

بسمه تعالی



آشنایی با واگن های باری راه آهن

«پدید آورندگان»

مهندس غلامرضا آقاچانی، مهندس محسن طلیعه نوری،
مهندس سید محمد مکی و مهندس محمود نصیری

«با همکاری»

مهندس غلامرضا دانشی

گروه آموزش ناوگان

مرکز آموزش عالی علمی - کاربردی راه آهن جمهوری اسلامی ایران

بهمن ماه - ۱۳۸۷

سرشناسه	آقاجانی، غلامرضا، ۱۳۴۹
عنوان و نام پدید آور	آشنایی با واگن های باری راه آهن / تألیف: غلامرضا آقاجانی، محسن طلیعه نوری، محمد مکی؛ ویراستار ناصر مجیدی فرد؛ [برای] گروه آموزش ناوگان مرکز آموزش عالی علمی- کاربردی راه آهن جمهوری اسلامی ایران.
مشخصات نشر	تهران: طاهر ۱۳۸۷.
مشخصات ظاهری	۲۶۴ ص.: مصور، جدول
شابک	۵۰۰۰۰ ریال: 7-134-507-964-978
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	راه آهن - واگن های باری - نگهداری و تعمیر.
شناسنامه افزوده	طلیعه نوری، محسن، ۱۳۴۶.
شناسنامه افزوده	مکی، محمد، ۱۳۴۹.
شناسنامه افزوده	مرکز آموزش عالی علمی- کاربردی راه آهن جمهوری اسلامی ایران - گروه آموزش ناوگان
رده بندی کنگره	TF ۴۰۷/۷۵ ۱۳۸۷
رده بندی دیویی	۶۲۵/۲۴۰۲۸۸
شماره کتاب شناسی ملی	۱۵۵۱۵۰۷



مرکز آموزش عالی علمی - کاربردی راه آهن: میدان راه آهن، خیابان دشت آزادگان، درب غربی راه آهن، حوزه شش، ساختمان مرکز آموزش

● سایت مرکز آموزش : <http://www.raitc.rai.ir>
 ● پست الکترونیکی : Rwamaouzesh@rai.ir

عنوان: آشنایی با واگن های باری راه آهن
 تألیف: مهندس غلامرضا آقاجانی، مهندس محسن طلیعه نوری، مهندس سید محمد مکی. مهندس محمود نصیری
 ویرایش ادبی: ناصر مجیدی فرد
 صفحه آرای: الهه ابراهیمی شادمان
 ناشر: موسسه فرهنگی هنری طاهر
 شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه
 نوبت چاپ: اول - ۱۳۸۷
 قیمت: ۴۰۰۰ تومان

«کلیه حقوق این اثر برای مرکز آموزش عالی علمی- کاربردی راه آهن محفوظ می باشد.»

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	پیشگفتار
۹	سخنی با خواننده

● فصل اول: واگن های راه آهن

۱۳	۱- واگن های راه آهن
۱۳	۱-۱ مقدمه
۱۳	۱-۲ قسمت های تشکیل دهنده ی واگن
۱۴	۱-۲-۱ شاسی و بدنه ی واگن
۱۴	۱-۲-۲ سامانه ی حرکتی واگن
۱۶	۱-۲-۳ سامانه ی توقف (ترمز) واگن
۱۷	۳-۱ تجهیزات اتصال دو واگن
۱۸	۴-۱ تجهیزات جذب کننده ی ضربه
۱۹	۵-۱ واگن های مسافری (سالن ها)
۲۰	۶-۱ واگن های باری
۲۱	۱-۶-۱ واگن های مسطح
۲۴	۲-۶-۱ واگن های فله بر
۲۶	۳-۶-۱ واگن های لبه دار (گاندولا)
۳۱	۴-۶-۱ واگن مسقف
۳۳	۵-۶-۱ واگن مخزن
۳۶	۶-۶-۱ واگن یخچال
۳۸	۷-۶-۱ واگن های حمل حیوانات
۴۱	۸-۶-۱ واگن حمل خودرو
۴۴	۹-۶-۱ واگن های حمل کالاهای سنگین (اشنابل)
۴۷	۱۰-۶-۱ کابوس ها
۴۹	۷-۱ ناوگان باری راه آهن ایران

● فصل دوم: سامانه ی حرکتی واگن های باری

۶۱	۲- سامانه ی حرکتی واگن های باری
۶۱	۱-۲ مقدمه
۶۱	۲-۲ بوژی
۶۲	۳-۲ طبقه بندی بوژی ها
۶۳	۱-۳-۲ طبقه بندی بوژی ها بر اساس تعداد محور
۶۶	۲-۳-۲ طبقه بندی بوژی بر اساس نوع فریم
۶۷	۳-۳-۲ طبقه بندی بوژی ها بر اساس کیفیت حرکت
۶۷	۴-۳-۲ طبقه بندی بوژی ها بر اساس بار محوری
۶۸	۵-۳-۲ طبقه بندی بوژی ها بر مبنای مفصل دار بودن
۶۹	۴-۲ ساختار بوژی های باری
۷۰	۵-۲ بوژی های با فریم یک پارچه
۷۲	۱-۵-۲ فریم
۸۱	۲-۵-۲ سیستم تعلیق
۹۳	۳-۵-۲ سیستم محدود کننده ی حرکت دورانی حول محور طولی خط
۹۷	۴-۵-۲ سیستم اهرم بندی ترمز بوژی
۱۰۷	۵-۵-۲ مجموعه ی چرخ و محور (Wheelset)
۱۱۹	۶-۵-۲ سیستم میرا کننده ی نوسانات
۱۲۰	۷-۵-۲ معرفی معروف ترین بوژی های با فریم یک پارچه
۱۲۸	۶-۲ بوژی های با فریم سه تکه
۱۲۹	۱-۶-۲ فریم
۱۳۷	۲-۶-۲ سیستم تعلیق ثانویه
۱۴۰	۳-۶-۲ سیستم محدود کننده ی حرکت دورانی حول محور طولی
۱۴۱	۴-۶-۲ سیستم اهرم بندی ترمز
۱۵۱	۵-۶-۲ مجموعه ی چرخ و محور
۱۵۶	۶-۶-۲ سیستم میرا کننده ی نوسانات
۱۵۸	۷-۶-۲ تیرا تکایی سنسور تشخیص میزان بار

● فصل سوم: سیستم های اتصال واگن ها

۱۶۱	..... ۳- سیستم های اتصال واگن ها
۱۶۱	..... ۱-۳ مقدمه
۱۶۲	..... ۲-۳ مفاهیم
۱۶۳	..... ۱-۲-۳ نیرو
۱۶۵	..... ۲-۲-۳ اصطکاک
۱۶۵	..... ۳-۲-۳ انرژی
۱۶۶	..... ۴-۲-۳ انرژی جنبشی
۱۶۶	..... ۵-۲-۳ گشتاور
۱۶۷	..... ۶-۲-۳ ضربه
۱۶۸	..... ۷-۲-۳ تنش
۱۶۹	..... ۳-۳ کوپلینگ
۱۷۰	..... ۱-۳-۳ سیستم اتصال غیر اتوماتیک
۱۷۷	..... ۲-۳-۳ سیستم اتصال اتوماتیک
۱۹۱	..... ۴-۳ ضربه گیر
۱۹۲	..... ۱-۴-۳ ضربه گیر با فنر حلزونی
۱۹۵	..... ۲-۴-۳ ضربه گیر رینگ فدر
۲۰۰	..... ۵-۳ تامپون
۲۰۳	..... ۶-۳ تشریح فنر اصطکاک
۲۰۳	..... ۱-۶-۳ مشخصه ها
۲۰۵	..... ۲-۶-۳ الگوی تنش در حلقه ها
۲۰۵	..... ۳-۶-۳ میرایی فنر اصطکاک
۲۰۵	..... ۴-۶-۳ روانکاری
۲۰۶	..... ۵-۶-۳ اندازه های ساخت
۲۰۶	..... ۶-۶-۳ محدوده ی کاربرد

● فصل چهارم: ترمز گیری در واگن های باری

- ۲۱۱ ۴- ترمز گیری در واگن های باری
- ۲۱۱ ۴-۱ مقدمه
- ۲۱۱ ۴-۲ اصول ترمزگیری
- ۲۱۳ ۴-۲-۱ محاسبه ی نیروی کفش ترمز
- ۲۱۳ ۴-۲-۲ زمان ترمز گیری و آزاد سازی
- ۲۱۵ ۴-۲-۳ مبانی دینامیکی ترمزگیری
- ۲۱۷ ۴-۲-۴ ضریب اصطکاک و پدیده ی سرخوردن
- ۲۱۹ ۴-۳ ترمز آلات ناقله ی ربلی
- ۲۲۶ ۴-۴ تجهیزات مورد استفاده در سیستم ترمز هوایی غیر مستقیم
- ۲۲۷ ۴-۴-۱ تجهیزات اصلی ترمز هوایی در لکوموتیو
- ۲۳۴ ۴-۴-۲ تجهیزات اصلی ترمز هوایی در واگن
- ۲۳۷ ۴-۵ عملکرد سیستم ترمز در هر واگن از یک قطار باری
- ۲۳۷ ۴-۵-۱ حالت هواگیری
- ۲۳۹ ۴-۵-۲ حالت ترمز گیری
- ۲۴۰ ۴-۵-۳ حالت آزاد سازی
- ۲۴۰ ۴-۵-۴ حالت اضطراری
- ۲۴۰ ۴-۶ سیستم های ترمز مورد استفاده در ناوگان باری ایران
- ۲۴۱ ۴-۶-۱ سوپاپ سه قلوهای کنور با علامت اختصاری KE
- ۲۵۰ ۴-۶-۲ سوپاپ سه قلو ی روسی مدل 483M
- ۲۵۹ ● مراجع
- ۲۶۱ ● معرفی کتاب های منتشر شده در مرکز آموزش راه آهن

بسمه تعالی

پیشگفتار:

مرکز آموزش راه آهن به عنوان پشتیبان و مجری اصلی تربیت نیروی انسانی متخصص برای واحد های مختلف در راه آهن، همواره وظیفه ی خود می داند تا با بهره گیری از منابع مستند و استانداردها اطلاعات پراکنده و تجربیات کارکنان تلاشگر را به صورت مراجع با ارزش و قابل استناد در اختیار کارکنان، پژوهشگران و دانشجویان قرار دهد. در همین راستا، از سال ۱۳۷۹ تا کنون بیش از ۴۰ جلد کتاب در زمینه های گوناگون تخصصی ریلی توسط این مرکز منتشر شده است.

علیرغم وجود جزوات درسی متفاوت در خصوص معرفی واگن های باری در ایران، از آنجا که هماهنگی لازم بین مطالب جزوات مختلف وجود نداشت، تصمیم بر آن گرفته شد تا با استفاده از کارشناسان مجرب در این زمینه، مرجعی قابل اعتماد و مستند در اختیار همکاران قرار گیرد.

در این خصوص با همکاری اداره ی کل واگن های باری و این مرکز، کار تهیه و تدوین کتاب حاضر که مقدمه ای بر آشنایی با واگن های باری راه آهن جمهوری اسلامی است آغاز گردید.

این کتاب به عنوان اولین اثر در خصوص معرفی انواع واگن های باری در ایران شامل معرفی تجهیزات مختلف واگن اعم از آلات ناقله، تجهیزات ترمز و تجهیزات اتصال واگن ها می باشد که حاصل تلاش گروهی از کارشناسان خبره ی راه آهن در زمینه ی واگن های باری است.

در این خصوص لازم است از زحمات آقایان غلامرضا آقاجانی، محسن طلبعه نوری، محمد مکی و محمود نصیری که تألیف کتاب حاضر را به عهده داشتند تقدیر ویژه به عمل آید. همچنین از تلاش های سرکار خانم شهرزاد نصر الهی در امر ترجمه ی متون فرانسوی، آقای ناصر مجیدی فرد در امر ویراستاری ادبی و آماده سازی نهایی کتاب برای چاپ و نیز آقای غلامرضا دانشی که هماهنگی گروه را به عهده داشتند، تقدیر و تشکر می گردد.

شایان ذکر است، ارائه ی نظرات و پیشنهادات توسط اساتید و صاحب نظران امور ناوگان و سیر و حرکت در خصوص بهبود کتاب مذکور موجب امتنان می باشد.

حسین شاپوری

مدیر کل مرکز آموزش راه آهن

جمهوری اسلامی ایران

سخنی با خواننده

با پیشرفت روز افزون صنعت حمل و نقل و افزایش تقاضا برای حمل بار توسط وسایل نقلیه ریلی و همچنین با توجه به برنامه‌ی توسعه‌ی اقتصادی و اجتماعی که تا سال ۱۳۹۰ می‌بایست سهم راه‌آهن از کل حمل بار کشوری ۳۰٪ باشد، نیاز به آموزش و ارتقای دانش فنی دست‌اندرکاران این صنعت، تهیه و تدوین برنامه‌های آموزشی مدونی را ایجاب می‌کند که در این راستا کتاب‌های شناسایی و آشنایی با مجموعه‌ها، قطعات و سیستم‌های مرتبط و کاربری آنها یکی از مفیدترین ابزارها می‌تواند باشد. در همین راستا از چندی پیش با همکاری مرکز آموزش و اداره کل واگن‌های باری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، تصمیم گرفته شد تا کتاب آشنایی با واگن‌های باری جهت استفاده‌ی دانشجویان و علاقمندان به صنعت حمل و نقل ریلی تهیه گردد. با عنایت به اینکه امروزه یکی از اصلی‌ترین ارکان هر صنعت، خصوصاً راه‌آهن، استاندارد است، سعی بر آن بوده که هر فصل از کتاب با نگرش مناسب و مقتضی به استانداردهای رایج و مدارک معتبر، جمع‌آوری و ارائه گردد. لذا مستند بودن مطالب کتاب حاضر از اصولی بوده که همواره مد نظر مؤلفین آن قرار داشته است.

در اینجا لازم می‌دانیم از مدیریت محترم مرکز آموزش جناب آقای مهندس شاپوری و همچنین مدیر کل محترم اداره کل واگن‌های باری جناب آقای مهندس نقاشی که علیرغم کمبود نیروی کارشناسی کافی جهت انجام امور محوله، بستر مناسبی جهت امر پژوهش و جمع‌آوری مطالب این کتاب فراهم آوردند، تشکر و قدر دانی ویژه داشته باشیم. همچنین از زحمات جناب آقای علی یوحنايي که در امر آماده‌سازی برخی از تصاویر تلاش فراوانی نمودند و دیگر عزیزانی که در تدوین این مجموعه ما را یاری رساندند، سپاسگزاریم. معتقدیم همواره مسایلی وجود دارد که از دید پنهان می‌مانند و نیز هر کاری برای باقی ماندن نیاز به اصلاح و بهبود و به‌روزرسانی دارد. لذا امید است استفاده‌کنندگان این کتاب با ارائه‌ی انتقادات و پیشنهادات سازنده‌ی خود ما را در بهبود و رفع معایب آن راهنمایی نمایند.

فصل اول

واکنش‌های راه آهن

۱- واگن های راه آهن

۱-۱- مقدمه

واگن های راه آهن، وسایل نقلیه ی ریلی هستند که فاقد نیروی کشش بوده و توسط لکوموتیو یا کشنده ی دیگری به حرکت در می آیند. این واگن ها قابلیت اتصال به یکدیگر را داشته و مجموعه ای از آنها که توسط لکوموتیو به حرکت در می آید را یک «رام قطار» می نامند.

اگر چه بیشتر واگن های راه آهن به منظور کسب درآمد طراحی می شوند، با این وجود واگن هایی نیز وجود دارند که در کسب درآمد راه آهن دخالتی ندارند (مانند واگن های ویژه ی تعمیرات خطوط و...).

واگن های درآمدزا به دو دسته ی الف- واگن های مسافری و ب- واگن های باری تقسیم می شوند که این فصل قصد دارد به معرفی انواع واگن های باری بپردازد. لیکن قبل از شروع به معرفی انواع واگن های باری، لازم است مختصری راجع به قسمت های مختلف تشکیل دهنده ی یک واگن که در تمامی انواع آن مشترک بوده و فارغ از نوع واگن می باشند، پرداخته شود. پس از آن معرفی کوتاهی در مورد واگن های مسافری ارائه خواهد شد و سپس انواع مختلف واگن های باری که عمومیت بیشتری در سطح بین المللی دارند، معرفی می گردند.

۱-۲- قسمت های تشکیل دهنده ی واگن

قسمت های اصلی تشکیل دهنده ی یک واگن راه آهن عبارتند از:

- شاسی و بدنه ی واگن
- سامانه ی حرکتی واگن
- سامانه ی توقف (ترمز) واگن

- تجهیزات اتصال دو واگن
- ضربه گیرها و تجهیزات جذب کننده ی ضربات واگن ها به یکدیگر در ادامه شرح مختصری راجع به موارد بالا ارائه می گردد.

۱-۲-۱- شاسی و بدنه ی واگن

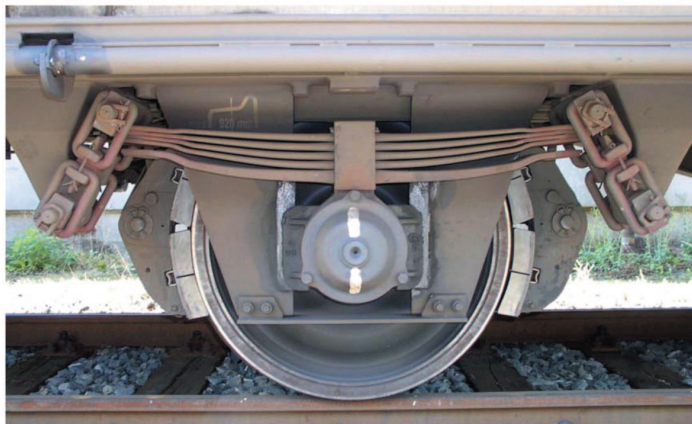
به زیرساختاری که به عنوان چارچوب اصلی و اسکلت بدنه ی واگن به کار می رود، شاسی واگن می گویند. این بخش وظیفه ی تحمل و توزیع بار اعمال شده روی واگن (از طریق کالا یا مسافر و نیز خود بدنه ی واگن) و تحمل نیروهای طولی و جانبی وارده به واگن در زمان حرکت و ضربات ناشی از آن را بر عهده دارد. بدنه ی واگن نیز فضای مناسب و ایمن را برای بار یا سرنشین تامین می نماید. به عنوان مثال شکل بدنه ی یک واگن حمل الوار با یک واگن حمل گاز کاملاً متفاوت می باشد. واگن های مختلف معمولاً بر اساس شکل بدنه و تجهیزات موجود بر روی آن تقسیم بندی می شوند.

۱-۲-۲- سامانه ی حرکتی واگن

این سامانه همان طور که از نامش برمی آید، وظیفه ی حرکت و جابجایی واگن را به عهده دارد. تجهیزات مربوط به سیستم تعلیق (فنربندی)، چرخها و دیگر ادوات تسهیل کننده ی حرکت، بخشی از سامانه ی توقف واگن، امکانات تسهیل گردش واگن در قوس ها و دیگر تجهیزات دینامیکی در این سامانه قرار دارند. بر اساس نوع سامانه ی حرکتی، واگن ها به دو دسته ی بوژی دار و فاقد بوژی تقسیم می شوند. بوژی وسیله ای ارابه مانند است که دارای چارچوبی برای در بر گرفتن چرخها است و در زیر شاسی واگن قرار می گیرد. به طور کلی در سامانه ی حرکتی واگن های امروزی، هر دو چرخ بر روی یک محور قرار می گیرند و یک مجموعه ی متشکل از دو چرخ و یک محور را تشکیل می دهند که اصطلاحاً به آن «چرخ و محور» گفته می شود. در واگن های فاقد بوژی، چرخ و محورها توسط تجهیزاتی که مستقیماً به شاسی واگن متصل

هستند، در بر گرفته می شوند. در حالی که در واگن های بوژی دار چرخ و محورها توسط بخش هایی از بوژی با بقیه ی قسمت های سامانه ی حرکتی در تماس هستند. در واگن های بوژی دار معمولا برای هر واگن از دو بوژی استفاده می شود. هرچند در موارد استثنا بوژی ها در محل اتصال دو واگن قرار می گیرند. بوژی ها در انواع دومحوره، سه محوره و چهارمحوره ساخته می شوند. چنانچه تعداد محورهای بیشتری برای یک واگن مورد نیاز باشد، تعداد بوژی های واگن را افزایش می دهند.

اطلاعات کامل تر در مورد سامانه ی حرکتی واگن ها در فصلی جداگانه ارائه خواهد شد. شکل های ۱-۱ و ۲-۱ نمونه ای از این دو نوع سامانه ی حرکتی را نشان می دهند.



