سازی شبکه

سیستم های اتوبوس و ریلی باید به خودی خود یک شبکه یکپارچه باشند و این شبکه های جداگانه باید بیشتر مکمل یکدیگر باشند به این صورت که خدمات تغذیه با استفاده از اتوبوس، تراموا یا راه آهن سبک باید به گونه ای طراحی شود که حمایت از مسیرهای دور افتاده به حداکثر برسد. یکپارچه سازی شبکه ارتباط نزدیکی با یکپارچه سازی فیزیکی دارد و هر دو به یکپارچه سازی زیرساخت کمک می کنند.

به عنوان مثال، تغییر بین خطوط مختلف در شبکه مترو لندن نسبتا آسان است زیرا ایستگاه های مترو با تعدادی نقطه تبادل بین خطوط لوله طراحی شده اند. شهرهایی مانند هنگ کنگ، سنگاپور و کوالالامپور توانسته‌اند مسیرهای اتوبوس را به گونه‌ای طراحی کنند که از خطوط حمل‌ونقل انبوه/مترو پشتیبانی کنند. به طور مشابه، مترو و اتوبوس های لندن به شبکه ریلی سنگین بالای زمین متصل می شوند تا مسافران را به مقصد نهایی خود ببرند. بخش اساسی یکپارچه سازی شبکه شامل خدمات زمانبندی است به طوری که خدمات درون وجهی و بین وجهی به طور کارآمد و مؤثر به هم متصل شوند.

یکپارچه سازی کرایه

یک کارت کرایه واحد برای خدمات حمل و نقل متعدد، انتقال بین حالت ها را تسهیل می کند. تخفیف‌ها می‌توانند به عنوان انگیزه‌ای برای کسانی که از یک حالت به حالت دیگر منتقل می‌شوند، اعمال شود. در حالی که بلیط الکترونیکی پیش نیازی برای تهیه بلیط یکپارچه نیست، اما مکانیزم بسیار قدرتمندی را برای اجرای کارآمد و مؤثر ساختار یکپارچه کرایه ها ارائه می دهد، به عنوان مثال، هنگ کنگ، سنگاپور و لندن همگی دارای یک سیستم کارت هوشمند هستند که فرایند استفاده از حمل و نقل عمومی را تقویت کرده است.

به عنوان مثال، حمل و نقل عمومی در هنگ کنگ به ترتیب تقریباً ۸۵ درصد از کل سفرهای حالت اصلی را تشکیل می دهد. در لندن، مراحل سفر با روش های حمل و نقل عمومی(مانند اتوبوس، تراموا، مترو، راه آهن، تاکسی و وسایل نقلیه اجاره ای خصوصی) از ۳۰ درصد در سال ۱۹۹۳

به ۳۴ درصد در سال ۲۰۰۰ و به ۴۱ درصد در سال ۲۰۰۸ افزایش یافت. افزایش ۷ درصدی سهم استفاده از حمل و نقل عمومی بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۹ معادل افزایش ۵ درصدی سهم حالت مبتنی بر سفر برای حمل‌ونقل عمومی در لندن است. در حالی که عوامل دیگر باعث رشد حمایت در این نمونه‌ها شده‌اند، یکپارچه‌سازی کرایه پایه و اساس یکپارچه‌سازی در شبکه‌ها نقش موثری را ایفا کرده است.

یکپارچه سازی اطلاعات

یک راهنمای جامع و آسان برای سفر مسافر برای موفقیت در سفرهای چند وجهی ضروری است. تابلوهای راه‌آهن و ایستگاه‌های اتوبوس باید به‌طور مناسبی طراحی شوند تا اطلاعات مؤثری را به مسافران منتقل کنند. فناوری اطلاعات (IT) و سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS) می توانند نقش مهمی در حمل و نقل یکپارچه به طور کلی و یکپارچه سازی اطلاعات به طور کلی ایفا کنند. به عنوان مثال، در ایستگاه‌های راه‌آهن اصلی ژاپن، علائم بسیار واضحی دارند که جهت‌های شبکه ریلی پرسرعت، شبکه قطارهای بین شهری و شبکه قطارهای حومه‌ای/محلی را متمایز می‌کنند. علاوه بر این، وب سایت ها اطلاعاتی در مورد گزینه های حمل و نقل چند وجهی موجود و جزئیات مربوط به آن در اختیار کاربران حمل و نقل عمومی قرار می دهند.

یکپارچه سازی نهادی

یک چارچوب نهادی مشترک بهتر می تواند برنامه ریزی کاربری زمین، مدیریت تقاضای سفر و خدمات حمل و نقل عمومی یکپارچه را انجام دهد. در غیاب چنین چارچوب مشترک، همکاری و هماهنگی بین سازمان‌های دولتی و بین بخش‌های خصوصی و دولتی اهمیت حیاتی پیدا می‌کند.

تمامی موارد ذکر شده میتوانند به صورت انفرادی و به صورت جمعی در سیستم ها و شبکه های حمل و نقل عمومی اعمال شوند و در راستای ارتقای سطح یکپارچگی شبکه موثر واقع شوند، در کنار عناصر یاد شده ویژگی های انحصاری فرهنگی و موقعیتی شهرها و کشورها نیز میتواند در چگونگی اجرای طرح یکپارچگی در شبکه های حمل و نقل تاثیرگذار باشد در نتیجه این موارد با توجه به ویژگی های انحصاری هر منطقه قابل توسعه و تغییر است.

یکپارچه سازی اطلاعات

یکپارچگی در شبکه‌های حمل و نقل عمومی به عنوان یکی از اصول اساسی در طراحی و مدیریت سیستم‌های حمل و نقل، نقشی بی‌بدیل در بهبود کیفیت زندگی شهری و ارتقای پایداری محیط زیستی ایفا می‌کند. با ایجاد ارتباطات مؤثر بین انواع مختلف حمل و نقل عمومی، نظیر اتوبوس، مترو، تراموا و سیستم‌های دوچرخه‌سواری، نه تنها امکان دسترسی آسان‌تر و سریع‌تر به نقاط مختلف شهر فراهم می‌شود، بلکه بهره‌وری اقتصادی و زمان‌بندی سفرها نیز بهبود می‌یابد. این هماهنگی باعث کاهش ترافیک، کاهش زمان‌های انتظار و افزایش رضایت مسافران از خدمات عمومی می‌شود.

علاوه بر این، یکپارچگی در حمل و نقل عمومی می‌تواند به کاهش وابستگی به خودروهای شخصی و در نتیجه کاهش آلودگی هوا و مصرف سوخت کمک کند. اجرای موفقیت‌آمیز این رویکرد نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، سرمایه‌گذاری مناسب در زیرساخت‌ها و فناوری‌های مدرن، و همچنین همکاری بین بخش‌های دولتی و خصوصی است. در نهایت، شبکه‌های حمل و نقل عمومی یکپارچه می‌توانند به عنوان یک ابزار کارآمد در جهت توسعه پایدار شهری عمل کرده و نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی شهروندان و حفاظت از محیط زیست ایفا کنند.