شکل ۱-۱) سامانه ی حرکتی فاقد بوژی



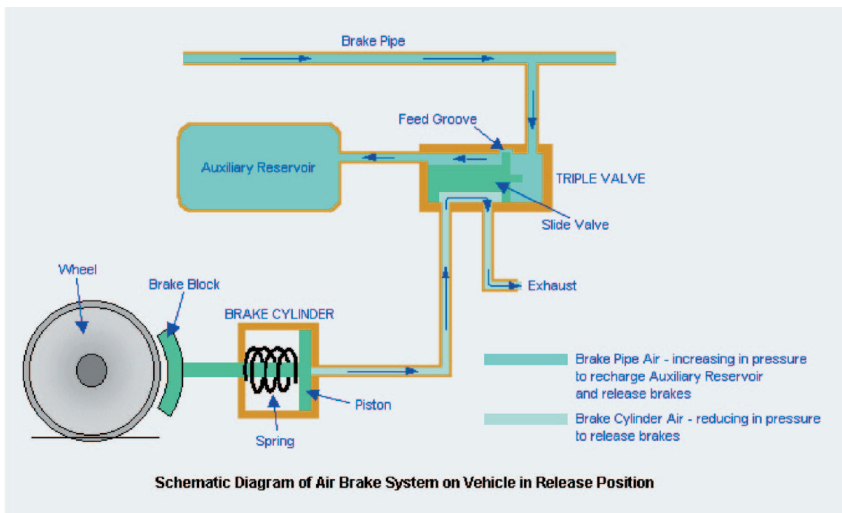
شکل ۱-۲) تصویر یک نوع بوژی باری

۱-۲-۳- سامانه‌ی توقف (ترمز) واگن

این سامانه متشکل از تجهیزات مورد نیاز برای متوقف کردن واگن است. کنترل سامانه‌ی ترمز معمولاً به صورت پنوماتیکی یا الکتروپنوماتیکی انجام می‌گیرد. ترمزهای مغناطیسی و مکانیکی نیز در برخی موارد کاربرد دارند. سیستم رایج ترمز در ناوگان ریلی ایران، ترمز هوایی (پنوماتیکی) است که بخش‌های اصلی تشکیل دهنده‌ی آن در یک واگن عبارتند از:

- لوله‌ی اصلی هوا
- سوپاپ سه‌قلو (توزیع)
- مخزن فرعی هوا
- سیلندر ترمز
- اهرم‌بندی انتقال و تقویت نیروی ترمز
- بلوک‌های اصطکاکی جهت انجام عمل ترمز

نحوه‌ی ارتباط این بخش‌ها در شکل ۱-۳ نشان داده شده است و جزئیات بیشتر در فصلی جداگانه ارائه خواهد شد.



شکل ۱-۳) نحوه‌ی ارتباط تجهیزات ترمز واگن با یکدیگر

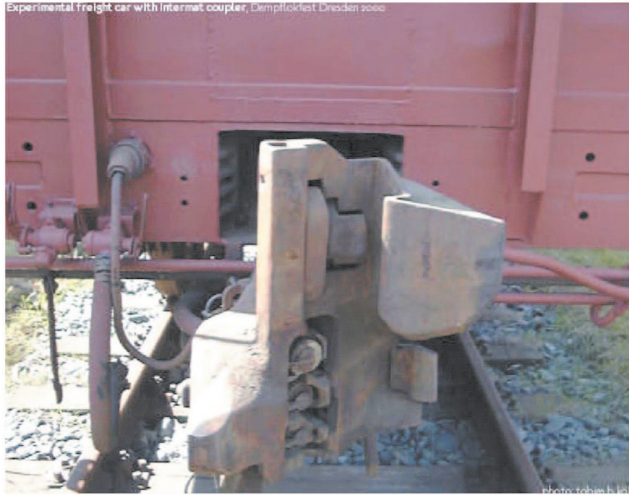
۱-۳- تجهیزات اتصال دو واگن

واگن های مختلف یک قطار معمولاً با ادواتی به نام قلاب به یکدیگر متصل می شوند. هرچند همان طور که گفته شد در برخی انواع قطارها، بوژی ها در محل اتصال دو واگن قرار گرفته و به این ترتیب واگن ها به یکدیگر متصل می گردند.

قلاب ها در دو نوع زنجیری و اتوماتیک ساخته می شوند. قلاب های زنجیری به هنگام اتصال، نیاز به مداخله ی دست داشته و مانورچی باید پس از نزدیک شدن دو واگن به یکدیگر، به میان دو واگن رفته و اتصال دو واگن را برقرار نماید. در هنگام انفصال نیز مجدداً پس از قطع اتصال دو واگن به صورت دستی و توسط مانورچی، می توان واگن ها را از یکدیگر دور کرد. در صورتی که در قلاب های اتوماتیک برخورد ضعیف دو واگن سبب اتصال دو واگن شده و نیازی به مداخله ی مانورچی ندارد. در هنگام انفصال دو واگن دارای قلاب اتوماتیک نیز مانورچی می تواند با بلند کردن اهرمی که در کنار واگن تعبیه شده، ضامن قلاب ها را آزاد نموده و در واقع عمل انفصال را انجام دهد. شکل های ۱-۴ و ۱-۵ نمونه ای از قلاب زنجیری و اتوماتیک را نشان می دهند.



شکل ۱-۴) قلاب زنجیری



شکل ۱-۵) قلاب اتوماتیک

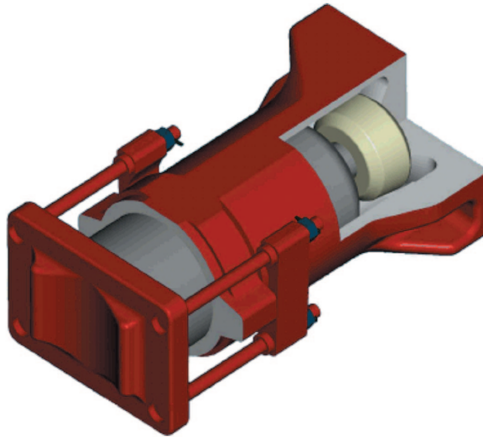
۱-۴- تجهیزات جذب کننده ی ضربه

ضربه گیرها و یا تجهیزات جذب کننده ی ضربات واگن ها به یکدیگر، که در هنگام اتصال و یا در اثر نوسانات حرکتی به وجود می آیند، وظیفه ی میرا کنندگی این ضربات را به عهده داشته و تا حدود زیادی از وارد آمدن شوک به قطار جلوگیری می کنند.

در واگن های فاقد قلاب اتوماتیک، این تجهیزات به نام تامپون شناخته شده و در دو انتهای واگن و در دو سمت آن نصب می شوند. یعنی تعداد ۴ تامپون برای هر واگن استفاده می گردد. همان طور که گفته شد تامپون ها از وارد کردن ضربات شدید توسط واگن ها به یکدیگر جلوگیری کرده و با سیستم فنر و مستهلک کننده ی داخل خود، آنها را میرا می کنند. همین عمل در واگن های دارای قلاب اتومات، توسط ضربه گیری که در پشت قلاب قرار دارد، انجام می شود. شکل های ۱-۶ و ۱-۷ نمونه ای از تامپون و ضربه گیر قلاب را نشان می دهند. فصل سوم شامل جزئیات بیشتری از این سیستم ها می باشد.



شکل ۱-۶) تامپون که در دو طرف واگن قرار گرفته است



شکل ۱-۷) نوعی ضربه گیر قلاب اتوماتیک

۱-۵- واگن های مسافری (سالن ها)

این نوع واگن ها به منظور جابجایی مسافر طراحی می شوند و دارای امکانات ضروری و رفاهی مورد نیاز

مسافران در طول مسیر می‌باشند. طراحی این واگن‌ها بسته به نوع کاربردشان از نظر مسافرت در مسافتهای کوتاه یا طولانی، دارای تفاوت‌هایی از نظر امکانات رفاهی، نحوه استقرار مسافران و ... است. وظیفه‌ی اصلی واگن‌های مسافری؛ جابجایی مسافران با در نظر گرفتن امنیت و آسایش آنان در حداقل زمان ممکن می‌باشد. گستردگی انواع مختلف واگن‌های مسافری به حدی است که معرفی تمامی آنان در این فرصت کوتاه امکان‌پذیر نیست و در اینجا تنها به ذکر اسامی چند نمونه از آنها بسنده می‌کنیم:

- سالن‌های مسافری محلی برای مسافت‌های کوتاه
- سالن‌های مسافری بین شهری برای مسافت‌های طولانی
- سالن‌های نمایش تئاتر مورد استفاده در قطارهای با سیر طولانی
- سالن‌های مسافری با امکانات خواب
- سالن‌های مسافری دو طبقه
- ترن‌ست‌ها و ...

۱-۶- واگن‌های باری

واگن‌های باری به منظور جابجایی و حمل بار و کالا طراحی می‌شوند و وظیفه‌ی اصلی آنها حمل بار و کالا بدون وارد آوردن صدمه به آنها است. این نوع از واگن‌ها به منظور تامین کیفیت مناسب برای حمل کالاهای گوناگون، از نظر شکل ظاهری در انواع بسیار مختلفی طراحی می‌شوند.

عمومی‌ترین انواع واگن‌های باری عبارتند از:

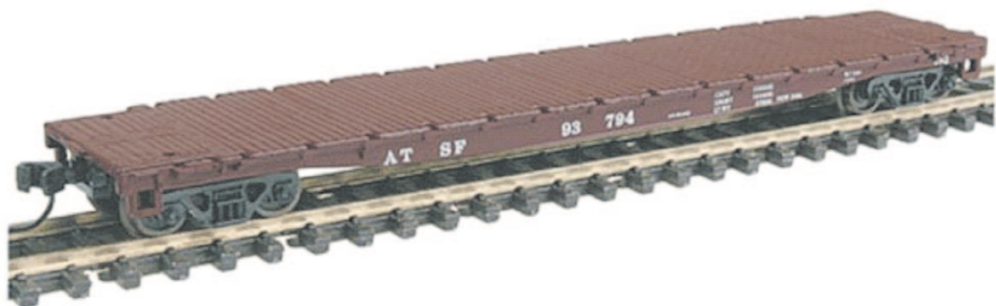
- واگن‌های مسطح
- واگن‌های مسقف
- واگن‌های لبه‌دار (گاندولا)
- واگن‌های فله‌بر

- واگن های مخزن
- یخچال ها
- واگن های حمل خودرو
- واگن های اشنابل
- واگن های حمل حیوانات

در راه آهن ایران علاوه بر موارد فوق، واگن های انتهایی (کابوسها) نیز علیرغم درآمدزا نبودنشان و به دلیل ارتباط کاربری بسیار نزدیک آنها با واگن های باری، جزء ناوگان واگن های باری محسوب می شوند. انواع یاد شده در بالا، در ادامه به اختصار شرح داده خواهند شد.

۱-۶-۱- واگن های مسطح

واگن های باری فاقد دیواره و سقف دائمی را واگن مسطح می نامند. یک واگن مسطح نوعی وسیله ی ریلی با عرشه ای مسطح و روباز است که بر روی یک جفت بوژی قرار دارد. لبه های عرشه می تواند دارای مقرهایی جهت نصب دیرکهای نگهدارنده ی بار و یا به منظور بستن بار باشد. واگن های مسطح جهت حمل بارهای سنگین و دارای حمل و نقل مشکل استفاده می شوند. همچنین این واگن ها به منظور حمل کانتینر و تریلر نیز به کار می روند. شکل ۱-۸ یک نمونه از این نوع واگن ها را نشان می دهد.



شکل ۱-۸) واگن مسطح

گاهی اوقات واگن های مسطح، به منظور استفاده های خاص، طراحی ها و شکل های ویژه ای به خود می گیرند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می شود.

۱-۶-۱-۱- واگن های مسطح با دیواره های انتهایی

در این نوع واگن ها (شکل ۱-۹) دیواره های انتهایی به منظور جلوگیری از لغزش بار در دو انتها تعبیه شده اند. بارهایی که عموماً با این نوع واگن ها حمل می شوند عبارت از لوله، قطعات فولادی، دیرک، الوار و امثال اینها می باشند. اگر چه الوارها بیشتر با واگن های دارای دیواره ی میانی حمل می شوند.

۱-۶-۱-۲- واگن های مسطح با دیواره ی میانی

واگن های مسطح با دیواره ی میانی (شکل ۱-۱۰) واگن های ویژه ای هستند که به منظور حمل مصالح ساختمانی بسته بندی شده مانند، الوارهای ابعادی، صفحات دیوارها و نرده های پرچین ها طراحی شده اند. طراحی آنها بر همان مبنای واگن های مسطح با دیواره ی انتهایی، یعنی به منظور جلوگیری از حرکت بار، می باشد. با این تفاوت که به یک تیر I شکل طولی با اجزای عمودی یا قطری مجهز شده اند. این واگن ها باید به صورت متقارن بارگیری شوند. یعنی به این صورت که نیمی از بار در یک طرف دیواره ی میانی و نیمی دیگر در طرف دیگر قرار داده شود.



شکل ۱-۹) واگن مسطح با دیواره ی انتهایی



شکل ۱-۱۰) واگن مسطح بادبوارهی میانی

۱-۶-۱-۳- واگن‌های مسطح نرده‌دار

برخی انواع واگن‌های مسطح مجهز به نرده‌های جانبی هستند. این نوع واگن‌ها به منظور حمل بارهایی که امکان لغزش آنها به کناره‌ها وجود دارد یا مهار کردن آنها به سادگی امکان‌پذیر نیست، به کار می‌روند. بارهایی نظیر الوارها و لوله‌های کم قطر از نمونه بارهایی هستند که با این واگن‌ها حمل می‌شوند.

۱-۶-۱-۴- واگن‌های مسطح سنگین (کمرشکن)

واگن‌های مسطح سنگین به منظور حمل بارهای بسیار سنگین طراحی شده‌اند. تعداد محورهای این واگن‌ها معمولاً بیش از ۴ محور می‌باشد. برخی انواع این واگن‌ها دارای قسمت میانی فرو رفته هستند تا ارتفاع زیاد بار را جبران کنند. بارهایی که معمولاً با این واگن‌ها حمل می‌شوند عبارت از تجهیزات توان الکتریکی و ماشین‌آلات صنعتی بزرگ هستند. شکل ۱-۱۱ یک نمونه از این نوع واگن را نشان می‌دهد.

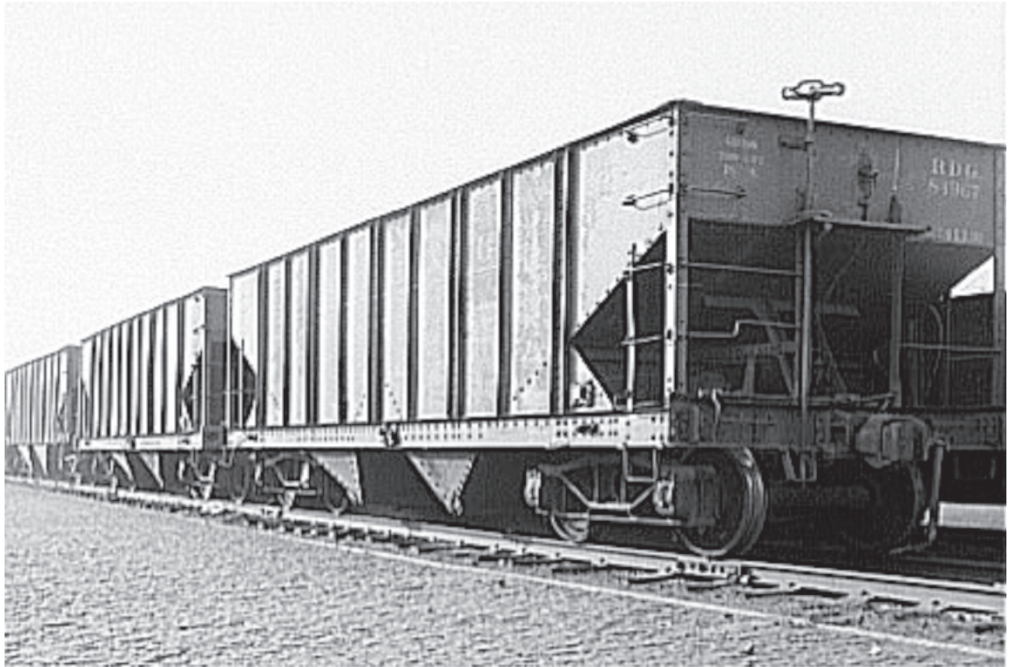


شکل ۱-۱۱) واگن کمرشکن

۱-۶-۲- واگن های فله بر

واگن فله بر، نوعی از واگن های باری است که به منظور حمل بارهای فله مورد استفاده قرار می گیرد. تفاوت این واگن ها با واگن لبه بلند در این است که فله برها دارای دریچه های تخلیه ی بار در قسمت تحتانی یا کناره ها هستند. طراحی این واگن ها پس از مکانیزه شدن بارگیری و تخلیه شکل گرفت. دو نوع اصلی واگن های فله بر وجود دارند: واگن های فله بر روباز و سرپوشیده. شکل ۱-۱۲ یک واگن فله بر روباز دو دریچه ای را نشان می دهد.

در سال های اخیر در آمریکای شمالی واگن های فله بر روباز را با دستگاه واگن گردان و از بالا تخلیه می کنند. این روش تخلیه به علت سادگی و سرعت، به روش های قبلی ترجیح داده شده است. به همین دلیل هر چند هنوز تعداد زیادی واگن فله بر روباز در شبکه های ریلی وجود دارد، امروزه به جای واگن های فله بر روباز از واگن های لبه بلند نیز استفاده می کنند.



شکل ۱-۱۲) واگن فله بر روباز

واگن های فله بر سرپوشیده، به منظور حمل محموله هایی که نیاز به حفاظت در برابر عواملی مانند باد و باران و ... دارند؛ مانند انواع دانه ها (نظیر ذرت، گندم، جو و ...) استفاده می شوند. برخی انواع فله برهای سرپوشیده جهت حمل سیمان، فسفات و دیگر محموله هایی که به صورت پودر هستند، مورد استفاده قرار می گیرند.

فله برهای سرپوشیده (شکل ۱-۱۳) از لحاظ ساختاری بسیار شبیه نوع روباز هستند. بدنه ی واگن شامل یک هوپر بزرگ با دریچه های تخلیه تختانی می باشد. فله برهای سرپوشیده و روباز نه تنها در پوشش سقف، بلکه در اندازه ی واگن نیز با هم تفاوت دارند. فله برهای سرپوشیده نوعاً بارهای با دانسیته ی کمتر و در نتیجه سبک تری را حمل می کنند. بنابراین در حجم های بزرگ تری نسبت به نوع روباز ساخته می شوند.



شکل ۱-۱۳) واگن فله بر سرپوشیده

۱-۶-۳- واگن های لبه دار (گاندولا)

در فرهنگ اصطلاحات راه آهن، گاندولا نوعی واگن روباز است که به منظور حمل مواد کم حجم از آن استفاده می شود. برخی انواع آن به دلیل داشتن دیواره های کوتاه برای حمل مواد خیلی سنگین؛ مانند ورقه ها یا کویل های فولادی و یا اجسام خیلی حجیم؛ مانند قطعات پیش ساخته ی خطوط راه آهن به کار می روند. واگن های لبه دار دارای سه نوع متمایز لبه بلند، لبه کوتاه و کف گود جهت حمل کانتینر می باشند.

۱-۶-۳-۱- واگن لبه بلند

واگن لبه بلند یکی از انواع مرسوم واگن گاندولا است که دارای دیوارهای جانبی و انتهایی با ارتفاع بیشتر از ۳۶ اینچ (۹۱/۴۴ سانتی متر) می باشد. واگن های لبه بلند عموماً برای حمل مواد کم حجم مانند زغال سنگ که محافظت از آنها در برابر شرایط نامساعد جوی الزامی ندارد، مورد استفاده قرار می گیرند. این واگن ها متناسب با نوع کاربریشان دارای انواع مختلفی هستند که به طور کلی در سه گروه زیر قابل دسته بندی هستند.

- واگن های وانی شکل: این نوع از انواع گاندولای لبه بلند فاقد هرگونه دریچه ی تخلیه است. در نیمه ی

دوم قرن بیستم، به جهت حمل ذغال سنگ بیشتر با هر واگن، به این نوع واگن ها رو آورده شد. از آنجا که این واگن ها برخلاف واگن های هوپر (فله بر) دارای هیچ گونه تجهیزاتی جهت باز و بسته کردن دریچه های تخلیه نیستند، لذا قادرند حجم بیشتری از بار را حمل کنند. تخلیه ی این واگن ها با مکانیزم هایی است که واگن راروی قسمت مخصوصی از خط محکم نگه می دارند و سپس دوران خط؛ سبب برگشتن واگن و تخلیه ی آن از قسمت فوقانی می شود. به این نوع تجهیزات، واگن برگردان (Rotary car damper) می گویند.

- واگن های لبه بلند با تخلیه ی از کف: کف این نوع از واگن های لبه بلند ثابت نیست و به عنوان دریچه ی تخلیه عمل می کند. در این نوع واگن ها، محتویات واگن در بین دو ریل تخلیه می شود.
- واگن های لبه بلند دارای درهای جانبی: تخلیه ی این واگن ها از طریق درهایی که در دیواره های جانبی آن تعبیه شده اند، صورت می پذیرد. جهت تخلیه ی این واگن ها لازم است واگن بر روی سکو قرار گرفته و با تجهیزاتی مناسب، محتویات آن به پایین سکو هدایت گردد.

شکل ۱-۱۴ یک نمونه واگن لبه بلند از نوع وانی شکل را نشان می دهد.



شکل ۱-۱۴ واگن لبه بلند وانی شکل

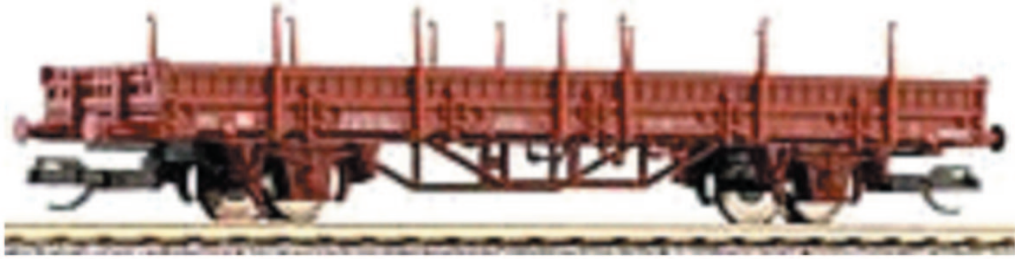
۱-۶-۳-۲- واگن های لبه کوتاه

واگن های لبه کوتاه یکی دیگر از انواع واگن های لبه دار هستند که ارتفاع دیواره های جانبی آنها مساوی یا کمتر از ۳۶ اینچ است. این واگن ها به دلیل ارتفاع کمتر لبه هایشان، برای حمل مواد کم حجم که با واگن های لبه بلند حمل می شوند، مناسب نیستند و مورد استفاده آنها بیشتر بارهایی است که ابعاد هندسی آنها بزرگ است. به عنوان مثال بارهایی نظیر کویل های فولادی یا آلومینیومی، برخی ماشین آلات صنعتی، انواع کامیون ها، کانتینر، ورقه های فلزی و امثال آنها را می توان با واگن های لبه کوتاه حمل نمود. شکل ۱-۱۵ یک واگن لبه کوتاه مخصوص حمل کویل های فولادی و یا آلومینیومی را نشان می دهد. در این نوع واگن ها به دلیل نیاز به محافظت بار در برابر شرایط نامساعد جوی، از پوشش بار نیز استفاده می شود.