منابع

[۱] J. K. Stanley, «Land use/transport integration: Starting at the right place,» Research in transportation economics, vol. ۴۸, pp. ۳۸۱-۳۸۸, ۲۰۱۴.

[۲] I. P. Australia, Integrating Australia's transport systems: A strategy for an efficient transport future. Infrastructure Partnerships Australia, ۲۰۱۲.

[۳] غ. ش. ا. ط. ل. ن. کریمی, «رزیابی یکپارچگی شبکه حمل و نقل عمومی شهری/حومه ای/بین شهری، مطالعه موردی: شهر اصفهان,» presented at the نوزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک, ۱۴۰۱.

[۴] ن. کریمی, «بررسی یکپارچگی ترمینال کاوه اصفهان,» کارشناسی, دانشگاه اصفهان, ۱۳۹۷.

گفتگو با

مهندس وحید علیقارداشی

بررسی راه های پیش روی دانشجویان بعد از دوره کارشناسی مهندسی راه آهن

شناخت فرصت های پیش روی راه آهن ایران و جهان

آخرین اخبار پروژه های مهم در حال احداث به ویژه راه ابریشم

مهارت های مورد نیاز دانشجویان برای ورود به بازار کار

سلام
یه بیوگرافی ازخودتون میگید؟

بـه نـام خـدا؛ مـن وحیـد علیقارداشـی هسـتم مدیـرکل دفتـر مهندسـی و نظـارت تاسیسـات زیربنایـی راه آهـن.
فـارغ التحصیـل رشـته مهندسـی راه آهـن گرایـش خـط و سـازه هـای ریلـی؛ از اولیـن سـری ورودی ایـن رشـته در دانشـکده راه آهـن علـم و صنعـت در سـال ۷۶ هسـتم.
کارشناسی ارشدم رو عمران گرایش برنامه ریزی حمل و نقل خوندم.

از چـه زمانـی وارد حـوزه مدیریتـی و عملیاتی شدید؟

من همزمان با دانشجوییم یک فرصتی پیش اومد که دانشجوهای برتر دانشکده رو معرفی می‌کردن به صنعت برای کار کردن.
ما مهر ۷۶ که وارد دانشگاه شدیم حدود یک سال بعد در شهریور ۷۷ دو ترم از درسمون گذشته بود، تقریبا ۱۵ نفر از بچه ها که رتبه های برتر بودن و تو این دو ترم درسشون از بقیه بهتر بود، رفتیم رجا مشغول به کار شدیم به صورت پارت تایم. در سال ۸۰ رفتم مترا که مشاور مادر وزارت راه و بزرگترین مشاور ریلی کشور بود . دیگه اونجا مسئولیت خیلی از پروژه هارو برعهده داشتم مثل پروژه مطالعات راه آهن جلفا به پارس آباد ، راه آهن سریع السیر قم اصفهان ، مطالعه بخشی از کریدور کتای که ایران رو به چین وصل میکرد با عرض راه آهن استاندارد ایران یعنی ۱۴۳۵ ، مسئول مطالعات زیرسازی بودم که طراحی مسیر و تونل ها و پل ها در اون گروه انجام می‌شد و مسئول گروه مدیریت کیفیت پروژه بودم . بعد مدت یک سال و خرده ای خودمون با کمک یکسری از جوان تر ها شرکتی زدیم و بعد از اون هم از سال ۹۲ در خدمت راه آهن جمهوری اسلامی ایران هستم با همین سمت.

از تغییر رشتتون بگید. چرا از خط برای ارشد حمل نقل رفتید ؟

خب اون سال هایی که ما فارغ التحصیل می‌شدیم هنوز دانشکده فوق لیسانس و دکترا نداشت و به اون حدنصاب نرسیده بود و الان خوشبختانه هر سه مقطع رو داره.
دلیل دیگه این بود که شخصیت خود من جوری بود که دوست داشتم به سمت رشته های مدیریتی برم ، رشته هایی که امکان کلان نگری داخلشون بیشتره .
کلا بچه ها بعد از فارغ التحصیلی در دوره لیسانس دو راه رو انتخاب میکنند یا میرن سمت این که متخصص تر بشن یعنی اینکه به سمت رشته هایی مثل سازه و ژئوتکنیک در عمران که از خود عمران جزئی ترن یا رشته هایی هم هست مثل مدیریت ساخت و برنامه ریزی حمل و نقل، این ها رشته هایی هستند که مارو کلان تر و فربه تر میکنند و دید کامل تری پیدا می‌کنند.

حتی اگر بچه ها بتونن چیزی مثل اقتصاد بخونن یا علوم اجتماعی یعنی برای کسایی که رشته های مهندسی خوندن اگه بتونن برن به سمت رشته هایی که جنبه علوم انسانی داره، اون‌هایی که علاقه مندی های مدیریتی دارن و توانمندی های مدیریتی در خودشون می‌بینند چون بعضی انسان هارو خداساخته برای اینکه متخصصین خیلی عمیق و دقیقی باشن حیفه این ها برن سمت کار مدیریتی و بعضی دیگه ساخته شدن از نظر شخصیتی و آموزش که بدرد فعالیت های مدیریتی و کلان نگری میخورن . آدم ها در درجه اول باید خودشون رو بشناسن که کدوم شخصیت رو دارن و بر اون اساس راه بعدی زندگی خودشون رو انتخاب کنند .

اون درس هایی که تو دانشگاه خوندید بیشتر کمکتون کرد یا تجربه هایی که از کار تو صنعت داشتید؟