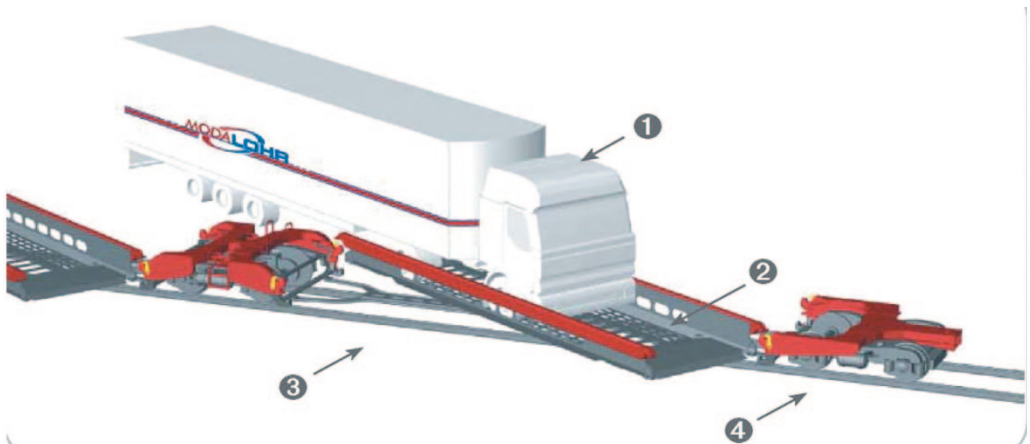
شکل ۱-۱۵) واگن لبه کوتاه مخصوص حمل کویل

برخی از انواع این واگن ها مجهز به نرده هایی بلندتر از دیواره های جانبی در اطراف خود هستند که آنها را برای حمل بارهایی نظیر الوار، انواع لوله ها و دیگر محموله هایی که نیاز به جلوگیری از حرکت آنها به اطراف می باشد، مناسب می کنند. به این نرده ها ستون های باربندی می گویند. نظیر این نرده ها در واگن های سطح نیز دیده می شود. شکل ۱-۱۶ یک نمونه از این نوع واگن ها را نشان می دهد.



شکل ۱-۱۶) واگن لبه کوتاه نزده دار

یک نمونه‌ی دیگر از واگن های لبه کوتاه، مدلی است که به مودالور (Modalohr) موسوم است و جهت حمل تریلر و یا ماشین آلات سنگین جاده‌ای در مسیری بین فرانسه و ایتالیا و بالعکس مورد استفاده قرار می‌گیرد. طراحی این واگن به این شکل است که عرشه‌ی واگن که بین پیوت‌های دو بوژی قرار گرفته است، به گونه‌ای قابلیت چرخش دارد که می‌توان تریلر و یا ماشین آلات سنگین مشابه را به طور جانبی بر روی آن سوار نمود. شکل ۱-۱۷ این مدل واگن را به هنگام بارگیری نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۷) واگن مودالور در حال بارگیری

۱-۶-۳-۳- واگن لبه دار کف گود

این نوع بخصوص از واگن های لبه دار، به منظور حمل کانتینر طراحی شده اند. گودی کف آنها به گونه ای است که کف واگن فقط چند اینچ بالاتر از سطح ریل قرار دارد. این مسئله سبب می شود که هنگام قرار گرفتن کانتینر، ارتفاع مرکز ثقل بسیار پایین آمده و از نظر ارتفاع نیز فضای بیشتری به بار اختصاص داده شود. بنابراین، این اجازه به بهره بردار داده می شود تا از دو طبقه ی کانتینر بر روی هم استفاده کند. به این ترتیب ظرفیت حجمی حمل بار به نسبت استفاده ی مشابه از واگن های مسطح یا لبه کوتاه، افزایش می یابد. شکل ۱-۱۸ نمونه ای از واگن های کف گود بارگیری شده را نشان می دهد.



شکل ۱-۱۸) واگن لبه دار کف گود

۱-۶-۴- واگن مسقف

واگن مسقف به واگنی می‌گویند که محفظه‌ی آن کاملاً پوشیده است. یعنی دارای دیواره‌های جانبی و سقف ثابت است. این واگن‌ها نوعاً دارای درهای کشویی در جانب هستند. با این وجود در برخی انواع آن، درها در انتها قرار دارند. از این واگن‌ها برای حمل بارهای مختلفی استفاده می‌شود. بارگیری آنها عموماً به صورت دستی است. اما در سالهای اخیر از تجهیزات مکانیکی مانند لیفت تراکها نیز برای بارگیری و تخلیه‌ی سریع‌تر استفاده می‌شود. از آنجا که بارگیری و تخلیه‌ی این واگن‌ها به دلیل طراحی خاصشان کندتر از دیگر انواع واگن‌هاست، بعد از جنگ جهانی دوم استفاده از آنها به مرور کاهش یافته است. علت دیگر کاهش استفاده از این واگن‌ها، حمل و نقل کانتینری است. یک کانتینر می‌تواند به سادگی به کشتی انتقال یابد و نیز به طرق مختلف می‌تواند ترابری شود.

در گذشته بارهای فله‌ای نیز با واگن‌های مسقف حمل می‌شد. به این ترتیب که درزهای اطراف درها گرفته می‌شد و فضا برای حمل این بارها مناسب می‌گردید. با این وجود افت تناژ بار و هدر رفتن محموله بسیار بیشتر از آنی بود که با واگن‌های فله‌بر و یا لبه‌دار امروزی حمل می‌شود.

در صورت وجود تهویه‌ی مناسب، حمل چهارپایان و موجودات زنده نیز به وسیله‌ی واگن مسقف امکان‌پذیر است. حمل خودرو نیز پیشتر با این واگن‌ها صورت می‌پذیرفته که امروزه با وجود طراحی واگن‌های مخصوص حمل خودرو و استفاده‌ی بیشتر از ظرفیت واگن، استفاده از واگن‌های مسقف دیگر مقرون به صرفه نیست. با این وجود شاغلان در بخش قطعات اتومبیل، همواره بخش عظیمی از مشتریان این واگن‌ها را تشکیل می‌دهند. واگن‌های با ظرفیت بالاتر، به دلیل نیازهای این بخش از صنعت طراحی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۱-۱۹ یک نمونه واگن مسقف را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۹) واگن مسقف

برخی انواع واگن مسقف که برای مقاصد ویژه طراحی شده‌اند عبارتند از:

- یخچال‌ها: که به عنوان مدلی مستقل مورد بحث قرار خواهد گرفت.
- مسقف‌های با حجم زیاد: این واگن‌ها که دارای ظرفیت حجمی بالایی هستند. معمولاً دارای ارتفاع بیشتری نسبت به مسقف‌های معمولی هستند و فقط در مسیرهایی می‌توانند تردد کنند که از نظر فضای مورد نیاز برای حرکت؛ مشکل ساز نشوند.
- واگن‌های حمل قطعات هواپیما: واضح است که به دلیل حساسیت‌های بالای صنایع هوایی، حمل و نقل قطعات هواپیما باید طبق شرایط ویژه‌ای انجام پذیرد. به همین منظور طراحی این نوع از واگن‌های مسقف ضرورت پیدا کرده و وارد شبکه‌ی ریلی گردیده‌اند.

۱-۶-۵- واگن مخزن

واگن های باری ویژه ی حمل مایعات یا گازها را مخزن می نامند. مخزن ها به علت تنوع سیالاتی که باید حمل شوند، دارای انواع مختلفی هستند. مخازن می توانند عایق بندی شده یا نشده، تحت فشار یا با فشار اتمسفر و یا دارای طراحی ویژه جهت حمل چند نوع سیال (چند محفظه ای) یا فقط یک نوع سیال باشند. مخازنی که با فشار اتمسفر بارگیری می شوند، دارای یک شیر تخلیه در کف مخزن هستند و ممکن است دارای قسمت های دسترسی و بارگیری در بخش فوقانی باشند.

مخازن تحت فشار در قسمت فوقانی دارای یک صفحه ی فشار می باشند که تمامی شیرها و محفظه های استوانه ای محافظ را در بر می گیرد. بارگیری و تخلیه، از این روزنه انجام می گیرد.

مخازن عایق بندی شده (که می توانند دارای سیستم های مبرد یا گرمایش باشند) در زمانی استفاده می شوند که نیاز است محموله در دمای معینی نگهداری شود. مخازنی که برای حمل چند نوع سیال طراحی می شوند برای جدا کردن سیالات مختلف از هم، دارای دیواره های داخلی می باشند. هر قسمت از این مخازن باید دارای قسمت های تخلیه و بارگیری جداگانه باشند. پیچیدگی های اضافی این مخازن سبب شده است که درصد کمی از مخازن به این صورت طراحی شوند. اگر نیاز به حمل دو نوع سیال باشد، ساده تر است که از دو مخزن به جای یک مخزن دو محفظه ای استفاده شود.

واگن های مخزن معمولاً دارای تجهیزات ویژه ای هستند. دیواره ی داخلی مخزن معمولاً جهت جدا کردن ساختار واگن از محموله، با ماده ای پوشانده می شود. به همین دلیل بارگیری یک مایع در داخل مخزنی که به منظور حمل مایعی دیگر طراحی شده است، نه تنها معقول نیست و حتی گاهی خطرناک نیز هست. چرا که حتی بعد از نظافت کامل نیز ممکن است هنوز ترشحاتی از مایع قبلی وجود داشته باشد. به عنوان مثال در واگن های حمل روغن خوراکی، در بهترین حالت، این مواد ممکن است ناخوشایند و در بدترین حالت، ممکن است سمی باشند.

در نتیجه واگن های مخزن، واگن هایی هستند که همواره فقط در یک مسیر بارگیری می شوند و در مسیر

برگشت، به علت محدودیت های موجود، امکان بارگیری مجدد آنها نیست. در صورتی که دیگر انواع واگن ها، به عنوان مثال واگن مسقف، به راحتی در مسیر برگشت نیز بارگیری شده و درآمدزایی دارند. به همین دلیل واگن های مخزن به راحتی نیمی از سیرشان را بدون بار طی می کنند و بنابراین چندان مورد رضایت راه آهن ها نیستند. این مخازن عموماً متعلق به شرکت هایی هستند که با راه آهن همکاری می کنند. شکل ۱-۲۰ انواعی از این واگن ها را نشان می دهد.



شکل ۱-۲۰) چند نمونه واگن مخزن



شکل-۱-۲۰) چند نمونه واگن مخزن (ادامه)

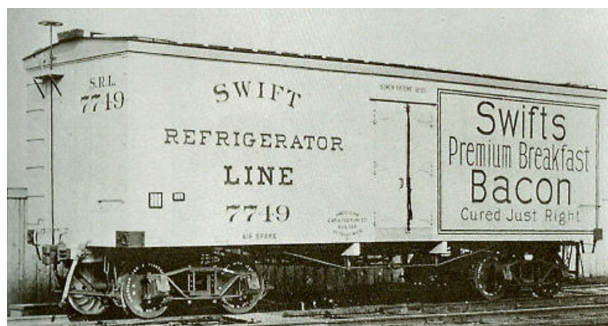
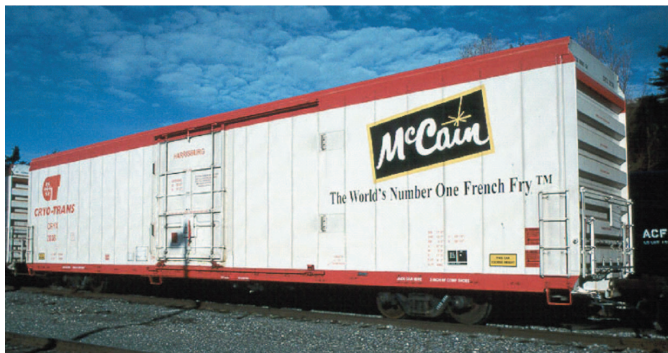
۱-۶-۶- واگن های یخچال

واگن های یخچال، واگن هایی هستند که همانند واگن های مسقف، فضایی کاملاً پوشیده را در بر می گیرند و به نوعی می توان آنها را از انواع واگن های مسقف به حساب آورد. طراحی این واگن ها به منظور حمل کالاهای فاسد شدنی در دمای مشخص صورت گرفته است. یخچال ها با واگن های مسقف عایق بندی شده و یا دارای تهویه از این بابت متفاوت هستند که دارای تجهیزات تبریدی هستند. واگن های حمل شیر، می توانند هم دارای سیستم سرمایش باشند هم نباشند. اما در صورت نداشتن سیستم سرمایش، مجهز به چرخ و محورهای سرعت بالا هستند تا بتوانند به همراه قطارهای مسافری جابجا شوند.

یخچال ها از نظر کاربرد، به چهار گروه عمده تقسیم می شوند:

- ۱) حمل لبنیات و یا محصولات حاصل از طیور که به محیط تبریدی و قفسه بندی های مخصوص نیاز دارند.
- ۲) حمل میوه و سبزیجات که عموماً برای مسافت های طولانی مورد استفاده قرار می گیرند (برخی انواع چنین محصولاتی فقط نیاز به تهویه ی محیط دارند تا حرارت را از محیط خارج سازند).
- ۳) حمل غذاهای کارخانه ای، مانند کنسروها و شکلات ها، انواع نوشیدنی های سرد و ... به تبرید نیاز ندارد، لیکن به محیطی عایق بندی شده و ایزوله در حمل این گونه مواد نیاز است.
- ۴) حمل گوشت که به تجهیزات ویژه ای برای آویزان کردن لاشه و مخزن آب شور در محیطی تبریدی، به منظور حفظ دمای پایین، نیاز دارند (بیشتر این واگن ها متعلق به کشتارگاه هاست و یا اینکه به وسیله ی آنها اجاره شده اند).

شکل ۱-۲۱ چند نمونه از این واگن ها را نشان می دهد.



شکل ۱-۲۱) چند نمونه واگن یخچال

۱-۶-۷- واگن های حمل حیوانات

واگن های حمل حیوانات، واگن هایی هستند که به منظور حمل حیوانات زنده به کار می روند. واگن های معمولی حمل حیوانات مانند واگن های مسقف هستند که دیواره های جانبی آنها کاملاً پوشیده نیست و به صورت زرده ای می باشد. این واگن ها می توانند یک طبقه یا چند طبقه باشند. واگن های یک طبقه جهت حمل حیوانات بزرگتر، مانند اسب و گاو، و واگن های چند طبقه (۲ یا ۳ طبقه) برای حمل حیواناتی نظیر گوسفند، خوک و انواع طیور استفاده می شوند (شکل ۱-۲۲).



شکل ۱-۲۲) واگن حمل دام

واگن های ویژه ای نیز جهت حمل ماهی زنده، صدف و حیوانات سیرک؛ مانند شتر و فیل، ساخته شده اند. مالکان اسبهای مسابقه به دلیل ایمن تر بودن، سریع تر بودن، ارزان تر بودن و کیفیت بالاتر حمل و نقل ریلی، تمایل به حمل اسبهای خود با راه آهن داشتند. واگن های سریع السیر حمل اسب این امکان را به حیوان می دادند که در برخی اوقات، صبح روز مسابقه خانه ی اصلی خود را ترک کند و در نتیجه استرس و خستگی در او کاهش پیدا کند. یک نمونه واگن سریع السیر حمل اسب در شکل ۱-۲۳ نشان داده شده است.



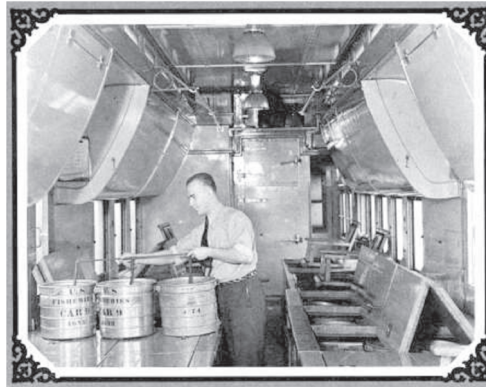
شکل ۱-۲۳) واگن حمل اسب

مالکان سیرک ها هم علاقمند بودند که حیوانات وحشی خود را نیز با قطار جابجا کنند. به این منظور باید امکانات مناسب انواع حیوانات، متناسب با نوع زندگیشان در داخل قطار تعبیه می شد. لذا واگن های حمل سیرک ساخته شدند. تجهیزاتی مانند مخزن تامین آب و غذای تازه، گرمایش، فن های سقفی، سیستم تامین رطوبت مورد نیاز، کف غیر لغزنده جهت ایمنی و نظافت بهتر، سیستم تخلیه ی کف که به حرکت کردن یا متوقف بودن قطار وابسته نباشد، ژنراتور اضافی برای زمانی که لکوموتیو به قطار متصل نیست و سطوح شیب دار ویژه جهت سوار و پیاده کردن ایمن و ساده حیوانات، از ویژگی های این نوع واگن ها هستند. شکل ۱-۲۴ نمای بیرونی یک واگن سیرک را نشان می دهد.



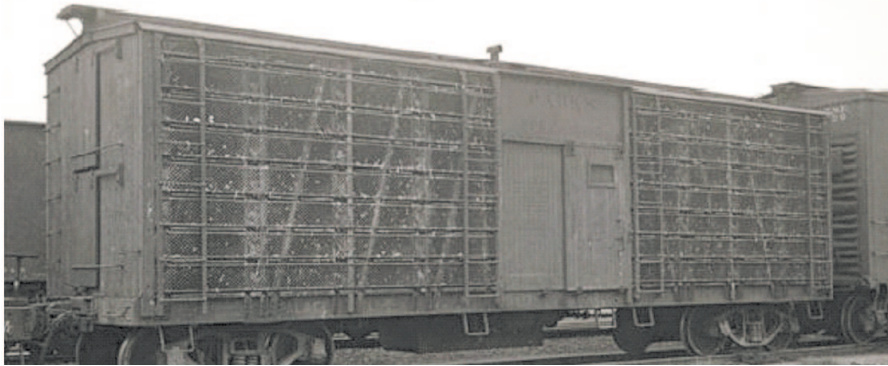
شکل ۱-۲۴) نمای بیرونی یک واگن حمل سیرک

حمل ماهی های زنده، شرایط خاصی را می طلبد که این شرایط در واگن های باری حمل ماهی لحاظ شده اند. واگن های حمل ماهی مجهز به سیستم های خنک کننده ی آب برای ماهی های آبهای سرد، تامین برق مورد نیاز و سیستم هوادهی به آب هستند و با استاندارد واگن های مسافری ساخته می شوند. بنابراین سرعت آنها از واگن های باری معمولی بیشتر است و به دلیل اتصال آنها به قطار مسافری، توقف آنها در ایستگاه ها به مراتب کمتر است. در واگن های حمل ماهی لازم است که اشخاصی به عنوان مراقب و همراه در داخل واگن مستقر باشند. واگن های حمل ماهی به صورت فصلی استفاده می شوند. شکل ۱-۲۵ تجهیزات داخل یک واگن حمل ماهی را نشان می دهد.



شکل ۱-۲۵) تجهیزات داخل یک واگن حمل ماهی

حمل طیور از طریق راه آهن نیز ویژگی های مخصوص به خود را می طلبد. کف این واگن ها معمولاً پایین تر از واگن های معمولی قرار دارد تا بتواند فضای بیشتری را به بار اختصاص دهد. این واگن ها چند طبقه هستند و دارای قفس های اختصاصی برای هر پرنده می باشند. هر پرنده باید غذا و آب مناسب و کافی در اختیار داشته باشد. بنابراین وجود یک نفر به عنوان مراقب در این واگن ها ضروری است. در مرکز واگن، اتاقکی جهت استقرار این فرد تعبیه شده است. داشتن سیستم تهویه و گرمایش مناسب نیز برای این واگن ها لازم است. برخی از انواع این واگن ها دارای ظرفیت حمل ۷۰۰ جوجه در ۱۲۰ قفس می باشند. شکل ۱-۲۶ یکی از انواع این واگن ها را نشان می دهد.



شکل ۱-۲۶) واگن حمل طیور

۸-۶-۱- واگن حمل خودرو

واگن حمل خودرو به منظور حمل خودروهای سواری و یا وانت بارهای سبک، از کارخانه تا مراکز توزیع، به کار می رود. در اوایل قرن بیستم میلادی، صنعت خودرو هنوز یک صنعت جوان به شمار می رفت و تعداد تولیدات کارخانه ها زیاد نبود. لذا حمل خودروها نیز با استفاده از واگن های مسقف معمولی صورت می گرفت که هر کدام ظرفیت ۲ الی ۴ دستگاه اتومبیل را داشتند. اما امروزه با توجه به تیراژ بالای تولید خودرو در کارخانجات و نیاز به بهره برداری هر چه مفیدتر از فضای واگن، واگن های حمل خودرو طراحی شده اند. از راه های افزایش ظرفیت واگن برای حمل خودرو، یکی چند طبقه کردن آن و دیگری افزایش طول واگن می باشد. با توجه به محدودیت افزایش طول واگن به دلایل دینامیکی، با قرار دادن یک بوژی (یا یک محور) در قسمت میانی واگن، توانسته اند طول آن را تا حدود ۴۴/۳ متر (۱۴۵ فوت و ۴ اینچ) افزایش دهند. با این افزایش طول و با دو طبقه کردن واگن، می توان تا حدود ۲۲ دستگاه خودرو سبک را با یک واگن حمل نمود. واگن های حمل خودرو در دو نوع سرپوشیده و روباز تولید می شوند.