اصلا نقش این دوتا قابل مقایسه نیست، یعنی کسی که یه دوره سه چهارساله کار میکنه انگار یه مقطع میره بالاتر .
تجربه کار کردن با مشاورهای خارجی هم خیلی به این مساله دامن میزنه، یعنی ما یک فرصت هایی تو این مدت با ایتال فر و سیسرا و خیلی از مشاورهای بین المللی که طراحی ریل میکردن . در پروژه هایی مثل راه اهن سریع السیر قم اصفهان و راه آهن سوریه که در مترا کار می‌کردیم ، مشاور های بین المللی کنار دستمون بودن که این ها هرکدوم یک دید جدی به ما می‌دادن . حضور در همایش ها ، دیدن پروژه های بین المللی و کار کردن در کشور های دیگه، اینها ابعاد شخصیتی ادم رو بزرگتر میکنه و گسترش میده ولی همه اینها سر نخ هاش تو همون چهار سالی هست که شما داری درس میخونی . اتفاقا محل پیدا کردن علاقه هاتون اونجاس ، مثلا من پل سازی و تونل سازی رو دوست داشتم ولی خب طراحی مسیر رو بیشتر دوست داشتم و این به آینده کاری من هم به نوعی جهت داد . ممکنه یکی طراح ایستگاه خوبی بشه یکی طراح پل خوبی بشه .اون چهارسال این فرصت رو به بچه ها میده که علایقشون رو دقیق تر پیداکنند . یا مثلا یکی اقتصاد مهندسی رو خیلی کیف میکنه باهاش، اینها بعدا کسایی میشن که بسیار موثرن داخل فضای حرفه ای، چون ما کمتر مهندسی رو داریم که دید اقتصادی وسیعی داشته باشه و اگر کسی مهندسی باشه که هم عمران بفهمه هم اقتصاد بلد باشه خیلی تو بازار کار حرف برای گفتن داره. صحبت با بزرگتر ها مثل همین کاری که شما دارید می‌کنید با تولید نشریه و گرفتن سرنخ هایی از اونها خیلی به بچه ها کمک میکنه . برگزار کردن همایش یا دوره آموزشی کلی تجربه به آدم میده چون در واقع موفقیت داخل کار، حاصل علم به اضافه مهارت هستش که دومی خیلی وقتها به اولی میچربه مثلا یکی از همین مهارت ها هنر کارگروهیه . شما این رو سر کلاسی که استاد داره صحبت میکنه همه دارن گوش میکنن بدست نمیاری؛ این رو اتفاقا وقتی داری یه مجله ای رو کار میکنی در شما تقویت میشه .
یا یه مهارت دیگه هنر حل مسئله هست . این مهارت هاست که از ما مهندس و مدیر قوی درمیاره نه خوندن چند باره آیین نامه ها و کتاب ها .

شما به عنوان مدیر در این صنعت به چه افرادی با چه مهارت هایی نیاز دارید؟

مهارت هایی که آدم ها می‌تونن داشته باشن بالای ۲۰۰ تاس ولی متناسب با شغلی که دارن باید اونهارو تقویت کنند؛ مثلا شما اگر بخواهید لکوموتیوران بشید به یه مهارت هایی نیاز دارید اگر قراره یه مهندس طراح بشید به یک مهارتهای دیگری نیاز دارید.
در یک جا افراد با مهارت های مختلف نیاز هست درواقع میگن عدالت یعنی قرار دادن آدم ها در جای درست خودشون، اگر شما یه آدم که جنس کارش مطالعاتی هست رو بزارید کار اجرایی به اون آدم ظلم کردید و بالعکس . بچه ها در درجه اول فارغ از این که بازار چه نیازی داره باید خودشونو بشناسن و ببینن از کدوم جنسن و سعی کنن اون مهارت رو بدست بیارن . من این قول رو میتونم بهتون بدم به صورت عام که هر کسی در موضوع خودش ماهر باشه حتما شغل بدست میاره و حتما در اون شغل موفق میشه . اگر کسی مهندسی راه آهن رو قبول شده ولی اینو دوست نداره همین امروز عوض کنه رشتشو بهتر از فرداعه . ما کشوری هستیم درحال توسعه که حدود ۸ هزار کیلومتر خط در حال کار داریم ، مترو ها در همه شهرهای بزرگ در حال توسعه هستن تازه هنوز خط تراموا نداریم تو ایران و داره اضافه میشه . اتفاقا بچه ها خیلی جای درستی اومدن چون وسعت جای کار وجود داره ، منتها باید بشناسن این فرصت ها رو و خودشون رو برای اون آماده کرده باشن خیلی مهمه.
مثلا راه آهن جمهوری اسلامی موظفه قطار حومه ای راه بندازه و من نمیدونم چند نفر از بچه ها رفتن سراغش ، یا حتی قطار سریع السیر تهران قم اصفهان .
اونهایی که تو این زمینه ها کارکردن انگار دارن زنبیل میزارن برای آینده و مطمئنم که تو آینده ازشون استفاده میشه .
-این ارتباط با صنعت و شناخت این فرصت هارو چجوری میتونیم بدست بیاریم؟
یکی از راها همین کاریه که شما امروز انجام دادید؛

صحبت با بزرگ ترای این رشته ، حتی فارغ التحصیلای سال بالایی که وارد صنعت شدن، این هارو دعوت کنید دانشگاه و باهاشون صحبت کنید . الان دانشکده راه آهن علم و صنعت بالای ۲۰۰۰ نفر فارغ التحصیل داره . هفته ای یک نفر از همین هارو دعوت کنید دانشگاه و باهاشون در مورد تجربه ها و نیاز های صنعت صحبت کنید . این هم بهتون انرژی میده هم سرنخ . مولانا میگه

اندر این ره میتراش و میخراش
تا دم آخر دمی غافل مباش

یکی از مهارت هایی که در آدم های مدرن هست ، مهارت کارآفرینیه .

یکی از کارهایی که ما زمانی که دانشگاه بودیم انجام میدادیم راه اندازی دفتر خلاقیت و کارآفرینی بود؛ خیلی از کارآفرین های برتر رو دعوت کردیم، مثلا همین آقای بهروز که صنایع غذایی بهروز رو درست کرده بود رو دعوت کردیم که برای بچه ها صحبت کنن. اگر بچه ها کارآفرینی رو بتونن در خودشون ایجاد کنن در رشته ما خیلی از موضوعات بکره . ده نفر از بچه های نخبه فارغ التحصیل یه شرکتی رو درست کنن که بتونن تراموا تو ایران توسعه بدن .

خیلی از کارفرما هایی که شما دنبالشون هستین بلد نیستن اینهارو . به شهرداری ها معرفی کنید خودتون رو و بگید با چه دلایلی باید تراموا بزنید، یا حتی خیلی جزئی تر. برید دنبال ساخت یه قطعه ای که در ایران وجود نداره و داریم از خارج وارد می‌کنیم . کار کردن فقط این نیست که بشینیم ببینیم کدوم اداره یا شرکت مارو استخدام میکنه . مثلا در همون استان اصفهان که شما درس میخونید، در ذوب آهن ریل ملی تولید میشه؛ بعضی شرکت ها دارن پابند تولید میکنن که اصلا طرف ریلی هم نبوده . در حالی که یه نفر که مهندس راه آهن هست و میتونه تمام تنش ها و کرنش های اون قطعه رو اندازه گیری کنه نمیره سمتش. مثلا پایان نامتون رو رو یکی از نیاز های صنعت بزارید ، سمینارتون رو فقط به جای این که یه مقاله ازش در بیاد برید رو یه موضوعی بزارید که یه مشکلی رو حل بکنید اونوقت بعدا این رو دستمایه کسب و کار آیندتون بکنید . خیلی از کسایی که تو همین دانشکده راه آهن فارغ التحصیل شدن الان شرکت دارن هم شرکت های پیمانکاری هم مشاور حتی شرکت های تولیدی .

نیاز هایی که الان خودتون دارید روش کار می‌کنید چه چیزهایی هست ؟

ما موضوع قطار حومه ای رو داریم که موضوع کاملا نوعی هست در همه ابعاد، مثلا ایستگاه ها چجوری باشه ، خطوط و سرویس دهی به چه شکل باشه و... همچنین موضوع قطار پرسرعت رو داریم .

موضوع توسعه ایستگاه هارا داریم چون می‌دونید ایستگاه ها یکی از منابع درآمدی هست تو راه آهن های دنیا . فقط هدفشون سوار و پیاده کردن مسافرین نیست و مثل یک شهرک کوچک هستند که هزاران فعالیت داخلش انجام میشه مانند فعالیت های ورزشی ، اداری ، تجاری و اقتصادی؛ تبدیل کردن ایستگاه های موجود به چنین ایستگاه هایی خودش یک هنره و مطالعات بچه ها روی این قضیه میتونه کمک کننده باشه .

الان آخرین آمار از شبکه ریلی ایران به چه شکل هست ؟

به صورت رندوم بخوام به شما بگم ما ۱۲ هزار کیلومتر خطوط اصلی داریم که از این عدد حدود ۱۰ هزار کیلومتر خط اول هست و نزدیک ۱۰۰۰ کیلومتر خط دوم، مثلا جایی مثل تهران مشهد هم خط اول داریم هم خط دوم یا حتی تهران تا قزوین .

یه چیزی حدود ۳ هزار کیلومتر هم خطوط دیگه داریم مانند خطوط ایستگاهی ، خطوطی که به کارخانه ها متصل میشه و خطوطی که به معادن میرن . در مجموع حدود ۱۵ هزارکیلومتر ما شبکه ریلی داریم . حدود ۷-۸ کیلومتر هم خط های دیگه هستن که داره روشون کار میشه و درحال توسعه هستن . شهرکرد و اردبیل از مهم ترین شهرهایی هستن که به زودی به شبکه ریلی متصل میشن . مساله اصلی که شما به عنوان فارغ التحصیلان ریلی کشور باید بدونید اینه که مساله فقط احداث خط نیست بلکه کشیدن ریل مفید برای کشور اهمیت داره؛ اگر ریل رو بکشید به جایی که بار زیادی نداره یا مسافر آنچنانی نداره از جیب مملکت هزینه کردی و منفعتی برای کشور ایجاد نکردی به خاطر همین موضوعی به نام طرح جامع حمل و نقل وجود داره که در واقع میخواد اولویت بندی بکنه که پول درکدام پروژه بگذاریم که برای مملکت منفعت بیشتری تولید بشه . حتما باید مهندسین ما دید اقتصادی داشته باشن یعنی شما تمام اوقات فراغت خودتون رو بذارید درس های اقتصادی بخونید هیچ راه دوری نمیره .

در مورد پروژه بزرگ راه ابریشم میشه توضیح بدید؟

راه ابریشم یک راه تاریخی هست که شرق به غرب دنیا رو به هم وصل میکنه . الان ما راه آهنی داریم که از چین میاد به قزاقستان، ازبکستان، ترکمنستان و ایران و یه شاخه دیگرش هم مستقیما از قزاقستان به ترکمنستان و وارد ایران میشه از دو مرز سرخس و اینچه برون و از غرب ایران از مرز رازی به سمت ترکیه میره . ما پروژه هایی برای بهبود و توسعه این هم تعریف کردیم؛ برای این کار پروژه دو خطه سازی رو انجام دادیم در مسیر سرخس تا مرز رازی و مرز جدیدی که داره تعریف میشه با ترکیه به اسم چشمه ثریا که این کارها باعث افزایش ظرفیت میشه .

-خیلی ممنون که این وقتو در اختیار ما قرار دادید حرف آخرتون با بچه چیه؟

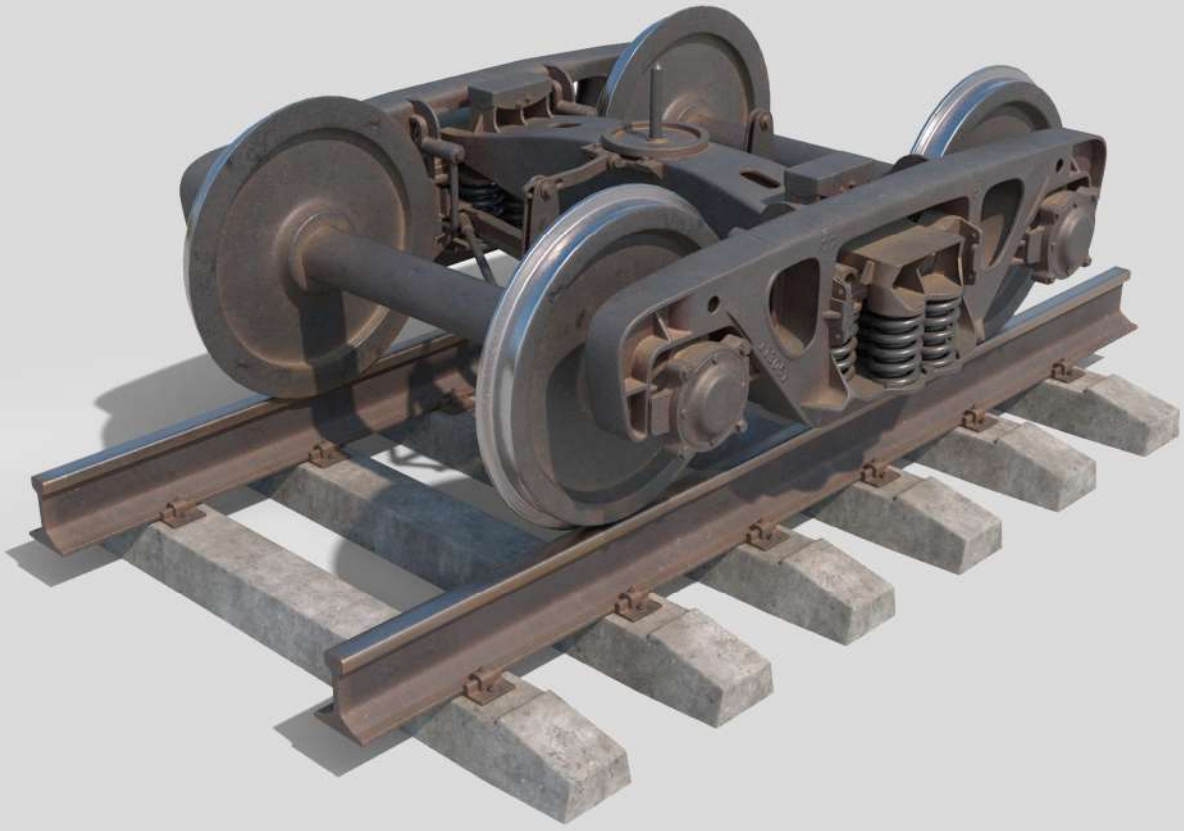
اینجا به ذهنم رسید که بگم یکی از کارهای مهم برای بچه های رشته ما اینه که از رشته های بغل دستشون اطلاعات خوبی رو بدست بیارن، یعنی شما وقتی داری خط میخونی باید از ماشین ، حمل و نقل و علائم اطلاعات خوبی داشته باشی .