نوع سرپوشیده ی واگن حمل خودرو، در واقع نوعی واگن مسقف است که بارگیری آن از طریق سطوح شیب دار ویژه و از انتهای واگن صورت می گیرد و جهت استفاده ی بهتر از فضا، به صورت دو طبقه یا سه طبقه

طراحی شده است. مجدداً به منظور افزایش فضای حمل بار، طول این واگن ها به حدود ۲۴ متر (۸۰ فوت) می رسد. شکل ۱-۲۷ نمای یک واگن سرپوشیده ی حمل خودرو و انتهای بارگیری آن را نشان می دهد و در شکل ۱-۲۸ طریقه ی بارگیری با استفاده از سطوح شیب دار نشان داده شده است. واگن های سرپوشیده جهت حفظ خودرو در مقابل صدمات احتمالی وارده در حین حمل و نقل، مناسب تر می باشند.



شکل ۱-۲۷) واگن سرپوشیده حمل خودرو



شکل ۱-۲۸) طریقه‌ی استفاده از سطح شیب‌دار برای بارگیری اتومبیل

واگن های حمل خودرو روباز، خودروها را در برابر صدمات ناشی از شرایط جوی و یا حمل و نقل محافظت نمی کنند و می توان آنها را در دو نوع دو طبقه یا سه طبقه تولید کرد. واگن های حمل خودرو روباز در واقع واگن های مسطحی هستند که به رگهای مخصوص بارگیری خودرو مجهز شده اند. طول این واگن ها برای اینکه ظرفیت بارگیری مناسب تری داشته باشند، به ۲۵/۵ متر (۸۵ فوت) می رسد. نوع سه طبقه ی این واگن ها قادر است بین ۱۲ الی ۱۵ خودرو را حمل کند. شکل ۱-۲۹ نمونه ای از این واگن ها را نمایش می دهد.



شکل ۱-۲۹) واگن حمل خودرو (روبار)

۱-۶-۹- واگن‌های حمل کالاهای سنگین (اشنابل Schnabel)

واگن‌های حمل کالاهای سنگین (اشنابل)، نوع ویژه‌ای از واگن‌های باری هستند که به منظور حمل بارهای بسیار سنگین و با حجم زیاد طراحی شده‌اند. از مشخصه‌های بارز این واگن‌ها تعداد محورهای زیاد آنها است. به عنوان مثال بزرگ‌ترین واگن اشنابل متعلق به شرکت ABB (Asea Brown Bovery) است که دارای ۳۶ محور (هر طرف ۱۸ محور) است. این واگن‌ها به علت شرایط ویژه‌ی آنها (طول زیاد و بار سنگین) با سرعت‌های بسیار کم سیر می‌کنند.

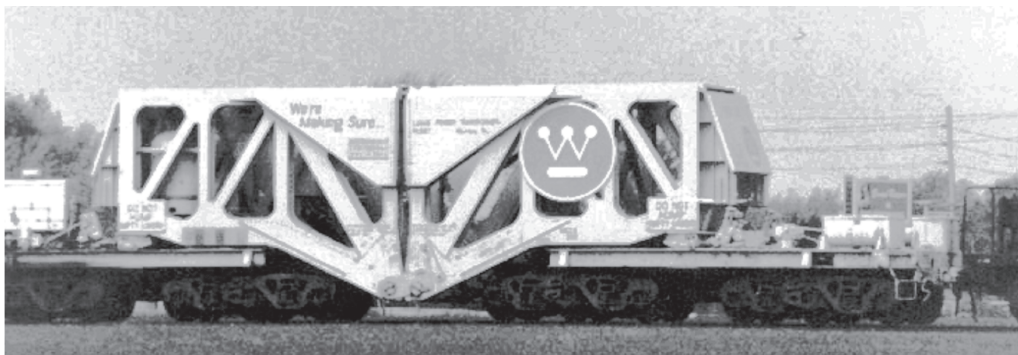
واگن‌های اشنابل دارای طراحی خاصی هستند. به این صورت که دو انتهای واگن به هم متصل نیستند و بر روی آنها تجهیزات مربوط به بازوهای قرار دارد که این بازوها از دو طرف به بار متصل شده و آن را به عنوان قسمتی از بدنه‌ی واگن حمل می‌کنند. هنگام حرکت در حالت بدون بار، دو قسمت به هم نزدیک شده و بازوها

توسط بست های مخصوصی به هم متصل می شوند. لذا در آنها طول واگن خالی و پر متفاوت است. شکل ۱-۳۰ یک اشنابل ۳۶ محوره را در حال حمل مخزن عظیمی نشان می دهد.



شکل ۱-۳۰) واگن اشنابل ۳۶ محوره

در شکل ۱-۳۱ نمای یک واگن اشنابل بدون بار نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۱) نمای یک واگن اشنابل بدون بار

همان طور که گفته شد، بزرگترین واگن اشنابل در آمریکای شمالی سیر می کند که تحت عنوان CEBX800 شناخته می شود. مشخصات فنی این مدل واگن در جدول ۱-۱ ارائه شده است.

جدول ۱-۱) مشخصات فنی واگن CEBX800

ظرفیت	۱۷۷۹۲۶۰Lbs	۸۰۷۰۶۷ Kgs
وزن خالی	۷۴۰۸۹۰Lbs	۳۳۶۰۶۵Kgs
حد بار	۱۷۷۹۲۶۰Lbs	۸۰۷۰۶۷Kgs
تعداد محور	۳۶ محور	
قطر چرخ	۳۳"	۸۳۸/۲ mm
طول خالی	۲۳۱'۸"	۷۰/۶۱۲ m
حداکثر طول با بار	۳۴۵'۰"	۱۰۵/۱۵۶ m
حداکثر بازی عمودی بار	۴۴"	۱/۱۱۸ m
حداکثر بازی افقی بار (در هر طرف خط مرکزی واگن)	۴۰"	۱/۰۱۶ m

۱-۶-۱۰- کابوس‌ها

آخرین واگن یک قطار باری که دارای آشپزخانه و امکانات استراحت برای مامورین قطار می‌باشد را کابوس می‌نامند. در برخی منابع کابوس‌ها را واگن خدمت نیز نامیده‌اند. هرچند پیشتر کابوس‌ها در انتهای هر قطار باری دیده می‌شدند، امروزه با تغییر قوانین در راه‌آهن به ندرت از آنها استفاده می‌شود.

منظور از قرار دادن کابوس در انتهای قطار، کنترل قطار از انتهای آن و اطمینان یافتن از عدم گسیختگی قطار بوده است. در صورت گسیختگی، قطار باید متوقف شده و مامور مستقر در کابوس برای قسمت جدا شده اقدامات لازم را انجام داده و درخواست امداد نماید.

علاوه بر آن از کابوس‌ها به منظور محلی برای مشاهده‌ی واگن‌های قطار، جهت اطمینان از صحت سیر آن و عدم وجود ایراداتی نظیر جابجا شدن خطرناک بار، داغی بیش از حد سرمحور و امثال آنها نیز استفاده می‌شود. همچنین به کابوس‌ها چراغی متصل می‌شود تا لکوموتیوران و مامورین ایستگاه‌ها بتوانند انتهای قطار را در شب مشاهده نمایند.

عمومی‌ترین انواع کابوس‌ها عبارتند از:

کابوس استاندارد یا کاپولا (Capola) : در روی سقف این نوع کابوس برآمدگی وجود دارد که دارای پنجره‌ای جهت مشاهده‌ی قطار از بالای واگن‌ها می‌باشد (شکل ۱-۳۲).

بعد از جنگ جهانی دوم کابوس‌های استاندارد ساختن شدند که در دیواره‌های جانبی نیز دارای پنجره‌هایی بودند. این پنجره‌ها به اندازه‌ی چند اینچ از کناره‌ی واگن فاصله داشتند و به این ترتیب امکان مشاهده‌ی واگن‌ها از کنار نیز بدون خم شدن مامور امکان‌پذیر بود.

کابوس‌های با دید وسیع: این کابوس‌ها مانند کابوس‌های استاندارد، دارای پنجره‌های کنترل جانبی هستند. با این تفاوت که بیرون زدگی‌های جانبی آنها حتی به یک فوت هم می‌رسد و دارای امکانات رفاهی بیشتری نیز برای مامورین هستند.



شکل ۱-۳۲) کابوس استاندارد

کابوس های موقتی: این کابوسها بیشتر شبیه یک واگن مسطح هستند که اتاقکی در وسط آن پیچ شده است و کار کابوس استاندارد را انجام می دهد. این نوع کابوسها معمولا در مسیرهای کوتاه مورد استفاده قرار گرفته و امکانات رفاهی و آسایشی مامور را در بر ندارد.

مطالب فوق اشاره ی مختصری بود به عمومی ترین انواع واگن های باری راه آهن که در سراسر جهان مورد استفاده قرار می گیرند. با این وجود راه آهن های مختلف مطابق استانداردهای داخلی خود دارای دسته بندی های اختصاصی هستند که پرداختن به آنها از حوصله ی این کتاب خارج است. به عنوان مثال در راه آهن آمریکا ۱۸ نوع واگن مسطح؛ ۲۸ نوع واگن لبه دار؛ ۲۸ نوع واگن فله بر؛ ۳۰ نوع واگن مسقف و ... متناسب با نوع کاربرد آنها و باری که با آنها حمل می شود، تعریف شده است.

۱-۷- ناوگان باری راه آهن ایران

در راه آهن ایران تقسیم بندی واگن های باری تقریباً مطابق با دسته بندی کلی گفته شده می باشد. با این وجود تفاوت هایی نیز با آن دارد. قبل از معرفی واگن های باری مورد استفاده در ایران لازم است به نحوه ی شماره گذاری آنها اشاره ای داشته باشیم.

هر واگن باری موجود در راه آهن ایران دارای یک کد شش رقمی می باشد. هر یک از این ارقام نمایانگر مشخصه ای از واگن هستند. رقم اول از سمت چپ بیانگر نوع واگن بوده و از ۱ تا ۹ قابل تغییر است. هر یک از اعداد ۱ تا ۹ مطابق جدول ۱-۲ نوع واگن را مشخص می کنند.

جدول ۱-۲) کدهای نمایانگر نوع واگن

نوع واگن	رقم اول سمت چپ
واگن مسقف	۱
واگن لبه کوتاه	۲
واگن لبه بلند	۳
واگن مسطح	۴
واگن مخزن دار	۵
واگن ریل کش	۶
واگن یخچال	۷
واگن شن کش	۸
واگن فله بر	۹

واگن های مسقف مورد استفاده در ایران همانند تعریف ارائه شده در بخش ۱-۶-۴ دارای دیواره های جانبی و سقف ثابت و دارای درهای کشویی در جانب هستند که به این ترتیب محفظه ای کاملاً پوشیده را برای بار مهیا می کنند. شکل ۱-۳۳ یک نمونه از واگن مسقف مورد استفاده در ناوگان باری ایران را نمایش می دهد.



شکل ۱-۳۳) واگن مسقف مورد استفاده در ایران

همانطور که از جدول ۱-۲ برمی آید، در دسته بندی واگن های باری در ایران، واگن های لبه بلند و لبه کوتاه در دو دسته ی کاملاً مجزا قرار گرفته اند و دسته بندی با عنوان واگن های لبه دار وجود ندارد. کاربرد آنها همانند آن چیزی است که در قبل توضیح داده شد. شکل های ۱-۳۴ و ۱-۳۵ نمونه هایی از واگن های لبه کوتاه و لبه بلند ناوگان باری ایران را نشان می دهند.



شکل ۱-۳۴) واگن لبه کوتاه مورد استفاده در ایران در حال حمل ریل



شکل ۱-۳۵) واگن لبه بلند مورد استفاده در ایران

واگن های مسطح مورد استفاده در ایران عمدتاً از نوع واگن مسطح معمولی هستند و انواع با دیواره ی میانی یا انتهایی در ناوگان باری ایران موجود نمی باشند.

واگن ریل کش نیز نوعی واگن لبه کوتاه است که به تجهیزات ویژه ی حمل ریل های راه آهن به صورت کوپلاژ (مجموعه ریل و تراورس آماده) مجهز می باشد.

در راه آهن ایران واگن شن کش در واقع تعریفی مشابه با واگن فله بر روباز دارد که فقط جهت حمل بالاست مورد استفاده قرار می گیرد. نمونه ای از این واگن در شکل ۱-۳۶ نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۶) واگن شن کش

علاوه بر این ۹ نوع واگنی که در بالا شرح داده شد، دو نوع واگن دیگر نیز در ناوگان باری ایران مورد استفاده قرار می گیرند که عبارتند از: واگن ویژه ی حمل خودروی ۳ محوره، متعلق به شرکت سایپا ریل با شماره سریال ۱۴۰۰۰۰ و واگن اشنا بل ۲۴ محوره، متعلق به شرکت قسن قشم که فاقد شماره سریال داخلی می باشد و عمدتاً به منظور حمل تجهیزات نیروگاهی از آن استفاده می شود. شکل های ۱-۳۷ و ۱-۳۸ تصاویری از این دو نوع واگن را نشان می دهند و جداول ۱-۳ و ۱-۴ ارائه دهنده ی مشخصات فنی آنها هستند.



شکل ۱-۳۷) واگن حمل خودروی سه محوره متعلق به شرکت سایپا ریل



شکل ۱-۳۸) واگن اشئابل ۲۴ محوره متعلق به شرکت فسف قشم

جدول ۱-۳) مشخصات فنی واگنهای حمل مواد روی سه محور متعلق به شرکت سایپا ریل

تعداد طبقات	۲ طبقه
تعداد محور	۳ محور
بار محوری	۱۸/۶ تن
وزن واگن خالی	۳۱/۶ تن
ظرفیت بارگیری	۲۴/۲ تن
طول سراسری با تامپون	۲۷ متر
طول بارگیری	۲۵/۷ متر
سیستم ترمز	KE-GPDRV2AT-600
وزن ترمز خالی و باردار	۳۶ تن
وزن ترمز دستی	۲۰/۱ تن
قطر چرخ	۸۴۰ میلیمتر
نوع قلاب	زنجیری

جدول ۱-۴) مشخصات فنی واگن اشناپل ۲۴ محوره متعلق به شرکت فسن قشم

وزن واگن خالی با کفی جهت حمل توربین گازی	۱۷۴/۲۸ تن
وزن واگن خالی با دیواره جهت حمل ژنراتور گازی	۱۵۶/۳۹ تن
عرض واگن با کفی	۲/۱۵ متر
عرض واگن با دیواره	۱/۹ ~ ۴/۱ متر
ارتفاع واگن	۳/۵۷ متر
حداکثر طول واگن	۵۲/۶۴ متر
حداکثر بار محوری	۲۰ تن
وزن ترمز خالی	۱۲۲ تن
وزن ترمز باردار	۲۳۶ تن
وزن ترمز دستی	۱۴۲ تن
حداکثر سرعت واگن در حالت خالی	۹۰ Km/h
حداکثر سرعت واگن در حالت باردار در مسیر کرج/آذربایجان	۳۰ Km/h
حداکثر سرعت واگن در حالت باردار در مسیر کرج/بندرعباس و کرج/مشهد	۴۰ Km/h

رقم دوم از سمت چپ در سریال واگن نشان دهنده‌ی نوع سیستم ترمز و محل ترمز دستی آن است. به این منظور از ارقام ۱ تا ۵ استفاده می‌شود که هر یک از این ارقام مفهومی مطابق با جدول ۱-۵ دارند.

جدول ۱-۵) کدهای نمایانگر نوع سیستم ترمز و محل ترمز دستی

نوع ترمز و محل ترمز دستی	رقم دوم از سمت چپ
بدون ترمز	۱
فقط دارای ترمز دستی	۲
فقط دارای ترمز هوایی	۳
دارای ترمز هوایی و ترمز دستی یا در جانب یا در ایوان	۴
دارای ترمز هوایی و ترمز دستی در ایوان و دارای اتاقتک ترمزبانی	۵

رقم سوم از سمت چپ نشان دهنده‌ی تعداد محور واگن است و شامل ارقام ۱ تا ۹ می‌باشد. رقم ۱ مشخصه‌ی واگن های ۲ محوره، ارقام ۲ الی ۴ بیانگر واگن های چهار محوره با سیستم ترمز روسی، ارقام ۵ الی ۷ بیانگر واگن های چهار محوره با سیستم ترمز کنور و ارقام ۸ و ۹ معرف واگن های شش محوره می‌باشند. سه رقم آخر نیز نشان دهنده‌ی سریال واگن در مدل مشخص شده می‌باشند. جدول ۱-۶ به اختصار مطالب فوق را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۶) شرح ارقام سریال واگن

a	b	c	def
نوع واگن	نوع ترمز و تجهیزات ترمز دستی	تعداد محور	سریال واگن

علاوه بر شش رقم شرح داده شده، رقم هفتمی نیز پس از یک خط فاصله و در ادامه ارقام فوق مشاهده می شود که به آن رقم کنترلی می گویند. با استفاده از این عدد می توان از صحت و سقم شماره سریال ثبت شده ی واگن اطمینان حاصل نمود. نحوه ی محاسبه ی این عدد به شرح زیر است:

عدد شش رقمی ۲۷۶۵۴۳ را به عنوان یک مبنای ثابت و عدد فرضی abcdef را نمادی از یک شماره سریال واگن در نظر می گیریم. حاصل ضرب زیر را محاسبه می نماییم.

$$x = 2a + 7b + 6c + 5d + 4e + 3f$$

حاصل فوق را به عدد ۱۱ تقسیم می کنیم. حاصل این تقسیم باقیمانده ای مانند z دارد که همواره کوچکتر از ۱۱ است. با کم کردن این مقدار باقیمانده از عدد ۱۱ رقم کنترلی به دست می آید.

موارد استثنا در این محاسبات برای باقیمانده های صفر و ۱ هستند که عدد کنترلی را به صورت دو رقمی به دست می دهند. از آنجا که این عدد باید تک رقمی باشد در این موارد به صورت زیر عمل می کنیم:

اگر باقیمانده صفر باشد عدد کنترلی را برابر ۱ قرار می دهیم.

اگر باقیمانده یک باشد عدد کنترلی را صفر قرار می دهیم.

علیرغم تمامی توضیحات ارائه شده در خصوص سیستم شماره گذاری واگن های باری در راه آهن ایران، همانطور که در خصوص دو نوع واگن حمل خودرو و اشنابل نیز مشخص است و نیز با توجه به توسعه ی سریع ناوگان باری توسط بخش خصوصی، تغییر این سیستم شماره گذاری دور از انتظار نخواهد بود. با این حال، از آنجا که در حال حاضر روش شماره گذاری استاندارد واگن های باری مطابق توضیحات بالا است، لذا دانستن آن برای افرادی که با این واگن ها در ارتباط هستند الزامی می باشد.

فصل دوم

سامانه‌ی حرکتی واگن‌های باری

۲- سامانه ی حرکتی واگن های باری

۲-۱- مقدمه

امروزه حمل و نقل یکی از مسایل مهم و با اهمیت هر کشوری است که نه تنها بر اقتصاد ملی، بلکه بر مسایل اجتماعی و حتی سیاسی جوامع اثر می گذارد. کارشناسان حمل و نقل در سراسر دنیا بر این باورند که یکی از ایمن ترین و اقتصادی ترین روش های حمل و نقل، از دیدگاه کلان، حمل و نقل با استفاده از راه آهن می باشد. از این روست که انواع و اقسام واگن ها برای حمل و نقل گسترده ی وسیعی از محموله ها؛ از مواد و مصالح ساختمانی و کشاورزی و صنعتی گرفته تا اقلام لوکس و حتی مواد خاص و خطرناک؛ نظیر انواع و اقسام اسیدها، سوخت های مایع و گاز و همین طور زباله ی سوخت های هسته ای نیروگاه ها، ساخته شده و مورد بهره برداری قرار گرفته اند. شواهد و قراین موجود نشان دهنده ی آن است که صنعت حمل و نقل ریلی، به علت مزایای آن در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، از دیدگاه خاص مورد توجه می باشد. یکی از سلولهای تشکیل دهنده ی بدنه ی صنعت حمل و نقل ریلی، واگن می باشد. در ابتدایی ترین و ساده ترین تعریف می توان گفت، واگن وسیله ی نقلیه ی ریلی است که فاقد قدرت خود کشی بوده و جهت حرکت نیاز به نیروی کشش دارد.

واگن همچون هر وسیله ی نقلیه ی دیگر، از اجزای مختلفی تشکیل شده است که یکی از مهم ترین بخش های آن بوژی است. در این مختصر، در نظر است کلیات بوژی های واگن های باری موجود در ناوگان واگن های باری راه آهن ایران به صورت مختصر مورد بررسی قرارگیرد.