مهندسی راه آهن یک سیستمه، شما اگه یه تیکشو ندونید احتمالا مهندس خوبی نخواهید شد . بانک توسعه جهانی هر ساله ده مهارت برتر رو معرفی میکنه برای همه انسان ها . در سال های اخیر توان کار دیجیتال یکی از مهارت های مهم شده، یکی از مهارت های دیگه توان برقراری ارتباط هست که اگر زبان خاصی هم به اون اضافه بشه خیلی کمک کننده هست . اگر یکی از بچه ها در کنار زبان انگلیسی یه زبان دیگه مثل روسی یا آلمانی بلد باشه میتونه زود تر از بقیه صاحب شغل بشه چون این کشور ها صاحب سبک هستند در این صنعت و در ایران نمایندگی دارن .

معرفی نرم افزار

یونیورسال مکانیزم

Universal Mechanism



یـــــــونیورسال مکانیزم
Universal Mechanism

فاطمه آل غفوریان
کارشناسی ماشین های ریلی

مقدمه

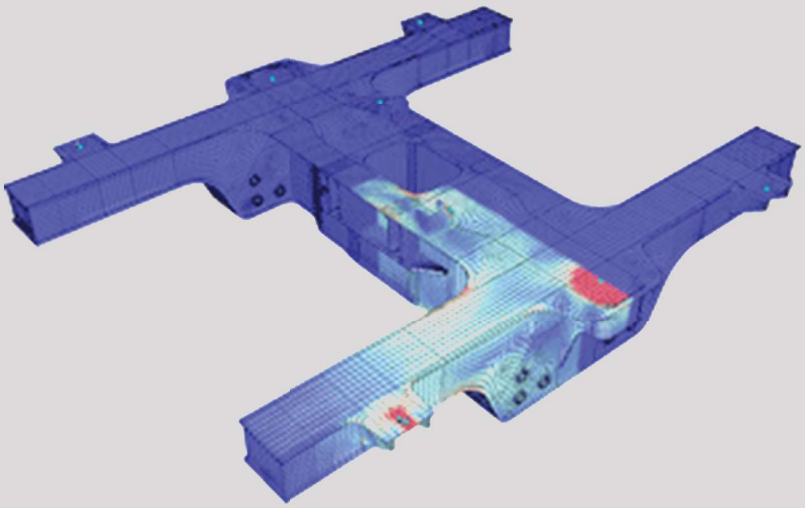
نـرم افـزار یونیورسـال مکانیـزم یـک ابـزار قدرتمنـد بـرای شبیه‌سـازی دینامیـک سیسـتم‌های مکانیکـی اسـت تـا رفتـار سیسـتم‌های پیچیـده را مدل‌سـازی و قابـل تحلیـل کـرد. کاربـرد ایـن نـرم افـزار در زمینـه هـای مختلـف را مـی تـوان بدیـن شرح خلاصه کرد:

-وسـایل نقلیـه جـاده‌ای و ریلـی: شبیه‌سـازی دینامیـک خودروهـا و قطارهـا برای بهبود طراحی و عملکرد.

- ربات‌هـا و سیسـتم‌های دفاعـی: مدل‌سـازی حرکـت و تعـاملات ربات‌هـا و سیستم‌های دفاعی.

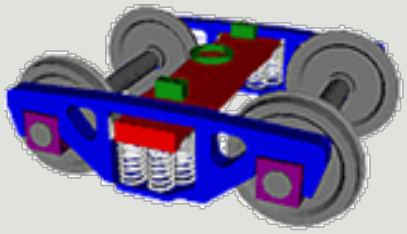
- سـازه‌های فضایـی: تحلیـل دینامیـک سـازه‌های فضایـی بـرای اطمینـان از عملکرد صحیح در شرایط مختلف.

- ماشـین‌آلات صنعتـی: بهینه‌سـازی عملکـرد و کاهـش خرابی‌هـا در ماشـین آلات صنعتی

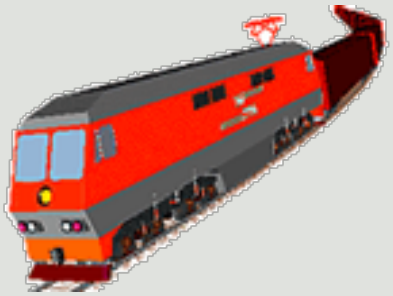


ماژول شبیه سازی دینامیک وسایل نقلیه راه آهن در انواع مختلف لوکوموتیوهای دیزلی و برقی ، واگن های مسافری و باری در خطوط راه آهن مستقیم و منحنی در نظر گرفته شده است و دارای تحلیل های زیر می باشد :

- محاسبه سرعت بحرانی
- انجام آنالیز دوام قطعات خودرو
- ایجاد مدل های هیبریدی سفت و سخت الاستیک وسایل نقلیه
- تجزیه و تحلیل دینامیک وسیله نقلیه بسته به پروفیل چرخ و ریل
- برای محاسبه فرکانس ها و حالت های طبیعی و همچنین مکان ریشه
- ایجاد پروژه های چند متغیره برای اسکن دینامیک وسیله نقلیه / قطار بسته به هر پارامتر
- تجزیه و تحلیل دینامیک سه بعدی یک وسیله نقلیه یا یک قطار در حوزه زمان در مسیر مستقیم یا منحنی ها با / بدون بی نظمی



بوژی سه تکه ۱۸۰_۱۰۰



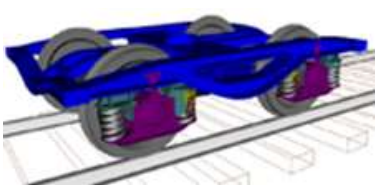
قطار مسافربری EP۲۰۰لکوموتیو برقی

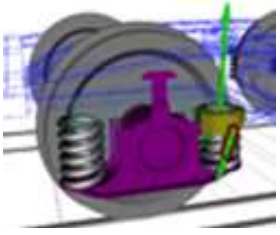
متخصصان موسسات تحقیقاتی و طراحی راه آهن و آزمایشگاه مکانیک محاسباتی یک کتابخانه از مدل‌های های ۱۷ لوکوموتیو به هدف انجام تحقیقات پیچیده دینامیک و به ویژه تحلیل ایمنی آن ایجاد کردند:

همچنین دو نوع بوژی پرکاربرد راه آهن باری ۷-۲۵ و سه تکه ۱۸۱۰۰ مدل سازی شده اند:

مدل بوژی باربری ۷-۲۵

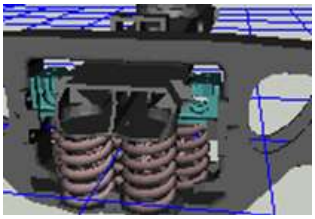
این بوژی که به طور گسترده در اروپا استفاده می شود تنها دارای سیستم تعلیق اولیه است که فریم جانبی و چرخ ها را به هم متصل می کند.
مدل UM بوژی شامل ۱۵ جسم صلب می‌باشد: یک شاسی، ۴ جعبه محور و ۴ درجه آزادی. برای توصیف سیستم تعلیق بوژی، اجزای ساختاری مختلف و تعاملات تماسی، بیش از ۴۰ عنصر نیرویی استفاده شده است.