۲-۲- بوژی (Bogie)

بوژی بخشی از واگن است که امکان حرکت آن روی ریل را تامین نموده و متشکل از مجموعه های فریم،

چرخ و محور، سیستم اهرم بندی ترمز و سیستم تعلیق می باشد. غیر از واگن های دو محوره و برخی واگن های خاص که اصولاً دارای بوژی نیستند، سایر واگن ها حداقل دارای دو دستگاه بوژی می باشند. کاربرد بوژی در واگن با توجه به آزادی دوران آن نسبت به شاسی واگن، در مقایسه با محورهای منفرد، سبب تسهیل حرکت واگن در قوس ها می گردد و از این رو حرکت واگن های طویل، صرفاً با کاربرد بوژی میسر است. در غیر این صورت هنگام عبور از قوس ها، واگن ها با مشکلات حاد مواجه خواهند بود. از طرف دیگر واگن های مجهز به بوژی، در مقایسه با واگن های بدون بوژی، به نسبت طول واگن قابلیت بیشتری را برای بارگیری فراهم می کنند. همچنین از دیگر امتیازات واگن های بوژی دار در مقایسه با واگن های بدون بوژی می توان به امکان تردد آنها در خطوط با عرض های مختلف پس از تعویض بوژی، اشاره کرد.

بررسی های اقتصادی نشان دهنده ی آن است که تولید و بهره برداری واگن های بوژی دار در مقایسه با واگن های دو محوره، اقتصادی تر است و امروزه غیر از موارد خاص یا محموله های حجیم نسبتاً سبک؛ نظیر خودرو و یا کالاهای مشابه، از واگن های ۲ محوره و ۳ محوره (واگن های بدون بوژی) کمتر استفاده می شود. بوژی ها دارای ساختارهای متفاوت بوده و در انواع ۱، ۲، ۳ و چند محوره ساخته می شوند و انواع جدیدتر آنها دارای قابلیت فرمان پذیری نسبت به اسلاف خود هستند.

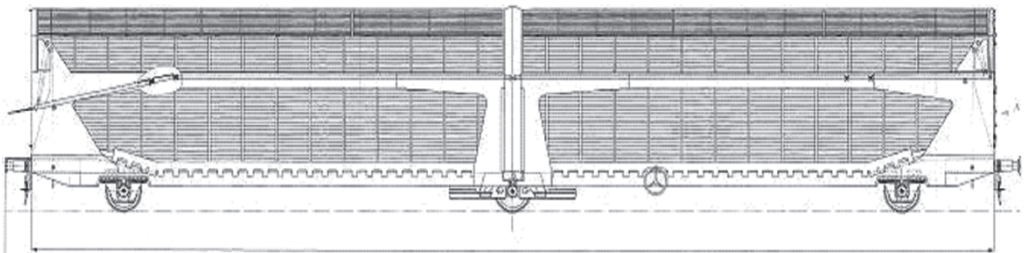
۲-۳- طبقه بندی بوژی ها

با پیشرفت روزافزون صنعت حمل و نقل ریلی، طیف گسترده ای از بوژی ها جهت پاسخگویی به نیازهای رو به افزایش حمل و نقل، طراحی و ساخته می شوند. از دیدگاه کلی، بوژی ها را می توان در دو شاخه ی بوژی واگن های مسافری و باری بررسی نمود. بوژی واگن های مسافری به مراتب ساختمان پیچیده تری نسبت به بوژی های باری داشته و هنگام طراحی و ساخت، از نظر آسایش مسافر و کیفیت حرکت مورد توجه خاص هستند. وجود چنین محدودیت هایی به همراه قابلیت سرعت بالا، شرایط خاصی را برای بررسی آنها می طلبد که در این مجموعه نمی گنجد.

بوژی های واگن های باری نیز متعاقب رشد نرخ تقاضای حمل بار توسط راه آهن در سطح جهان، پیشرفت داشته و در طراحی و توسعه متحول شده اند. لیکن همواره دیدگاه اقتصادی در طراحی و ساخت آنها به نحوی حاکم بوده که به لحاظ هزینه ها، برتری صنعت ریلی در مقایسه با سایر صنایع حمل و نقل حفظ شود اما خللی به ایمنی و خصوصیات فنی آن وارد نشود. در این قسمت پس از آشنایی مقدماتی با بوژی های باری موجود در راه آهن ایران، بوژی های معروف واگن های باری در سطح جهان معرفی می گردند. جهت اختصار، از این پس پسوند باری از نام بوژی حذف گردیده و هر جا به بوژی اشاره شد، منظور بوژی واگن های باری است. طبقه بندی بوژی ها از دیدگاه های مختلفی صورت می پذیرد که در ادامه به آنها اشاره می گردد.

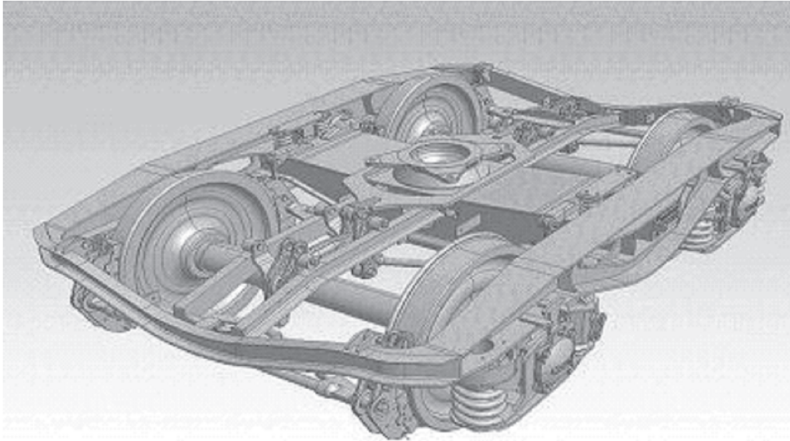
۲-۳-۱- طبقه بندی بوژی ها بر اساس تعداد محور

بر اساس تعداد محورها، بوژی ها به انواع ۱، ۲، ۳ و چند محوره تقسیم می شوند. بوژی یک محوره در حالت کلی مرکب از یک چرخ و محور، سیستم تعلیق و فریم خاصی می باشد که از یک سو از طریق یک مفصل یا تاقانی به شاسی واگن متصل شده و از سوی دیگر از طریق سیستم تعلیق بر چرخ و محور سوار است، و معمولاً در ساختار واگن های ویژه ی نسبتاً طویل و با ظرفیت بارگیری کم؛ نظیر واگن های حمل خودرو نشان داده شده در شکل ۲-۱، به کار می روند. ترکیب ذکر شده اگر چه دارای یک محور می باشد و ظاهراً کمتر به بوژی شباهت دارد، اما به لحاظ عملکرد و قابلیت حرکت دورانی آن نسبت به شاسی واگن، مشابه بوژی بوده و از آن به عنوان بوژی تک محوره یاد می گردد.

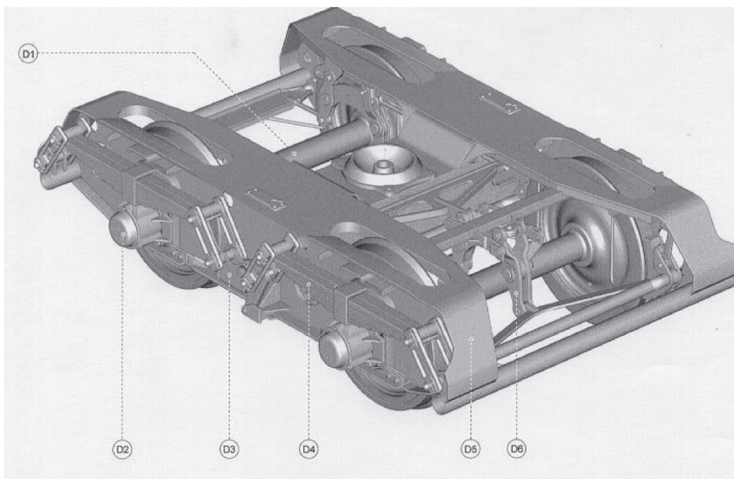


شکل ۲-۱) محور وسط واگن های حمل خودرو و مثال مناسبی از بوژی یک محوره است

بوژی‌های دو محوره بیشتر از سایر انواع بوژی‌ها معمول بوده و در ساختمان انواع واگن‌های باری به کار می‌روند. همان طوری که از نام آنها پیداست، دارای ۲ محور و ۴ چرخ می‌باشند. شکل (الف) ۲-۲؛ بوژی Y25 را به عنوان یکی از معروف‌ترین بوژی‌های ۲ محوره، و شکل (ب) ۲-۲؛ بوژی H رومانی با قطر چرخ ۹۲۰ mm، که در ایران به بوژی H رومانی جدید معروف شده است را نمایش می‌دهد.

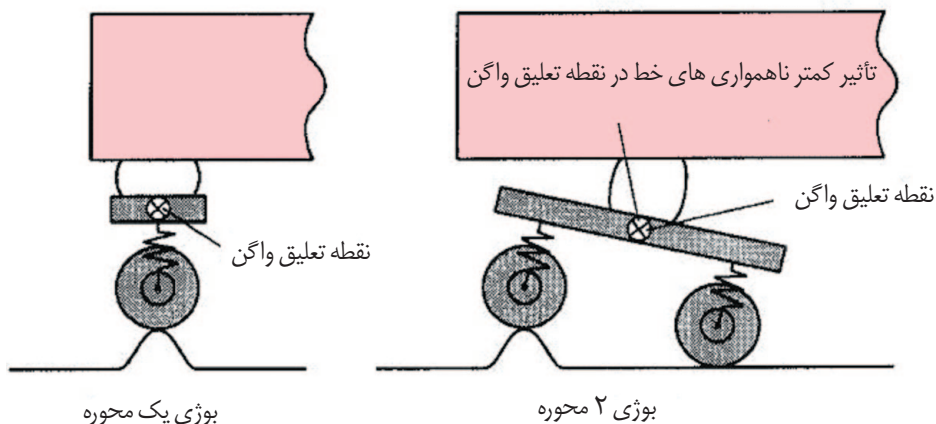


شکل (الف) ۲-۲ بوژی Y25



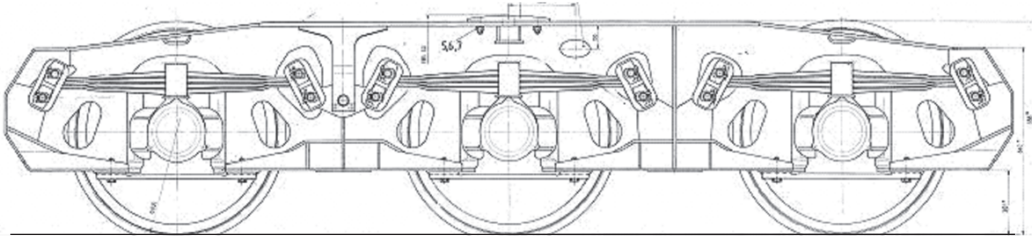
شکل (ب) ۲-۲ بوژی H رومانی جدید (با قطر چرخ ۹۲۰ mm)

در مقایسه با بوژی های تک محوره، بوژی های دو محوره ضمن دارا بودن ساختمان نسبتاً ساده از امتیاز کاهش ضربات وارده از سوی خط به واگن نیز برخوردارند. زیرا مطابق شکل ۲-۳، بوژی های دو محوره هنگام عبور از قسمت های ناهموار خط، به دلیل آزادی حرکت بوژی حول محور جانبی خط، اثرات این ناهمواری ها به بدنه ی واگن منتقل نمی شود. در حالی که در بوژی های تک محوره، به دلیل عدم وجود مفهوم آزادی حرکت بوژی حول محور جانبی خط، تمام تغییر مکان و ضربه ی وارده توسط ناهمواری خط، به واگن منتقل می گردد. بنابراین در بوژی های ۲ محوره، شدت ضربات منتقل شده از خط به واگن، در مقایسه با بوژی های تک محوره، به طور قابل ملاحظه ای کمتر است.



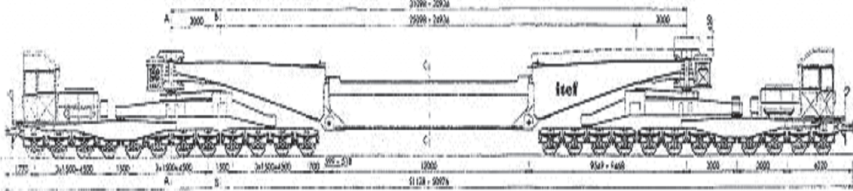
شکل ۲-۳) نمونه ی تأثیر پذیری بوژی های تک محوره و دو محوره از ناهمواری های خط

بوژی های ۳ محوره طبیعتاً دارای ۳ محور و ۶ چرخ می باشند و غالباً برای واگن هایی به کار می روند که در حمل و نقل بارهای نسبتاً سنگین یا مواد معدنی مورد استفاده قرار می گیرند. شکل ۲-۴ شماتیکی از بوژی های ۳ محوره ی ساخت شرکت واگن پارس، تحت لیسانس Wagon Union آلمان را نمایش می دهد.



شکل ۲-۱۴) شماتیکی از بوژی های ۳ محوره ی واگن پارس

بوژی های چند محوره، بر حسب تعداد محور، برای بارهای سنگین یا خیلی سنگین به کار می روند و دارای مصارف خاص می باشند. این بوژی ها عموماً در ساختمان جرثقیل های ریلی، ماشین آلات احداث خط و واگن های حمل بارهای بسیار سنگین، نظیر واگن های اشنابل، کاربرد دارند. شکل ۲-۵ شماتیکی از بوژی های چند محوره (در اینجا ۴ محوره) در واگن های اشنابل را نمایش می دهد.



شکل ۲-۵) بوژی های چند محوره در واگن های اشنابل ساخت ایتالیا

۲-۳-۲- طبقه بندی بوژی بر اساس نوع فریم

بر اساس نوع فریم یا بدنه، بوژی ها را می توان در دو گروه بوژی های با فریم یک پارچه (Fabricated Frame Bogie) و بوژی های سه تکه (Three Pieces Bogie) قرار داد.

بوژی های با فریم یک پارچه دارای بدنه ای هستند که از جوشکاری ورق های فولادی ساخته شده و مجموعه ای آن در حکم یک بخش واحد می باشد، در حالیکه فریم بوژی های سه تکه عمدتاً با روش ریخته گری تولید شده و دارای ۳ بخش عمده می باشند که قابلیت جدا شدن از یکدیگر را دارند.

۲-۳-۳- طبقه بندی بوژی بر اساس کیفیت حرکت

بر این اساس بوژی ها در دو دسته ی بوژی های فرمان پذیر و بوژی های عادی فاقد مکانیزم فرمان پذیری، قابل طبقه بندی می باشند.

بوژی های فرمان پذیر، بوژی هایی با طراحی نسبتاً جدیدی هستند که در دو دهه ی اخیر طراحی و ساخته شده اند. این بوژی ها دارای مکانیزم هایی هستند که هنگام عبور بوژی از قوس خطوط، به گونه ای سبب تسهیل دوران چرخ ها در قوس می گردند که امتداد محور آنها تقریباً از مرکز هندسی قوس خط عبور کند. در چنین حالتی زاویه ی حمله ی بین فلنج چرخ و خط و متعاقباً مقدار اصطکاک ما بین آنها کاهش یافته و نرخ سایش فلنج چرخ و خط به حداقل می رسد.

در مقابل، بوژی های عادی فاقد مکانیزم فرمان پذیری هستند. اما به دلیل وجود لقی های طولی و عرضی در فصل مشترک جعبه یا تاقان و فریم خود، به صورت طبیعی تا حدی دارای خاصیت فرمان پذیری هستند؛ به طوری که هنگام رسیدن به قوس ها بتوانند تا حد ممکن محورها را در امتداد شعاع خطوط قرار دهند. اما این حد قطعاً کمتر از بوژی های فرمان پذیر می باشد.

۲-۳-۴- طبقه بندی بوژی بر اساس بار محوری

بار محوری؛ مقدار مجموع وزن خالص واگن و وزن باری است که یک وسیله ی نقلیه ی ریلی، به ازای هر محور، مجاز به حمل آن می باشد. بر این اساس بار محوری برای خط، واگن و بوژی تعریف می شود. از نظر خط، با توجه به کلاس های موجود خط در راه آهن ایران، بار محوری ۲۰ تن بر هر محور می باشد و این

مقدار در محورهای جدیدالاحداث به ۲۲/۵ تن بر محور نیز می‌رسد.

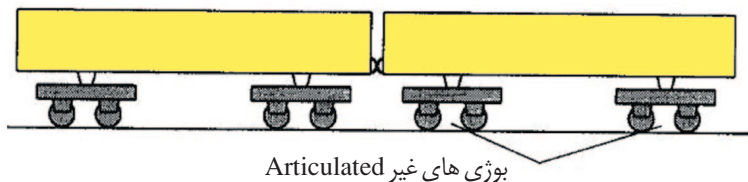
در راه‌آهن ایران؛ بوژی‌های باری از لحاظ بار محوری دو گروه هستند. بوژی‌های با بار محوری ۲۰ تن که شامل کلیه‌ی بوژی‌های با فریم یک پارچه بوده و بوژی‌های با بار محوری ۲۳/۵ تن که شامل بوژی‌های سه‌تکه (۱۰۰-۱۸) می‌باشند. البته در این خصوص قابل ذکر است که با توجه به محدودیت خطوط آهن ایران به بار محوری ۲۲/۵ تن بر محور، ساختار واگن‌های مجهز به این بوژی نیز بر اساس ۲۲/۵ تن بر محور طراحی شده است. لذا در مقطع فعلی در راه‌آهن ایران، بوژی‌های مذکور علیرغم قابلیت تحمل بار محوری ۲۳/۵ تن بر محور، با بار محوری ۲۲/۵ تن قابل بهره‌برداری هستند. از طرف دیگر برخی از واگن‌های دو محوره و واگن‌های انتهایی، دارای بار محوری کمتر از ۲۰ تن بر محور نیز می‌باشند. قابل ذکر است که امروزه به دلیل رشد روز افزون تقاضای حمل بار با راه‌آهن، میزان بار محوری رو به افزایش بوده و مقدار آن در برخی از کشورها از جمله چین، کانادا، استرالیا و آمریکا به ۲۵ تن بر محور و در موارد خاص حتی بیشتر و به مقدار ۳۵ تن بر محور نیز می‌رسد.

۲-۳-۵- طبقه‌بندی بوژی‌ها بر مبنای مفصل‌دار بودن

بوژی‌های مفصل‌دار (Articulated)؛ بوژی‌هایی هستند که در فصل مشترک دو واگن مجاور قرار می‌گیرند. به طوری که انتهای عقب واگن جلویی و انتهای جلوی واگن عقبی، هر دو روی آن قرار می‌گیرند و معمولاً در ساختار واگن‌های مسافری؛ نظیر قطارهای مسافری TGV فرانسوی یا Talgo اسپانیایی به کار می‌روند (شکل (b) ۲-۶). در حالی که بوژی‌های غیر مفصلی (Non Articulated)؛ بوژی‌هایی هستند که دو دستگاه از آنها زیر یک واگن نصب می‌شوند (شکل (a) ۲-۶).

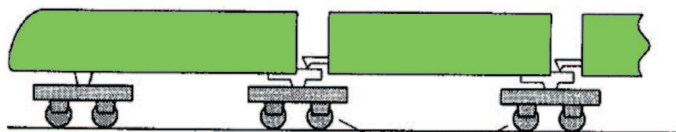
بوژی‌های Articulated و غیر Articulated

(a) واگن‌های معمولی با بوژی‌های غیر Articulated



بوژی‌های غیر Articulated

(b) واگن‌های با بوژی‌های Articulated



بوژی‌های Articulated

شکل ۲-۴) شماتیکی از واگن‌های مجهز به بوژی‌های مفصل‌دار و غیر مفصلی

همان طوری که در شکل دیده می‌شود، هر دستگاه بوژی مفصل‌دار به تنهایی باید وزن یک واگن را تحمل کند در حالی که در بوژی‌های غیرمفصلی هر دستگاه بوژی نیمی از وزن واگن را متحمل می‌شود. قابل ذکر است محور وسط واگن‌های حمل خودرو که پیشتر در شکل ۲-۱ نمایش داده شد نیز یک بوژی تک محوره از نوع مفصل‌دار می‌باشد.

۲-۴- ساختار بوژی‌های باری

تمامی بوژی‌ها، صرف نظر از نوع و مدل، دارای مجموعه‌های زیر می‌باشند:

- فریم یا اسکلت (Frame)
- سیستم تعلیق (Suspension system)
- سیستم محدود کننده‌ی دوران حول محور طولی خط (Side Bearings)
- سیستم اهرم‌بندی ترمز (Brake rigging)

● مجموعه‌ی چرخ و محور (Wheelset)

● سیستم میراکننده‌ی نوسانات (Damping System)

عمده‌ی بوژی‌ها؛ در کلیات شبیه هم می‌باشند و تفاوت آنها در جزئیات زیر مجموعه‌های آنها است.