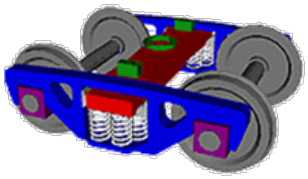




مدل بوژی باربری سه تکه ۱۸-۱۰۰

این بوژی که بیشتر مورد استفاده در واگن های باری راه آهن روسیه است مدل‌های واگن‌ها شامل ۱۹ بدنه صلب: بدنه خودرو، ۲ پایه، ٤ قاب جانبی، ۸ گوه اصطکاکی و ٤ چرخ است.
گوه‌های اصطکاکی با یک فریم کناری و یک بوستر به‌وسیله مدل تماس نقطه-صفحه تعامل دارند. در این مدل تماس، برای نیروی عمودی از یک مدل ویسکوالاستیک خطی استفاده می‌شود و حرکت چسبندگی-لغزش با اصطکاک دوبعدی در صفحه مماس رخ می‌دهد.
مدل UM، تمام فواصل بین بوستر، گوه‌ها، فریم‌های کناری و مجموعه‌های چرخ بوژی سه تکه را در نظر می‌گیرد.



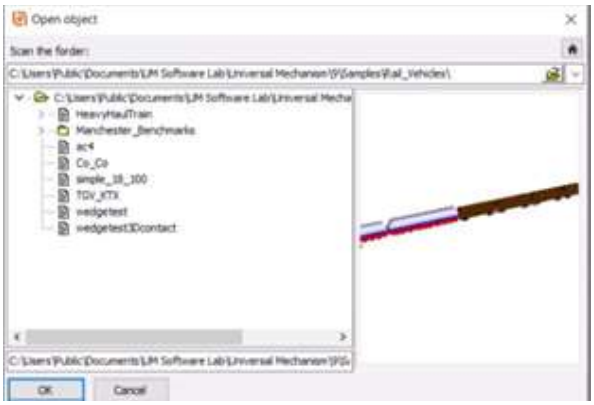


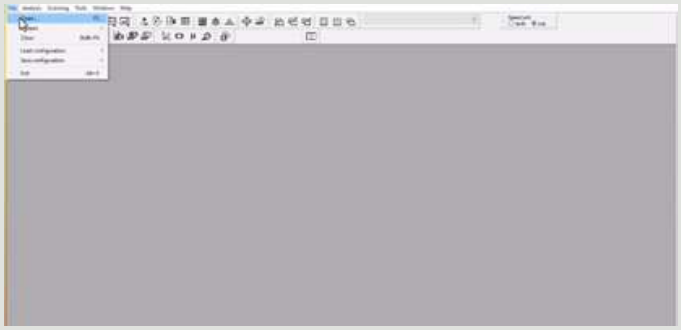
ماژول تعلیق پنوماتیک

این ماژول شبیه سازی سیستم تعلیق پنوماتیکی در یک مدل چند بدنه وسیله نقلیه برای مدل سازی دینامیکی را انجام می دهد که چشمه های هوا، اتاقک کمکی، مخزن با هوای فشرده، کمپرسور، شیر تسطیح وخطوط پنوماتیک در سیستم تعلیق آن استفاده می شود.

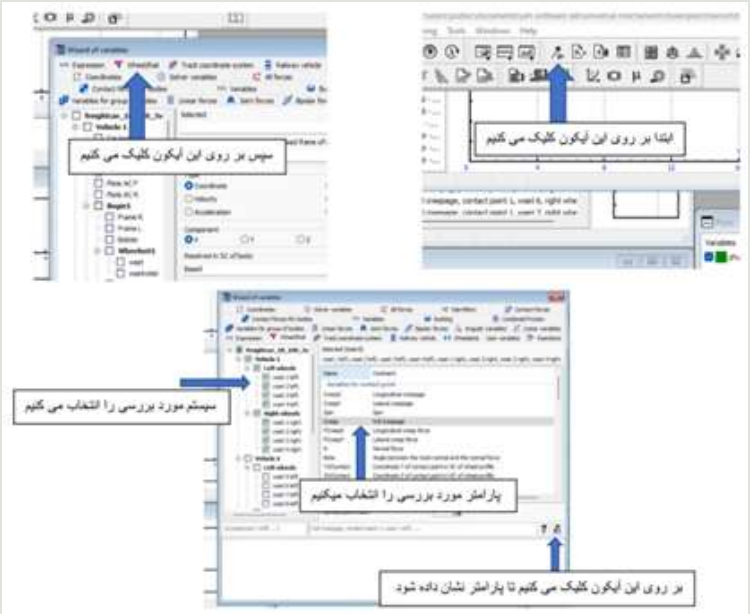
نحوه ی انتخاب مدل، شرایط، خواص و تعرف پارامتر های اندازه گیری

پس از باز کردن نرم افزار از قسمت file و انتخاب open پنجره ای به نام open object باز می شود که می توان مدل مورد نظر را در آن انتخاب کرد.

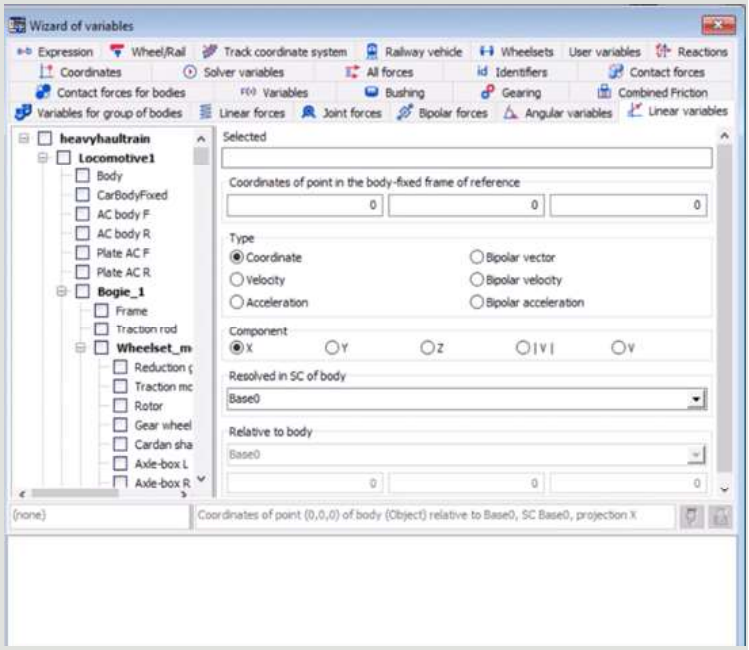




برای ایجاد نمودار و انتخاب نیرو ها از نوار بالای صفحه بر روی آیکون wizard of variables کلیک می کنیم سپس از قسمت بالای پنجره باز شده نیروی مورد نظر، از قسمت چپ سیستم مورد بررسی و درقسمت اصلی پارامتر مورد نظر را انتخاب می کنیم:



معرفی برخی گزینه های نیروها ونمودارها



Expression

مشخصات ابتدایی مانند تعداد،مختصات،سرعت اولیه، شرایط مکانیکی و... را می توان تعیین کرد.