در این کتاب بررسی ساختار بوژی‌ها با توجه به نوع فریم آنها و در دو قسمت زیر انجام می‌گیرد:

الف) بوژی‌های با فریم (اسکلت) یک پارچه

ب) بوژی‌های با فریم سه تکه

۲-۵- بوژی‌های با فریم یک پارچه

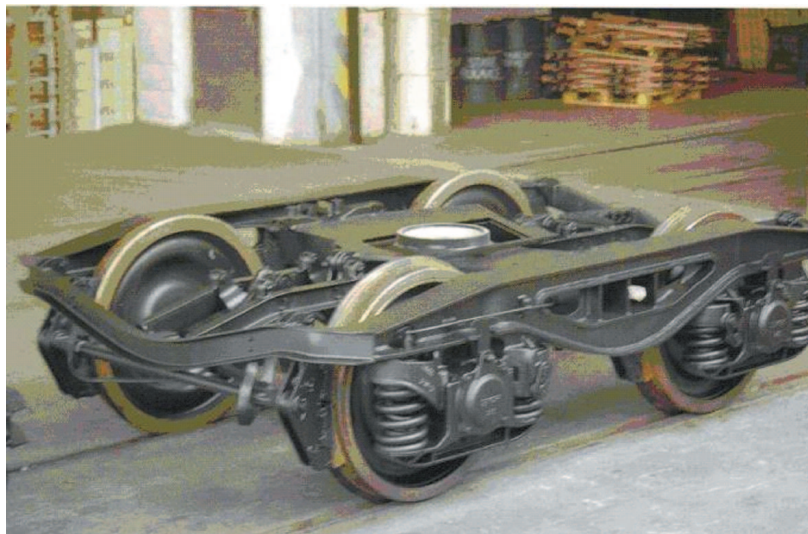
بوژی‌های با فریم یک پارچه؛ بوژی‌هایی هستند که بدنه‌ی آنها از جوشکاری ورق‌های فولادی ساخته شده‌اند. برای این منظور، ابتدا ورق‌های فولادی طبق نقشه‌های ساخت برش خورده و سپس توسط قالب و پرس‌های هیدرولیکی شکل دهی می‌شوند. سپس زیر مجموعه‌های مختلف فریم بوژی؛ نظیر شاسی‌های طولی، عرضی و سرشاسی‌ها، با قراردادن و جوشکاری اجزای تشکیل دهنده‌ی آنها در فیکسچرهای جوشکاری مربوطه، ساخته می‌شوند. در نهایت فریم بوژی از قرار دادن زیر مجموعه‌های ساخته شده‌ی فوق‌الذکر در فیکسچر مونتاژ نهایی بوژی و جوشکاری آنها به یکدیگر، ساخته می‌شود. به عنوان نمونه‌ای از بوژی‌های با فریم یک پارچه می‌توان از انواع بوژی‌های H، H665 و Y25، که در ناوگان باری ایران نیز موجودند، نام برد. شکل‌های ۲-۷، ۲-۸ و ۲-۹ نمونه‌ای از این بوژی‌ها را نمایش می‌دهند.



شکل ۲-۷) نمای از یک بوژی H در زیر واگن



شکل ۲-۸) بوژی H665 تولیدی شرکت واگن پارس (تحت لیسانس wagon union آلمان)



شکل ۲-۹) بوژی Y25Rss2a

این گروه از بوژی‌ها به علت یک پارچه بودن فریم، رفتار نسبتاً پایداری را در زمان بهره‌برداری از خود نشان می‌دهند. از طرف دیگر بسته بودن و محدود بودن بازه‌های تلرانسی در این بوژی‌ها، سبب حفظ فرم کلی وضعیت آن در شرایط عادی بهره‌برداری گردیده است. به طوری که چرخ و محورهای آنها، با توجه به محدودیت‌های در نظر گرفته شده برای آزادی‌های طولی و عرضی در قوس‌ها یا خطوط مستقیم، عمدتاً شرط عمود بودن بر خطوط را رعایت می‌کنند. بنابراین میزان سایش چرخ، با توجه به ساختار آنها تا حد قابل توجهی کنترل شده است. از طرف دیگر مجموعه‌ی فریم این بوژی‌ها به عنوان یک جایگاه نسبتاً ثابت و صلب (از نظر حرکت نسبی اجزاء) به خوبی چرخ و محور را در جایگاهش تثبیت می‌کنند. این موضوع نیز عامل دیگری در جهت افزایش پایداری بوژی می‌باشد.

۲-۵-۱- فریم

فریم یا بدنه‌ی بوژی یکی از بخش‌های اصلی آن می‌باشد که اضافه بر نقش تبادل نیروها میان شاسی واگن و چرخ و محورها، به عنوان پایه‌ای جهت نصب سایر اجزاء، نظیر مجموعه‌ی چرخ و محور، فنربندی و سیستم تعلیق و نیز سیستم اهرم‌بندی ترمز به کار می‌رود. بنابراین به عنوان اسکلت اصلی بوژی نقش اساسی را در ترکیب بوژی به خود اختصاص داده و سلامت آن نقش بسزایی در عملکرد مناسب بوژی دارد. فریم‌های یک پارچه که برخی از مواقع از آنها به عنوان فریم‌های صلب نیز یاد می‌گردد، از بخش‌های مختلفی به شرح زیر تشکیل می‌شوند.

- شاسی‌های طولی
- شاسی عرضی (گهواره)
- کاسه بوژی و واشر آن
- سرشاسی‌ها (پیشانی بوژی)
- پابندها

● نگهدارنده های اجزاء سیستم اهرم بندی ترمز

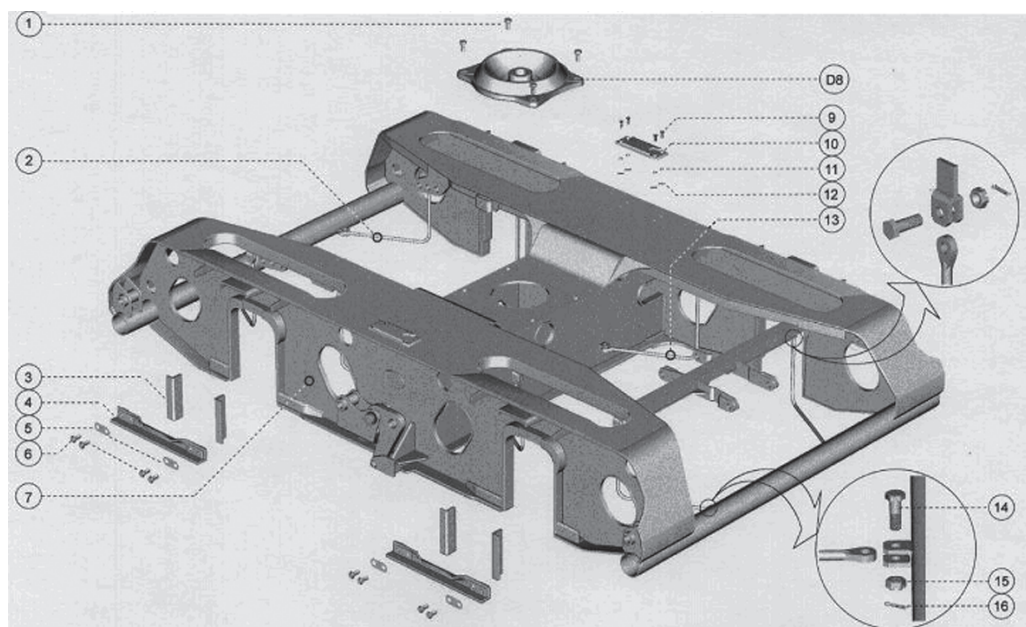
● نگهدارنده های فنرهای سیستم تعلیق

● بالشتک ها

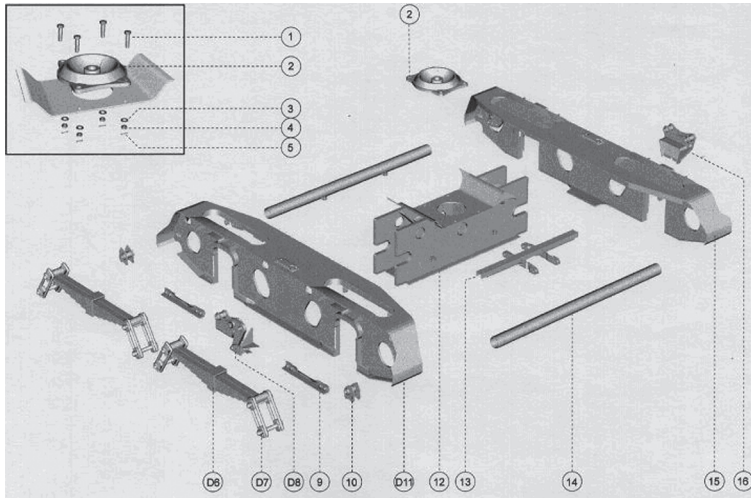
● صفحات سایشی راهنمای جعبه یاتاقان

● حافظ های میله مثلث

شکل ۲-۱۰ نمونه ای از یک فریم بوژی و شکل ۲-۱۱ مجموعه های نیمه مونتاژی آن را نمایش می دهند. همان طوری که قبلاً نیز اشاره شد، اتصال بخش های اصلی این دسته از فریم ها از طریق جوشکاری به یکدیگر انجام می شود. اما برخی از اجزاء که سرعت سایش آنها زیاد است، معمولاً توسط پیچ و مهره به فریم متصل می شوند تا در صورت ضرورت تعویض آنها به سهولت ممکن باشد (نظیر اتصالات بالشتک ها).



شکل ۲-۱۰ فریم بوژی H جدید (رومانی)

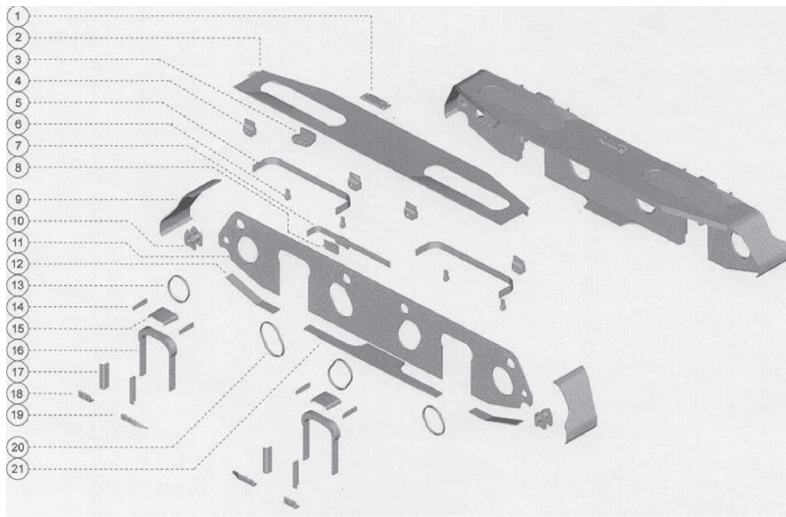


شکل ۲-۱۱) مجموعه‌های نیمه مونتاژی فریم و سیستم تعلیق بوژی H جدید (رومانی)

۲-۱-۵-۱- شاسی‌های طولی

یکی از ساده‌ترین عناصری که در سازه‌ها تحت بارگذاری واقع می‌شوند، تیرها می‌باشند. بسته به شرایط و نوع بارگذاری، طراح یک سازه از انواع مختلف تیرها در ترکیب سازه مورد طراحی استفاده می‌کند و با توجه به روابط موجود در محاسبه‌ی ممان اینرسی مقاطع، با قصد کنترل میزان خمش و خیز آنها، مقاطعی انتخاب می‌شوند که ضمن سبک بودن و تحمل بارهای استاتیکی و دینامیکی حین بهره‌برداری از بوژی، بتوانند مقاومت لازم در برابر تغییر شکل‌های ناشی از بارگذاری‌ها و نیروهای وارده را از خود نشان دهند. از معمول‌ترین مقاطع مورد استفاده در سازه‌ها می‌توان از قوطی‌ها و پروفیل‌ها نام برد که به دلیل بزرگی نیروهای موثر بر فریم بوژی از طرفی و مقیدات خاص بهره‌برداری در راه‌آهن‌ها از طرف دیگر، استفاده از مقاطع استاندارد برای ساخت بوژی مقدور نمی‌باشد. از این رو شاسی‌های طولی بوژی با توجه به نوع بارگذاری‌ها و استانداردهای تست، به صورت خاص طراحی و ساخته می‌شوند. با توجه به مطالب ذکر شده، شاسی‌های طولی از جوشکاری ورق‌های عمودی (جان) و افقی (بال) ساخته می‌شوند که با توجه به امکان نصب

ساپورت های اهرم بندی ترمز یا سیستم تعلیق و همین طور محل قرارگیری چرخ و محور، همچنین امکان تعویض کفشک های ترمز حین بهره برداری از بوژی، در محل های مورد نیاز تغییرات لازم روی جان آنها اعمال می شود. به نحوی که امکان دسترسی به بخش های مختلف به سهولت مقدور باشد. شکل ۲-۱۲ مجموعه ی مونتاژی شاسی طولی بوژی های H جدید رومانی و اجزاء آن، پیش از اتصال و جوشکاری را نمایش می دهد.



شکل ۲-۱۲) مجموعه ی مونتاژی شاسی طولی بوژی H جدید رومانی و اجزاء آن

همان طوری که دیده می شود، بالشتک ها روی صفحات فوقانی شاسی های طولی نصب می شوند و به دلیل ماهیت سایشی آنها، جهت امکان تعویض، اتصال آنها از طریق پیچ و مهره صورت می پذیرد. صفحه ی فوقانی شاسی طولی دارای شیارهایی برای عبور چرخ ها می باشد. همچنین ساپورت های نگهدارنده ی حافظ های میله مثلث و آویز قاب کفش ها به این صفحه متصل می شوند. اصلی ترین بخش های شاسی طولی، جان آن (صفحه عمودی اصلی)؛ بال های آن و نعلی های راهنمای جعبه یاتاقان می باشند که در شکل ۲-۱۲ به وضوح دیده می شوند.

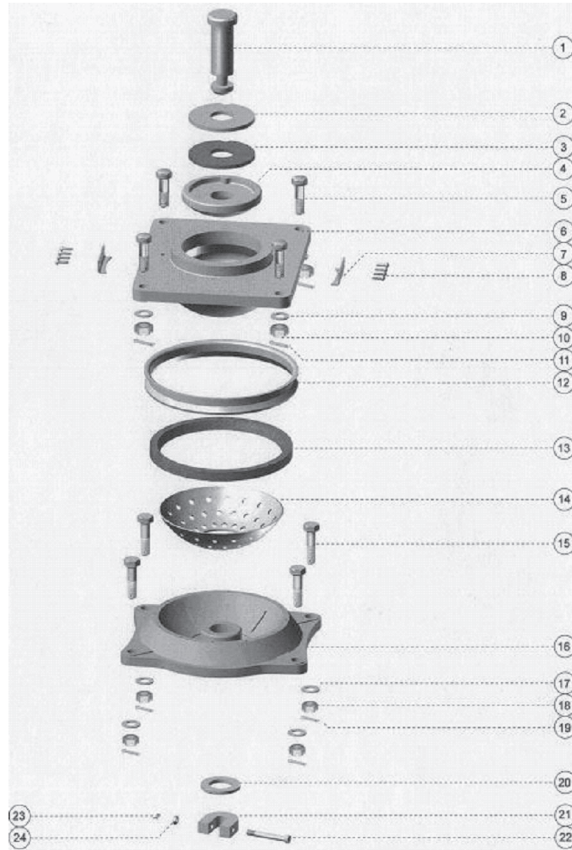
۲-۵-۱-۲- شاسی عرضی (گهواره)

شاسی عرضی (گهواره)؛ همان طوری که در شکل های ۲-۱۰ و ۲-۱۱ دیده می شود، در حد فاصل شاسی های طولی قرار گرفته و از طرفین توسط جوشکاری به آنها متصل می شود. شاسی عرضی، محل نصب کاسه بوژی بوده که از طریق این قطعه ی یاتاقانی شکل، اتصال بین بوژی و واگن انجام می شود. نیروی وزن واگن از طریق کاسه بوژی و شاسی عرضی به شاسی های طولی و از طریق آنها و توسط سیستم تعلیق به چرخ و محورها و نهایتاً خط منتقل می شود. به دلیل بزرگی نیروهای استاتیکی و دینامیکی وارده، همان طوریکه در تصویر ۲-۱۱ دیده می شود، شاسی عرضی بر خلاف شاسی های طولی از دو ورق جان که حد فاصل بخش میانی و زیر آنها توسط ورق های فولادی دیگری تقویت شده، تشکیل شده است. ورق بالای شاسی عرضی محل نصب کاسه بوژی می باشد. همان گونه که دیده می شود، ترکیب شاسی عرضی، به جهت تحمل نیرو، به صورت یک قوطی بسته در آمده است تا ضمن داشتن وزن کم، دارای ممان اینرسی و استحکام کافی برای تحمل نیروهای اعمالی باشد.

۲-۵-۱-۳- کاسه بوژی

همان طوری که در بخش ۲-۵-۱-۲ اشاره شد، واگن از طریق کاسه بوژی به بوژی اتصال پیدا می کند. کاسه بوژی در بوژی های با فریم یک پارچه دارای سطح تماسی کروی شکل است. بنابراین بوژی در محل اتصال با واگن از طریق کاسه بوژی، دارای سه درجه آزادی دورانی حول محورهای طولی (Roll)، جانبی (Pitch) و قائم (Yaw) می باشد.

به منظور جلوگیری از سایش کاسه بوژی، قطعه ای کروی شکل با عنوان واشر کاسه بوژی در سطح داخل آن، مابین کاسه بوژی و کاسه محدب واگن، قرار می گیرد. در برخی از بوژی ها، واشر کاسه بوژی فلزی و مشبک می باشد که جهت کاهش اصطکاک و سایش، از طریق یک سیستم روغن کاری، روان کاری می گردد. در انواع دیگر، کاسه بوژی از مواد پلی آمیدی ساخته می شود. شکل ۲-۱۳ تصویر انفجاری کاسه بوژی، واشر کاسه بوژی، کاسه ی محدب واگن و سایر اجزاء مرتبط با آنها را نشان می دهد.



شکل ۲-۱۱۳) کاسه بوژی، کاسه‌ی ممدب واگن و اجزای مرتبط با آنها

۲-۵-۱-۴- سرشاسی (پیشانی)

پیشانی بوژی مابین دو انتهای شاسی طولی قرار گرفته و از طریق جوشکاری، شاسی های طولی طرفین را به هم متصل می کند. پیشانی ها در برخی از بوژی ها از پرسکاری ورق فولادی ساخته می شوند. در برخی دیگر از بوژی ها پیشانی ها از مقاطع ناودانی و یا لوله تهیه می گردند. پیشانی ها عمدتاً جهت افزایش استحکام بوژی ها و کنترل ابعاد و بازه های تلرانسی در ساختمان فریم بوژی به کار می روند. در برخی از بوژی ها نیز

سپورت های نگهدارنده ی حافظ میله مثلث روی آنها نصب می گردد. شکل ۲-۱۱ اضافه بر سایر اجزاء فریم، نمونه ای از پیشانی های لوله ای را نیز نشان می دهد.

۲-۵-۱-۵- پابندها

همان طوری که در قسمت ۲-۵-۱-۱ گفته شد، یکی از مهمترین قسمت های شاسی های طولی، راهنماهای جعبه یاتاقان ها هستند. در عین حال، شاسی های طولی به دلیل کم بودن قابل توجه جان (ورق عمودی) در ناحیه ی راهنمای جعبه یاتاقان، دارای کمترین استحکام هستند. جهت افزایش استحکام و جبران ضعف شاسی طولی در این ناحیه، دو تدبیر اندیشیده و بکار گرفته شده است. اولین تدبیر قرارگرفتن قطعه ای با عنوان نعلی (U) راهنمای جعبه یاتاقان می باشد که از نظر ضخامت به مراتب از ضخامت ورق جان، ضخیم تر بوده و به طور موثری باعث افزایش استحکام در این ناحیه می گردد. تدبیر دوم استفاده از قطعه ای تحت عنوان پابند است. این قطعه در دهنه ی راهنمای جعبه یاتاقان قرار گرفته و با پیچ و مهره به آن متصل می شود. پابند از باز شدن دهنه و U راهنمای جعبه یاتاقان و یا شکستن آن به دلیل ضربات ناشی از برخورد جعبه یاتاقان حین بهره برداری، جلوگیری می کند. پابندها از نظر شکل دارای تنوع می باشند اما عملکرد آنها یکسان است. این قطعات ضمن تقویت شاسی طولی در ناحیه ی راهنمای جعبه یاتاقان، از جدا شدن چرخ و محور بوژی، به هنگام جابجایی بوژی توسط جرثقیل برای منظورهای تعمیراتی، جلوگیری می کنند. تحلیل های نیرویی انجام شده روی فریم بوژی هایی که حین بهره برداری پیچ های اتصال پابند آنها شل شده یا کاملاً باز شده اند، نشان دهنده ی افزایش شدید تنش در مقایسه با حالتی است که پابند به صورت اصولی در محل خودش تثبیت شده است. به جرات می توان گفت؛ شکست شاسی طولی در ناحیه ی U نعلی غالباً به دلیل شل بودن پیچ و مهره ی اتصال پابند است. لذا این قطعه نقش مهمی در ساختار فریم بوژی دارد. نمونه ای از پابندها در شکل ۲-۱۱ دیده می شود.

۲-۵-۱-۶- نگهدارنده‌ی اجزای اهرم‌بندی ترمز بوژی

سیستم اهرم‌بندی ترمز بوژی های با فریم یک پارچه، از نوع ۸ کفشکی است. این نوع سیستم اهرم‌بندی، با احتساب آویزهای قاب کفش، در مورد اغلب بوژی‌ها از ۱۲ نقطه و در مورد بوژی‌های رومانی H با قطر چرخ ۹۲۰ میلی‌متر، از ۱۴ نقطه به فریم بوژی متصل شده است.

ساپورت‌های نگهدارنده‌ی اجزاء اهرم‌بندی ترمز، بخشهای فولادی هستند که توسط جوشکاری به فریم بوژی متصل شده‌اند. این ساپورت‌ها محل اتصال اهرم‌های ترمز یا آویزهای قاب کفش بوژی بوده و اتصال مفصلی مذکور از طریق والیک، واشر و اسپیل انجام می‌شود. برای جلوگیری از سایش، سوراخ اتصال ساپورت دارای بوش متناسب با قطر والیک مربوطه می‌باشد. در شکل‌های ۲-۱۰، ۲-۱۱ و ۲-۱۲ ساپورت‌ها و نگهدارنده‌های اجزاء اهرم‌بندی ترمز دیده می‌شوند.

۲-۵-۱-۷- ساپورت‌های نگهدارنده‌ی فنرهای سیستم تعلیق

آن دسته از بوژی‌های با فریم یک پارچه که به فنرهای لایه‌ای (Leaf Spring) مجهز هستند، دارای ساپورت‌هایی جهت اتصال فنرها از طریق گوشواره‌ها به بدنه‌ی بوژی می‌باشند. فنرهای لایه‌ای به جهت آزادی نوسان و تغییر فاصله‌ی بین چشمی‌های فنر در اثر نیروهای وارده، به صورت غیر مستقیم و هر یک از آنها از طریق ۴ عدد گوشواره، ۸ عدد لقمه و والیک‌های مربوطه به فریم بوژی متصل می‌شوند. هنگام وارد شدن عکس‌العمل نیروهای اعمالی از طریق جعبه یا تاقان به فنر و با توجه به گیر بودن چشمی‌های فنر در لقمه و گوشواره‌ها، قوس فنر و در نتیجه فاصله‌ی میان چشمی‌ها تغییر می‌کند، به همین جهت نحوه‌ی اتصال فنر با فریم بوژی به نحوی طراحی شده که هنگام نوسان فنر اجازه‌ی تغییر فاصله بین چشمی‌ها را بدهد. ساپورت‌های اتصال فنرها، در دو انتها و میانه‌ی شاسی طولی نصب شده‌اند و از آنها با عنوان نقاط تعلیق نیز یاد می‌شود. شکل‌های ۲-۱۰، ۲-۱۱ و ۲-۱۲ ساپورت‌های نگهدارنده‌ی فنرهای سیستم تعلیق را نشان می‌دهند.

۲-۵-۱-۸- بالشتک

بالشتک‌ها روی شاسی‌های طولی بوژی نصب شده و وظیفه‌ی اصلی آنها محدود کردن دوران واگن حول محور طولی خط (Roll) می‌باشد. بالشتک‌ها عناصر سایشی هستند که در قوسها نقش مهمی را ایفا می‌کنند. واگن‌ها هنگام عبور از قوس، به دلیل نیروهای گریز از مرکز، به سمت خارج قوس متمایل می‌شوند و لذا حین گردش با بالشتک بوژی تماس می‌یابند. بنابراین بالشتک‌های بوژی به طور قابل توجهی تحت سایش هستند. به دلیل سهولت حرکت نسبی بالشتک واگن روی بالشتک بوژی، سطوح آنها به صورت محدب و صیقلی ساخته می‌شوند. بالشتک‌ها نقش مهمی در پایداری واگن، به ویژه در قوس‌ها دارند. شکل ۲-۱۰ بالشتک بوژی را نشان می‌دهد.

۲-۵-۱-۹- صفحات سایشی راهنمای جعبه یاتاقان

این صفحات در فضای داخلی U راهنمای جعبه یاتاقان و از طریق جوشکاری به آن متصل می‌شوند. شکل هندسی این صفحات در بوژی‌های مختلف متفاوت است. اما با توجه به گپ‌های طولی و عرضی مابین U راهنما و بدنه‌ی جعبه یاتاقان، و تماس سایشی در جهات طولی و عرضی، غالباً این صفحات به صورت نبشی می‌باشند. هدف از کاربرد این قطعات در بوژی، حفاظت U راهنمای جعبه یاتاقان در برابر سایش می‌باشد. از طرف دیگر به علت اصطکاک میان این صفحات و بدنه‌ی جعبه یاتاقان، بخش قابل توجهی از انرژی جنبشی در چرخ و محور به صورت اصطکاک میرا شده و در نتیجه از میزان نوسان مجموعه‌ی چرخ و محور کاسته می‌شود. بدیهی است پس از سایش تدریجی این قطعات و به دنبال افزایش گپ‌های طولی و عرضی مابین جعبه یاتاقان و U راهنمای جعبه یاتاقان، صفحات مذکور بایستی تعویض شوند. شکل ۲-۱۰ صفحات سایشی راهنمای جعبه یاتاقان را نمایش می‌دهد.

۲-۵-۱-۱۰- حافظه های میله مثلث

به منظور جلوگیری از افتادن میله مثلث در شرایط خاص و بحرانی بهره برداری از بوژی، که منجر به خروج از خط قطار و سانحه می گردد، بوژی ها به حافظه های میله مثلث مجهز می گردند. همان طوری که در شکل ۲-۱۰ دیده می شود، حافظه های میله مثلث قطعاتی میله ای شکل هستند که به فریم بوژی متصل شده و زیر میله مثلث ها قرار دارند. حافظه های میله مثلث از طریق پیچ، مهره و اشپیل به فریم بوژی متصل می شوند. در شکل ۲-۱۰ جزئیات نحوه ی اتصال این قطعات به فریم دیده می شود. همان طوری که دیده می شود، به ازاء هر میله مثلث، دو عدد حافظ در بوژی تعبیه شده است. لذا هر بوژی دارای ۸ عدد حافظ میله مثلث می باشد.

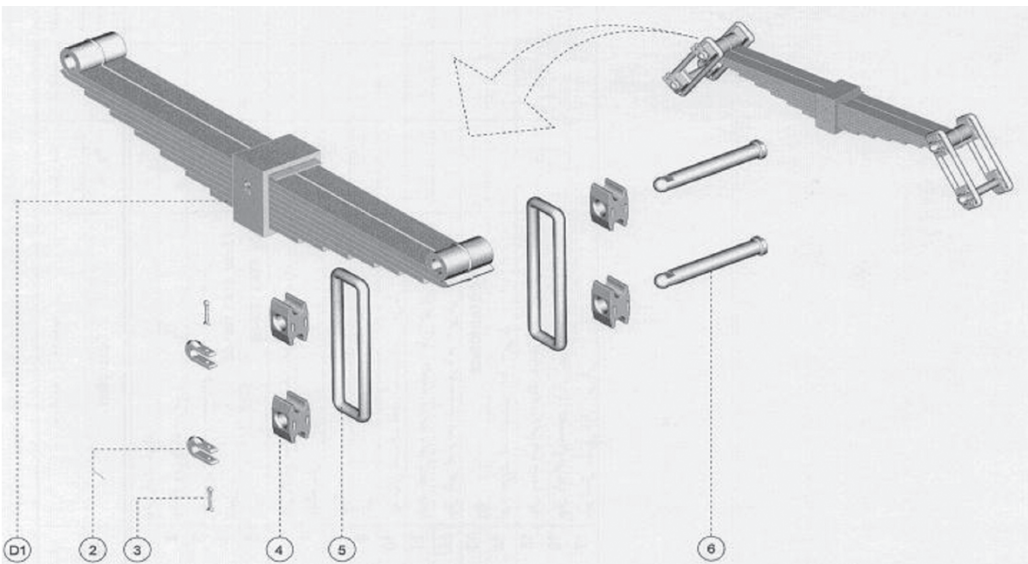
۲-۵-۲- سیستم تعلیق (Suspension System)

سیستم تعلیق، اضافه بر دریافت و انتقال نیروهای عکس العملی وارده از خط، وظیفه ی حفظ پایداری واگن در حالت سکون یا حرکت، در خطوط مستقیم یا قوس ها را نیز بر عهده دارد. سیستم تعلیق بوژی های با فریم یک پارچه از نوع سیستم تعلیق اولیه (Primary Suspension System) می باشد. سیستم تعلیق اولیه به نوعی از فنربندی ها اتلاق می گردد که روی چرخ و محور و بالای جعبه یا تاقان نصب می شوند. سیستم های تعلیق اولیه ممکن است شامل فنرهای لایه ای (Leaf Spring) یا فنرهای پیچشی (Helical Spring) باشند و بر حسب نوع فنر، اجزای این سیستم متفاوت می باشد.

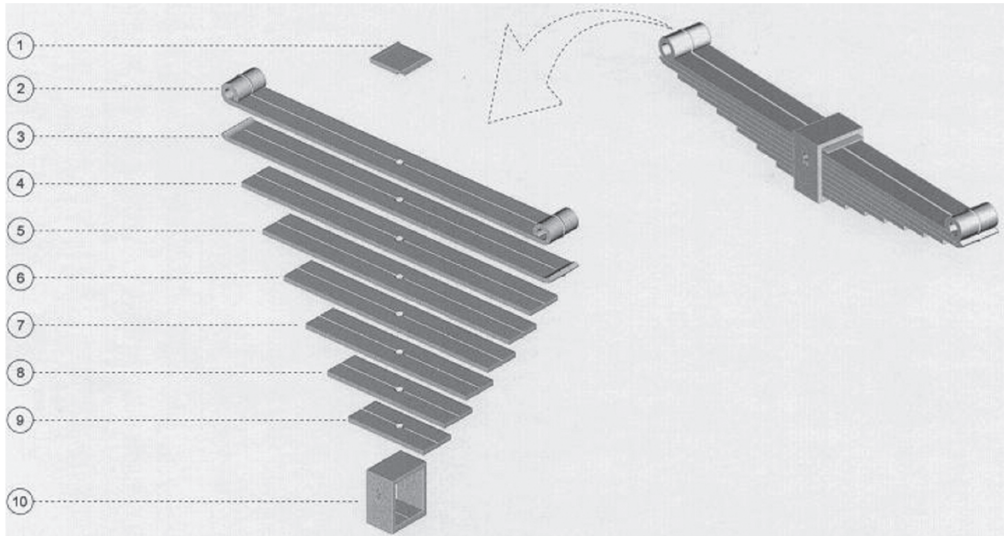
۲-۵-۲-۱- سیستم تعلیق اولیه با فنرهای لایه ای

این نوع فنربندی در هر طرف چرخ و محور از ۴ عدد گوشواره، ۸ عدد لقمه، ۴ عدد والیک، خاموت و اشپیل و یک ست فنر لایه ای تشکیل شده است. شکل های ۲-۱۴ و ۲-۱۵ مجموعه های مونتاژی و دمونتاز شده ی سیستم تعلیق اولیه با فنر لایه ای را نشان می دهد. همان طوری که دیده می شود، فنر از طریق

چشمی‌ها، لقمه و والیک‌های مربوطه، در بخش بالایی گوشواره قرار می‌گیرد و بخش‌های پایینی گوشواره از طریق لقمه و والیک‌های مربوطه در ساپورت‌های نگه‌دارنده‌ی فنر که در بند ۲-۵-۱-۷ ذکر شد، نصب می‌گردد. از طرف دیگر، فنر از ناحیه کرپی و زائده‌ی آن، در قسمت بالای جعبه یاتاقان می‌نشیند. بنابراین فنر از ناحیه‌ی دو چشمی خود در گوشواره‌ها که از طریق ساپورت‌های مربوطه به فریم بوژی متصل هستند، گیر بوده و در ناحیه‌ی میانی از قسمت زیر کرپی، روی جعبه یاتاقان و چرخ و محور سوار است و می‌تواند عمده‌ی نیروهای عمودی ناشی از حرکت نسبی مجموعه‌ی چرخ و محور نسبت به فریم بوژی را دریافت نماید و سبب حرکت نرم و ملایم بوژی گردد. با تدبیر ذکر شده فنر به عنوان یک عنصر الاستیکی مابین چرخ و محور و فریم بوژی قرار گرفته و از وارد شدن ناگهانی نیروهای عکس‌العمل خط به فریم بوژی جلوگیری می‌نماید.



شکل ۲-۱۴) مجموعه‌ی مونتاژی و دمونتاژی شده‌ی سیستم تعلیق با فنرهای لایه‌ای



شکل ۲-۱۵) اجزای فنرهای لایه‌ای تفت (بدون قوس)

هدف از کاربرد فنر در سیستم های تعلیق، ایجاد وضعیت الاستیکی در مسیر اعمال نیرو می باشد. به این طریق نیروها در زمان بیشتری اعمال می شوند و از شکستگی موضعی فریم بوژی جلوگیری می گردد. در حالی که در صورت عدم وجود عنصر الاستیکی فنر، نیروهای اعمالی به صورت ناگهانی و در حالت ضربه وارد می شوند. بدیهی است اعمال یک نیروی ثابت در زمان کوتاه نسبت به اعمال همان نیرو در بازه‌ی زمانی بزرگتر، شدت تخریبی بسیار بیشتری دارد. در حالت اول تمامی نیرو به صورت ضربه وارد می شود. به عبارت دیگر؛ بار قابل توجهی در کسری از ثانیه به فریم بوژی اثر می کند. اما در حالت بعدی، فنر باعث می شود همان بزرگی نیرو در زمانی بیشتر اثر کند. در این حالت بزرگی نیرو در هر لحظه، به مراتب از حالت ضربه کمتر است. بنابراین وجود عناصر الاستیکی در سیستم تعلیق سبب اعمال تدریجی بار به اجزای مختلف و افزایش عمر آنها می گردد. همان طوری که پیشتر اشاره گردید، سیستم تعلیق اولیه با فنر لایه‌ای از اجزای زیر تشکیل شده است:

۱- فنر لایه‌ای

۲- گوشواره

۳- لقمه

۴- والیک‌های سرفنر

۵- خاموت

۶- اشپیل

در ادامه هر یک از اجزای ذکر شده تشریح می‌گردند.

۲-۵-۲-۱-۱- فنر لایه‌ای

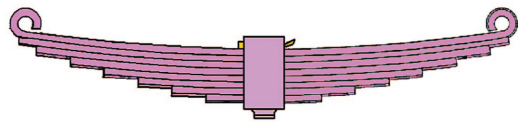
فنرهای لایه‌ای را در شکل‌های ۲-۱۴ و ۲-۱۵ مشاهده کردید. فنرهای لایه‌ای (Leaf Spring) دارای انواع مختلفی می‌باشند و به طور کلی آنها را می‌توان در ۴ گروه دسته‌بندی کرد:

۱- فنرهای لایه‌ای با قوس مثبت (دارای تقعر به سمت بالا)

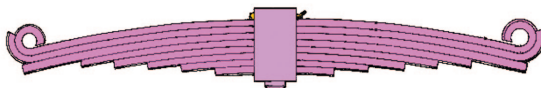
۲- فنرهای لایه‌ای با قوس منفی (دارای تقعر به سمت پایین)

۳- فنرهای لایه‌ای بدون قوس

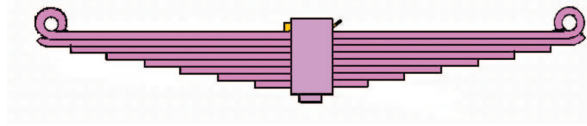
۴- فنرهای پارابولیک



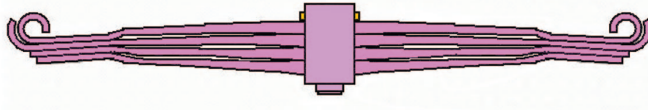
(۱) فنر لایه‌ای با قوس مثبت



(۲) فنر لایه‌ای با قوس منفی



(۳) فنر لایه‌ای بدون قوس (تخت)



(۴) فنر پارابولیک

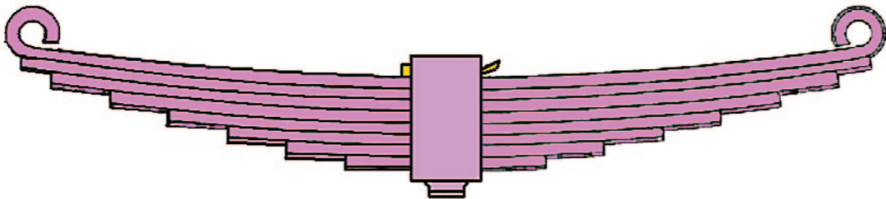
شکل ۲-۱۶) انواع فنرهای لایه‌ای

در شکل ۲-۱۶ شماتیکی از انواع فنرهای یاد شده ارائه شده است. فنرهای لایه‌ای از تعدادی لایه‌ی فنری از جنس فولاد فنر ساخته شده‌اند. طول لایه‌ی اول از سایر لایه‌ها بیشتر بوده (شکل ۲-۱۵ را ببینید) و در دو انتها حلقه شده است. این حلقه‌ها اصطلاحاً چشمی فنر نامیده می‌شوند که محل عبور والیک فنر به منظور نصب بر روی بوژی می‌باشند. لایه‌ی اول به دلیل نقش مهمتری که نسبت به سایر لایه‌های فنر دارد، اصطلاحاً شاه فنر نامیده می‌شود. سایر لایه‌ها نیز با طول‌های متناسب با لایه‌ی اول، زیر آن واقع شده و مجموعه‌ی آنها در قطعه‌ای گیره‌ای با عنوان کرپی قرار می‌گیرد. فضای آزاد لایه‌ی اول با کرپی توسط قطعه‌ی دیگری تحت عنوان گوه پر شده و مجموعه‌ی آنها در داخل کرپی پرس می‌گردد. شکل ۲-۱۵ اجزای فنرهای لایه‌ای را نشان می‌دهد. همان طوری که دیده می‌شود، فنر مذکور از هشت لایه تشکیل گردیده است. هر یک از لایه‌ها در امتداد محور تقارن طولی از یک طرف دارای فرو رفتگی و از سمت دیگر دارای برجستگی می‌باشد. به طوری که حین مونتاژ برجستگی لایه‌ی بالایی در فرو رفتگی لایه‌ی پایینی قرار

می‌گیرد تا به هنگام لغزش لایه‌ها نسبت به یکدیگر حین بهره‌برداری و نوسان فنر، تقارن عرضی فنر به طور کامل حفظ شود. همان طوری که در شکل ۲-۱۵ دیده می‌شود، هر یک از لایه‌ها در وسط خود دارای یک فرورفتگی هستند که اصطلاحاً به آن ناف می‌گویند. ناف‌ها در سمت بالایی هر لایه به صورت فرو رفتگی و در قسمت پایین به صورت برجستگی می‌باشند. نظیر شیارهای طولی فنر، مونتاژ لایه‌ها سبب می‌شود که برجستگی ناف لایه‌ی بالایی در فرو رفتگی ناف لایه‌ی پایینی قرارگیرد. به این ترتیب هنگام لغزش لایه‌های فنر، تقارن طولی به طور کامل حفظ می‌گردد.

فنرهای لایه‌ای با قوس مثبت

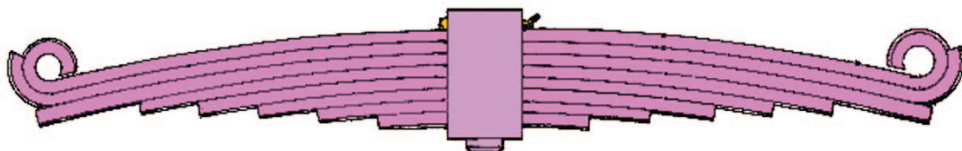
ساختار فنرهای لایه‌ای با قوس مثبت کاملاً مشابه آن چیزی است که در شکل ۲-۱۵ نمایش داده شده است. با این تفاوت که در این دسته از فنرها، لایه‌ها دارای قوس و انحنایی با تقعر به سمت بالا می‌باشند. این فنرها در واگن‌های باری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران دارای طول 1200 mm (فاصله مراکز چشمی‌های فنر در حالت آزاد) بوده و عموماً از ۸ لایه، یک کریبی و یک گوه تشکیل می‌شوند. شکل ۲-۱۷ نمونه‌ای از این فنرها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۷) فنر با قوس مثبت

فنرهای لایه‌ای با قوس منفی

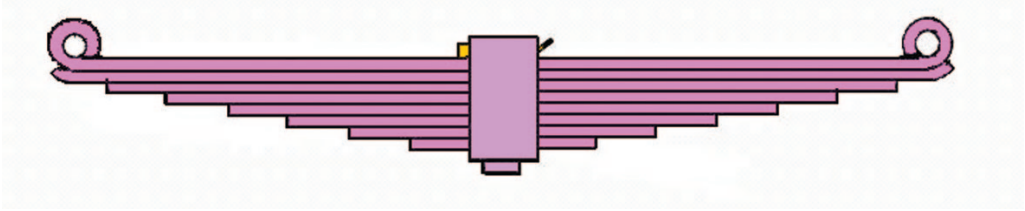
ساختار فنرهای لایه‌ای با قوس منفی نیز کاملاً شبیه آن چیزی است که در شکل ۱۵-۲ دیده می‌شود. با این تفاوت که در این نوع فنرها، لایه‌ها دارای قوس و انحنایی با تقعر به سمت پایین می‌باشند. این فنرها در واگن‌های باری راه آهن جمهوری اسلامی ایران دارای طول 1200 mm (فاصله مراکز چشمی‌های فنر در حالت آزاد) می‌باشند و از ۸ لایه، یک کرپی و یک گوه تشکیل می‌شوند. شکل ۱۸-۲ نمونه‌ای از این فنرها را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸-۲) فنر با قوس منفی

فنرهای لایه‌ای بدون قوس (فترتخت)

در مقایسه با فنرهای لایه‌ای قوس مثبت یا قوس منفی، فنرهای لایه‌ای بدون قوس فنرهایی هستند که لایه‌های آنها فاقد هر گونه قوس یا انحنای باشد که قبلاً نمونه‌ای از آنها را در شکل ۱۴-۲ و ۱۵-۲ دیدید. به همین جهت به آنها فنر تخت نیز گفته می‌شود. این فنرها در واگن‌های باری راه آهن جمهوری اسلامی ایران؛ نظیر فنرهای قوس مثبت و منفی دارای طول 1200 mm می‌باشند. شکل ۱۹-۲ شماتیکی از این تیپ فنرها را نمایش می‌دهد.