Wheel

نیرو های تماسی بین چرخ و ریل را مورد بررسی قرار می‌دهد.

Track coordinate

برای تعیین شرایط اولیه براساس یکی از سه پارامتر سرعت ، مکان یا شتاب و تعیین دینامیک طولی ، عرضی و قائم استفاده می شود.

Wheelsets

نیرو های چرخ و محور بوژی را مورد بررسی قرار می دهد.

User variables

متغیر های دلخواهی برای حل می توان تعریف کرد.

Coordinates

مختصات به طور دقیق تعریف می شود.

Solver variables

روش حل مسئله را می توان انتخاب کرد.

Contact forces

نیروهای تماس بدنه را مورد بررسی قرار می دهد.

Variables

مشخصات اولیه برای هر واگن به صورت جزئی و مجزا از واگن دیگر تعریف می شود.

Linear forces

نیرو های خطی را مورد بررسی قرار می دهد.

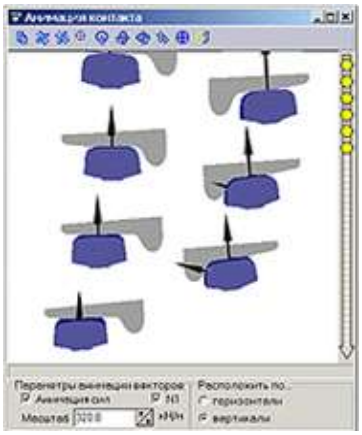
Join forces

نیروهای بین اجزا را مورد بررسی قرار می دهد.

معرفی برخی از ابزارها

پنجره انیمیشن

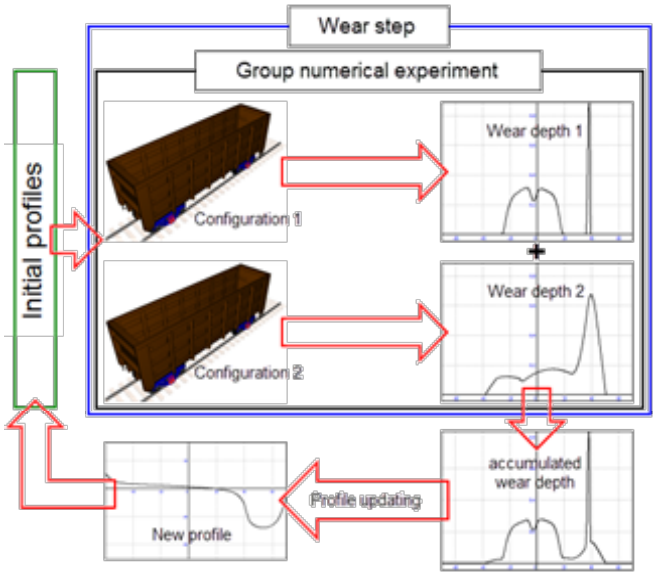
پنجره انیمیشن تماس به طراح این امکان را می دهد که ویژگی های هندسه چرخ- ریل و نیروهای موجود در قسمت تماس را مشاهده کند، تعیین کند که تماس یک نقطه ای است یا دو نقطه ای، رفتار دینامیکی مجموعه چرخ ها را در منحنی ها و غیره مشاهده کند. . این یک ابزار بسیار مفید برای تعیین سرعت بحرانی یک وسیله نقلیه راه آهن، مطالعه ویژگی های تعامل بین چرخ ها و ریل ها، مشاهده شرایط صعود چرخ و خروج از ریل است.



فرسودگی پروفیل چرخ

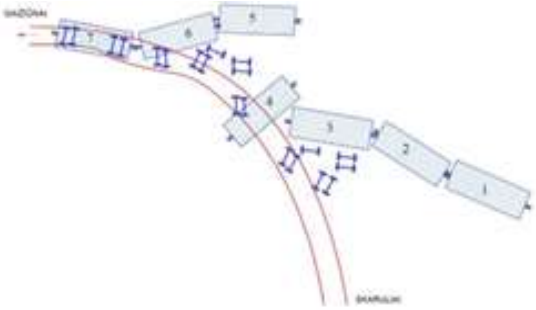
Wear Profile Wheel Evolution

این ابزار می تواند سایش پروفیل های چرخ راه آهن را پیش بینی،در پروفایل ها و عمق سایش پس از هر مرحله سایش صرفه جویی و پارامترهای کنترل سایش چرخ را محاسبه کند.
تعداد فواصل برای همه تنظیمات یکسان است و در هر بازه، پروفایل ها تغییر نمی کنند. در پایان هر مرحله سایش، عمق سایش با توجه به مسافت پیموده شده اختصاص داده شده به یک مرحله سایش مقیاس می شود. پس از مقیاس بندی، عمق سایش برای چرخ های مربوطه با در نظر گرفتن عوامل وزن پیکربندی ها و تقارن سایش، خلاصه می شود.



نمونه ای ازشبیه سازی دینامیکی قطار با استفاده از نرم افزار یو ام:

محققان دپارتمان حمل و نقل ریلی دانشگاه Vilnius Gediminas در نرم افزار um یک شبیه سازی تصادف راه آهن در مسیر بین ایستگاه های skaruliai و gaiziunai انجام دادند که در این مورد شش واگن در شرایط پیچیده از ریل خارج شدند.

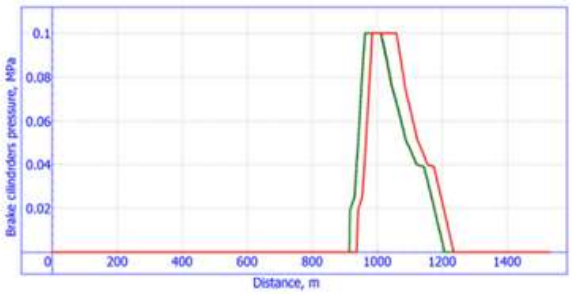


جابجایی واگن مخزن هنگام خروج از ریل در مسیر بین دو ایستگاه

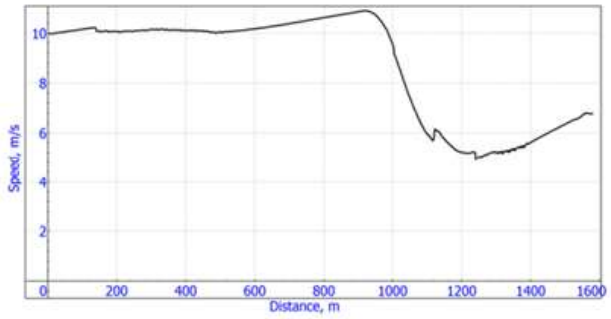
مسیر راه اهن و محل خروج از ریل

برای شناسایی علت خروج واگن ها از ریل تعیین سطح نیروهای دینامیکی طولی در قطار ضروری است بنابراین از یک مدل ساده از قطار استفاده شده که در آن دینامیک عمودی و جانبی نادیده گرفته و وسایل نقلیه راه آهن توسط عناصر الاستیک و اتلاف کننده به هم متصل شدند. همچنین در مورد واگن های مخزن که از مسیر خارج شده بودند از مدل دوبعدی واگن استفاده شد که در آن حرکت طولی سیال با اتصالات الاستیک و اتلاف اضافی شبیه سازی شده است.

در یکی از سناریوها راننده پس از رسیدن به اثر ترمز مورد نظر،ترمز را رها می کند در نتیجه ابتدا سرعت قطار به هجده کیلومتر در ساعت کاهش یافته وسپس سرعت قطار تا بیست و چهار کیلومتر در ساعت افزایش می یابد.

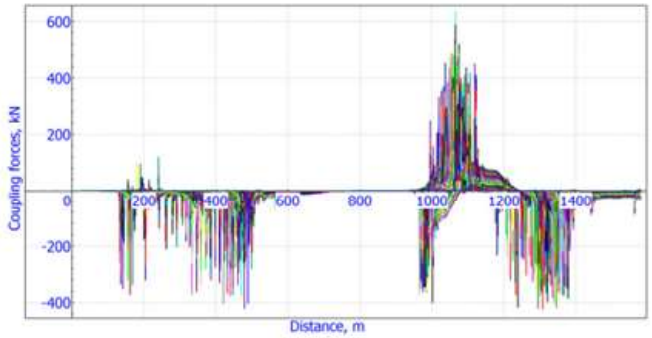


نمودار فشار سیلندر قطار



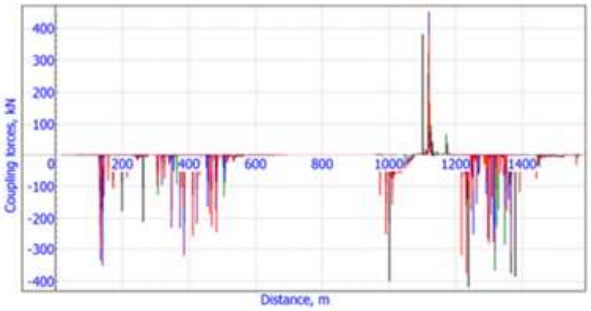
نمودارتوزیع سرعت قطار از ابتدای شروع

در نتیجه ی این شبیه سازی ،نمودار سطح نیرو های طولی در تمام واگن ها و لکوموتیو مشخص شد. حداکثر سطح نیرو های فشاری طولی برای چهل واگن در طول گرفتن ترمز به ششصدوسی و شش کیلونیوتون رسید.



نمودار نیروهای طولی به لکوموتیو و کل واگن ها و فاصله شبیه سازی

همچنین شبیه سازی نمودار سطح نیرو های طولی شش واگن اول که از ریل خارج شده بودند مجزا بررسی شد که در طول ازمایش ترمز از چهارصدو پنجاه و دو کیلونیوتون تجاوز نکرد و این مقدار در محل خروج از ریل نیز نبود.

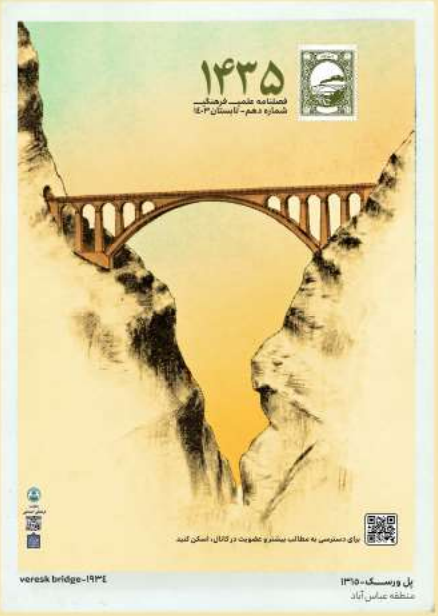


نمودار نیروهای طولی شش واگن اول و فاصله شبیه سازی

این شبیه سازی هارا با استاندارد های ایمنی و الزامات فنی برای سطح نیرو های طولی قطار مقایسه کردند سطح نیرو های کششی و فشاری طولی در شش واگن اول از محدودیت های تعیین شده تجاوز نکرده بود، این بدان معناست که خروج از خط به دلیل نیرو های طولی نامطلوب قطار نیست پس سناریو های دیگری را نیز بررسی کردند و مراحل را دوباره تکرار کردند تا به علت وقوع حادثه رسیدند و با بازیابی کامل نوار های ضبط شده جعبه سیاه مشخص شد نتایج شبیه سازی کاملا درست است.

مـا در دهمیـن شـماره از فصلنامـه ۱۴۳۵(مهندسـی راه آهـن) کوشـیدیم تـا بـا همـت اسـاتید محتـرم و دانشجویان پرتلاش گروه راه آهـن دانشگاه اصفهـان، مطالـب علمـی و فرهنگـی مطلوبـی را ارائـه دهیـم. باشـد کـه دانشـجویان را در ایـن راه ثابـت قـدم کـرده، مشوقشـا ن شـویم و پلـی از دانشـگاه به صنعت بزنیم.

از شـما دانشـجویان و صنعتگـران علاقّمنـد بـه ایـن حوزه دعوت به عمل مـی آوریـم تـا بـرای نشـر آثارتـان ، بـه جمـع مـا بپیونـدیـد.



پل ورسک، ویترین راه آهن ایران

شاهکار مهندسی سازه در عصر خودش که در منطقه عباس آباد شمال واقع شده است.

رفیق پیر راه آهن ایران که متولد ۱۳۱۵ هستش و تا امروز خم به ابرو نیاورده، شبانه روز در حال خدمت به کریدور شمال بوده و هست.

این چنین سازه های زیبا و کارآمد در راه آهن ایران کم نیستند ، امیدواریم از این عزیزان بیشتر مراقبت شود.

تابستان ۱۴۰۳