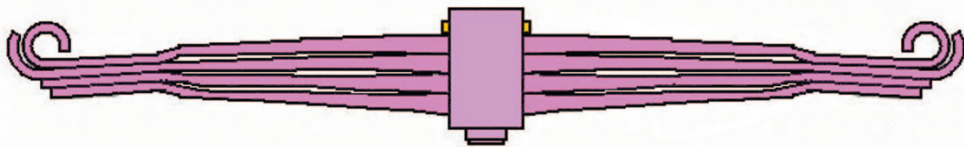
شکل ۲-۱۹) فنر بدون قوس (تخت)

فنرهای پارابولیک

اگر چه فنرهای پارابولیک متعلق به گروه فنرهای لایه‌ای می‌باشند ولی به لحاظ شکل لایه‌ها، با فنرهای لایه‌ای قوس مثبت، منفی و تخت کاملاً متفاوت می‌باشند.

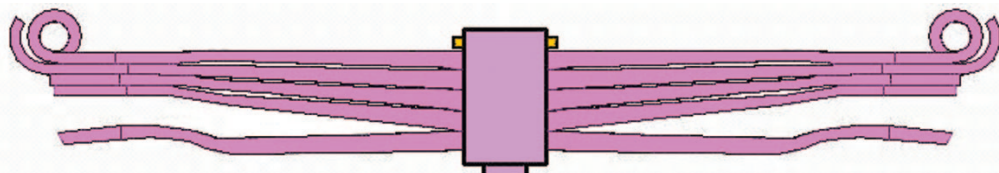
در فنرهای لایه‌ای قوس مثبت، منفی و تخت، ضخامت لایه‌ها ثابت اما ضخامت هر یک از لایه‌های فنرهای پارابولیک در طول آن متغیر است. هر یک از لایه‌های این فنرها دارای یک محور تقارن عمودی می‌باشند که ضخامت لایه در روی محور تقارن حد اکثر بوده و با حرکت به سمت دو انتها، ضخامت کاهش می‌یابد. بر خلاف فنرهای لایه‌ای قوس مثبت، منفی و تخت؛ در فنرهای پارابولیک لایه‌ها به طور کامل بر هم مماس نیستند. لیکن لایه‌ها در برخی از نقاط با یکدیگر در تماس بوده و از طریق انطباق برجستگی موضعی در یک لایه و فرورفتگی موضعی در مقابل آن و در لایه دیگر، موقعیت طولی و عرضی لایه‌ها نسبت به یکدیگر حفظ می‌گردد. ضخامت لایه‌ها در فنرهای پارابولیک تابعی سهمی بر حسب طول از محور تقارن آن می‌باشد. به عبارت دیگر اگر مرکز مبدا مختصات بر محور تقارن لایه‌ی فنر پارابولیک منطبق گردد و ضخامت لایه‌ها را با h و فاصله طولی هر نقطه از لایه نسبت به محور تقارن فنر را با x نمایش دهیم، در آن صورت ضخامت لایه در هر نقطه تابعی سهمی از فاصله طولی آن نقطه از محور تقارن می‌باشد و در تابع $h(x) = ax^2 + bx + c$ صدق می‌کند. به همین جهت به این فنرها پارابولیک (سهمی) گفته می‌شود. اصطکاک میانی لایه‌ها در فنرهای پارابولیک به مراتب کمتر از فنرهای لایه‌ای قوس مثبت، منفی یا تخت

می‌باشد. همچنین در مقایسه با آنها فنرهای پارابولیک وزن کمتری دارند و طراحی آنها نیز جدیدتر می‌باشد. فنرهای پارابولیک در واگن‌های باری راه آهن جمهوری اسلامی ایران دارای طول 1100 mm می‌باشند و دارای دو نوع فنرهای تک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای هستند، شکل ۲-۲۰ شماتیکی از فنرهای پارابولیک تک مرحله‌ای را نشان می‌دهد.



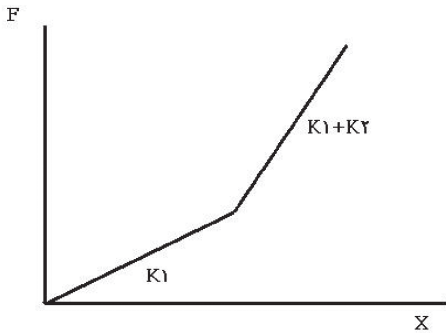
شکل ۲-۲۰ فنر پارابولیک تک مرحله‌ای

فنرهای تک مرحله‌ای، فنرهایی هستند که مجموعه‌ی آنها دارای یک نمودار سختی فنر با شیب ثابت می‌باشد. به عبارت دیگر، ثابت فنر آنها مقداری ثابت است. در این فنرها کلیه‌ی لایه‌ها هم‌زمان درگیر و در مسیر اعمال نیرو هستند. در حالی که در فنرهای دو مرحله‌ای میزان سختی فنر ثابت نیست و پس از گذشت نیرو از یک حد مشخص، یک‌باره ثابت فنر به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. در این فنرها معمولاً لایه‌ی آخری در حالت عادی درگیر نمی‌باشد و هرگاه وزن وسیله‌ی نقلیه و بار آن از حد معینی گذشت، این لایه نیز به صورت کمکی به سایر لایه‌ها افزوده می‌شود. شکل ۲-۲۱ شماتیکی از فنرهای پارابولیک دو مرحله‌ای را ارائه می‌نماید.

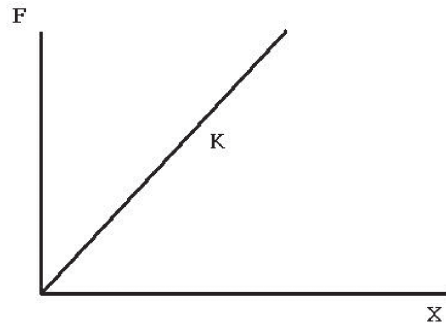


شکل ۲-۲۱ فنر پارابولیک دو مرحله‌ای

طراحی فنرهای دو مرحله‌ای به گونه‌ای است که معمولاً مرحله‌ی اول، در حالتی که واگن خالی است، عملکرد دارد و پس از بارگیری، مرحله‌ی دوم فنر نیز به مرحله‌ی اول افزوده شده و کل مجموعه؛ عمل می‌نماید. قابل ذکر است؛ فنرهای دو مرحله‌ای منحصر به فنرهای پارابولیک نیستند و در سایر فنرهای لایه‌ای، نظیر فنرهای لایه‌ای محور عقب کامیون‌ها، نیز وجود دارند. شکل‌های ۲-۲۰ و ۲-۲۱ نمونه‌ای از فنرهای پارابولیک و شکل ۲-۲۲ نمودار ضریب ثابت فنر آنها را نمایش می‌دهد.



ب- ثابت فنر، فنرهای دو مرحله‌ای



الف- ثابت فنر، فنرهای تک مرحله‌ای

شکل ۲-۲۲) نمودار تئوریک ثابت فنر برای فنرهای لایه‌ای تک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای

۲-۵-۲-۱-۲- گوشواره

یکی از عناصر مهم سیستم‌های تعلیق اولیه، گوشواره‌ها هستند. همان طوری که در بند ۲-۵-۱-۷ اشاره شد، فنرهای لایه‌ای به جهت امکان آزادی نوسان و قابلیت تغییر فاصله بین چشمی‌های فنر به هنگام نوسان، به صورت غیر مستقیم و از طریق ۴ عدد گوشواره به فریم بوژی اتصال می‌یابند.

در این هنگام به علت نوسان فنرها و تغییر فاصله‌ی چشمی‌های آن، گوشواره‌های طرفین فنر حول محل اتصال به فریم بوژی (اتصال پایین گوشواره)، اندکی دوران می‌کنند و به این ترتیب امکان تغییر فاصله‌ی بین چشمی‌های فنر را فراهم می‌نمایند و پس از میرا شدن نیروهای وارده به فنر و برگشت فنر به موقعیت اصلی، گوشواره‌ها در خلاف جهت قبلی دوران می‌یابند. با بررسی مکانیزم عملکرد فنر قوس مثبت و گوشواره‌های متصل به آن در خواهیم یافت که به هنگام اعمال نیروی عکس‌العمل از ریل به چرخ و از چرخ به جعبه یاتاقان و نهایتاً فنر، فاصله‌ی بین دو چشمی فنر افزایش می‌یابد. لذا در این حالت گوشواره‌ی سمت راست فنر در جهت گردش عقربه‌های ساعت و گوشواره‌ی سمت چپ در خلاف جهت عقربه‌های ساعت دوران می‌کند. در این هنگام جعبه یاتاقان و چرخ در راهنمای جعبه یاتاقان به سمت بالا حرکت می‌نمایند. بدیهی است پس از این حالت، به علت ایجاد نیروهای مقاوم، فنر به سرعت به شکل اولیه اش برمی‌گردد. در این حالت جعبه یاتاقان در راهنمای خود به سمت پایین حرکت می‌کند و گوشواره‌ها دورانی برعکس آنچه اشاره شد را انجام می‌دهند. بررسی عملکرد فنرهای قوس منفی و تخت نشان دهنده‌ی دوران‌های برعکس فنرهای قوس مثبت در شرایط متناظر می‌باشد. زیرا در مورد هر دوی آنها به هنگام اعمال نیروی عکس‌العمل ریل به چرخ و نهایتاً فنر، چشمی‌های فنر به هم نزدیک می‌شوند. بنابراین گوشواره به عنوان اجزای ارتباطی در سیستم تعلیق، غیر از نگهداری دو انتهای فنر و اعمال نیرو به آن، وظیفه‌ی ایجاد قابلیت تغییر فاصله‌ی نقاط اتصال فنر را بر عهده دارند. گوشواره‌ها حلقه‌های مستطیل شکل فولادی با مقاطع دایره‌ای هستند که با روش فورج تولید می‌گردند. گوشواره‌ها پیشتر در شکل ۲-۱۴ (با شماره‌ی موقعیت ۵) نمایش داده شده‌اند.

۲-۵-۲-۱-۳- لقمه

اتصال فنرهای لایه‌ای در هر سمت فنر از طریق ۲ عدد گوشواره و ۴ عدد لقمه صورت می‌پذیرد. لقمه، قطعه‌ای فولادی است که به روش فورج (آهنگری) و یا ریخته‌گری تولید می‌شود (شکل ۲-۱۴، قطعات با شماره‌ی موقعیت ۴ را ببینید).

این قطعه از سوئی در گوشواره قرار می گیرد و از سوی دیگر به عنوان یک قطعه ی واسطه، اتصال فنر به گوشواره ها و همین طور اتصال گوشواره ها به فریم بوژی را ممکن می سازد. همان طوری که در شکل ۲-۱۴ ملاحظه می کنید، لقمه ها بلوک های فولادی هستند که در دو سمت خود دارای نشیمنگاه های دواری به منظور تثبیت در گوشواره ها و یک سوراخ مرکزی جهت عبور والیک می باشند. حین بهره برداری، به علت نوسان فنر و تماس نسبی لقمه با گوشواره ها، سایش قابل توجهی در نشیمنگاه دوار به وجود می آید و به همین علت پس از سایش بیش از حد لقمه در یک سمت نشیمنگاه دوار در زمان تعمیرات، با چرخاندن لقمه در گوشواره، از سمت دیگر نشیمنگاه دوار لقمه استفاده می شود. لقمه ها در مقطع عمود بر نشیمنگاه دوار خود دارای دو زائده می باشند به طوری که امکان خروج لقمه از گوشواره ها وجود ندارد.

۲-۵-۲-۱-۴- والیک های سرفنر

والیک های سرفنر، بین هایی هستند که وظیفه ی اتصال فنر به گوشواره ها، لقمه ها و فریم بوژی را بر عهده دارند. هر فنر لایه ای توسط ۴ عدد والیک به بوژی متصل می شود. والیک های سرفنر در انتهای خود دارای شیاری جهت نصب خاموت به منظور قفل شدن و جلوگیری از خروج آنها هستند. شکل ۲-۱۴ والیک های سرفنر (قطعات با شماره ی موقعیت ۶) را نشان می دهد.

۲-۵-۲-۱-۵- خاموت و اشپیل والیک سرفنر

خاموت ها در قسمت های مختلف و زیرمجموعه های واگن به کار می روند. وظیفه ی اصلی چنین قطعاتی قفل کردن بین (والیک) و جلوگیری از خروج آنها از اتصال مورد نظر است. در اینجا قطعه ی خاموت پس از قرار گرفتن در شیار والیک سرفنر و حرکت کشویی روی آن، توسط اشپیل عبوری از سوراخ خود، ضامن شده و اجازه ی حرکت طولی به والیک و خروج احتمالی از اتصال بین لقمه و فنر را نمی دهد. خاموت، اشپیل و نحوه ی مونتاژ آنها روی والیک سرفنر در شکل ۲-۱۴ دیده می شود.

۲-۵-۳- سیستم محدود کننده ی حرکت دورانی حول محور طولی خط (Roll)

این سیستم مرکب از بالشتک های بوژی و واگن می باشد. همان طور که قبلاً گفته شد و در بند ۲-۵-۱-۸ نیز اشاره گردید، هر بوژی در محل محور تقارن عرضی خود دارای ۲ عدد بالشتک (Side Bearer) می باشد و دقیقاً در نقطه ی مقابل آن، بالشتکی روی شاسی عرضی واگن و در امتداد کاسه بوژی ها نصب شده است. معمولاً در خطوط مستقیم و بدون دور (Super elevation)، بالشتک ها نقش کمتری دارند. لیکن به هنگام عبور واگن از قوس ها و با توجه به سرعت حرکت واگن، بدنه ی واگن به سمت خارج قوس متمایل شده و دوران می نماید. در این هنگام، بالشتک واگن با بالشتک بوژی تماس شده و از این لحظه به بعد دوران واگن حول محور طولی خط (Roll) متوقف می شود. این تماس تا عبور کامل واگن از قوس برقرار است. پس از عبور واگن از قوس و ورود آن به خط مستقیم، مجدداً بدنه ی واگن در خلاف جهت قبلی حرکت کرده و بالشتک ها از یکدیگر فاصله می گیرند. سپس واگن به وضعیت افقی (تراز) باز می گردد.

بالشتک ها دارای انواع مختلفی هستند که متداول ترین آنها از این قرارند:

(۱) بالشتک های صلب

(۲) بالشتک های با قابلیت ارتجاعی (Flexible Bearing)

(۳) بالشتک های ترکیبی

۲-۵-۳-۱- بالشتک های صلب

بالشتک های صلب از ساده ترین نوع بالشتک ها می باشند. این بالشتک ها، قطعات صلبی از جنس فولاد بوده که در مقابل سایش و ضربه از مقاومت کافی برخوردارند. همان طوری که قبلاً گفته شد، بالشتک ها به صورت زوج می باشند. یعنی در نقطه ی مقابل بالشتک نصب شده روی بوژی، بالشتکی بر واگن نصب شده است. به جهت کاهش اصطکاک؛ سهولت حرکت و تماس بالشتک واگن با بوژی، سطح بالشتک بوژی به

صورت محذب ساخته شده است. اتصال بالشتک با بوژی یا واگن توسط پیچ و مهره صورت می‌گیرد. یکی از مواردی که در ایمنی سیر واگن‌ها اثر گذار است، فاصله‌ی بالشتک‌های واگن و بوژی است. جهت تنظیم فاصله‌ی بین بالشتک‌ها، در خصوص واگن‌های اروپایی، از ورق‌هایی با ضخامت‌های مختلف در زیر پایه‌ی بالشتک واگن استفاده می‌شود. اما همین تنظیم در واگن‌های روسی و اکراینی از طریق قرار دادن ورق‌هایی با ضخامت‌های مختلف در زیر کلاهدک بالشتک بوژی صورت می‌گیرد. شکل ۲-۱۰ (قطع‌ات با شماره‌ی موقعیت ۱۰) بالشتک‌های صلب را نشان می‌دهد.

۲-۵-۳-۲- بالشتک‌های با قابلیت ارتجاعی

بالشتک‌های با قابلیت ارتجاعی، بالشتک‌هایی هستند که دارای یک بخش الاستیکی بوده و دارای قابلیت فنری هستند. این عنصر الاستیکی ممکن است یک فنر، یک عضو لاستیکی یا یک بالشتک پر شده از هوا یا گاز بی اثر باشد. بنابراین بالشتک‌های ارتجاعی دارای دو نوع بالشتک‌های فنری و بالشتک‌های هوایی (گازی) می‌باشند.

۲-۵-۳-۱- بالشتک‌های فنری

بالشتک‌های فنری که در واگن‌های باری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران روی بوژی‌های Y۲۵ اتریشی و آلمانی نصب شده‌اند، هر یک مرکب از سه قسمت می‌باشند:

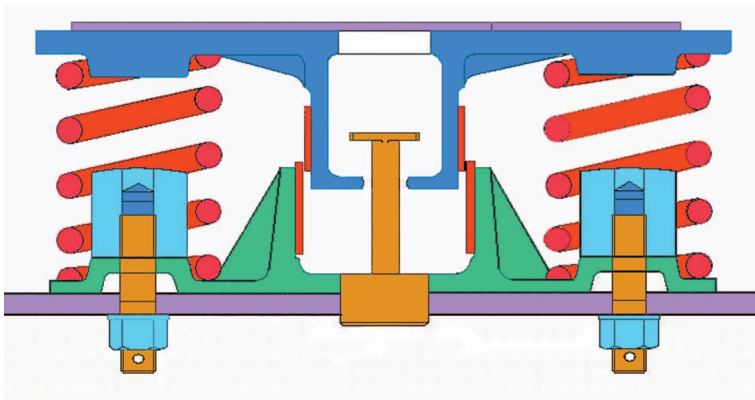
(۱) صفحه‌ی پایین بالشتک (پایه‌ی بالشتک)

(۲) صفحه‌ی بالایی بالشتک (رویه‌ی بالشتک)

(۳) فنرهای پیچشی بالشتک

صفحه‌ی پایینی بالشتک (پایه‌ی بالشتک) از طریق ۲ عدد پیچ و مهره روی فریم بوژی نصب می‌گردد. پایه‌ی بالشتک دارای نشیمنگاه‌هایی جهت تثبیت فنرهای بالشتک، صفحات سایشی به منظور تماس با

صفحات سایشی رویه‌ی بالشتک، و یک عدد پین برای جلوگیری از جدا شدن رویه و پایه از یکدیگر می‌باشد. رویه‌ی بالشتک نیز به طور متناظر با پایه‌ی بالشتک، دارای نشیمنگاه‌هایی جهت نشستن بر فنرهای سوار شده بر پایه‌ی بالشتک و نیز صفحات سایشی، جهت تماس با صفحات سایشی پایه‌ی بالشتک می‌باشد. فنرهای پیچشی مابین پایه و رویه‌ی بالشتک قرار گرفته و بخش ارتجاعی بالشتک را تشکیل می‌دهند. بدین ترتیب در این بالشتک‌ها متناظر با دامنه‌ی تغییرات ارتفاع بالشتک، واگن اجازه‌ی دوران تا زمانی دارد که رویه‌ی بالشتک به صفحه‌ی زیری آن برسد. از این لحظه به بعد عملکرد آن شبیه بالشتک صلب می‌گردد. البته طراحی این بالشتک به نحوی است که نوسان آن در دامنه‌ی الاستیک فتر باشد. بنابراین سلامت فتر و طول آن نقش مهمی در عملکرد مناسب این بالشتک‌ها دارد. شکل ۲-۲۳ شماتیکی از بالشتک‌های فنری را نمایش می‌دهد.



شکل ۲-۲۳) شماتیک بالشتک‌های فنری

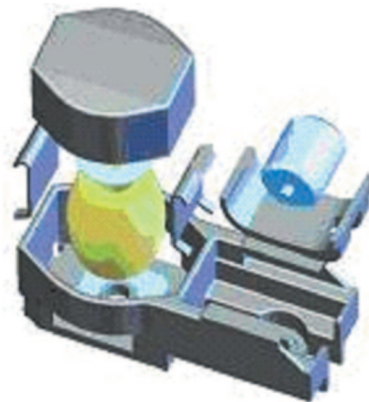
۲-۵-۳-۲- بالشتک‌های هوایی

امروزه انواع بالشتک‌های هوایی و کمک فنرهای گازی در سیستم تعلیق وسایل نقلیه به کار گرفته می‌شوند و اخیراً در وسایل نقلیه‌ی سنگین؛ نظیر اتوبوس‌ها و واگن‌ها کاربردهای ویژه یافته‌اند. در صنعت ریلی، عمدتاً بالشتک‌های هوایی یا گازی در وسایل نقلیه‌ی ریلی مسافری، نظیر انواع واگن‌های مسافری،

ترن ست‌ها، مترو و ... به کار می‌روند که علت اصلی آن نرمی و آسایش حرکت مسافری است. بالشتک‌های هوایی در اصل یک کیسه‌ی هوایی شامل هوای متراکم (گاز متراکم) می‌باشند که قسمت‌های زیر و بالای آن به طریق مناسب با لایه‌های فلزی حفاظت شده‌اند و مجموعه‌ی آن از طریق لوله و اوریفیس به یک مخزن هوا و کمپرسور متصل است. این سیستم اگر چه در ظاهر بیشتر نقش بالشتک را دارد، اما در اصل نقش فنربندی بخشی از سیستم تعلیق واگن را بازی می‌کند. به همین جهت به آن فنر هوایی (Air Spring) نیز گفته می‌شود.

۲-۵-۳- بالشتک‌های ترکیبی

به دلیل بزرگی نسبی نیروهای تبادل شده بین بالشتک‌های بوژی و واگن و نیز کاهش ضربات وارده، طراحی‌های جدید بالشتک‌ها ترکیبی از غلتک‌های فلزی و قطعات لاستیکی (کامپوزیت) را به کار می‌رود. در این بالشتک‌ها، ضمن تبادل ملایم نیروها و نتیجتاً کاهش ضربات وارده به دلیل استفاده از عنصر الاستیکی کامپوزیتی، حرکت نسبی بالشتک واگن و بوژی به دلیل استفاده از غلتک تسهیل گردیده است. این نوع بالشتک را در اکثر بوژی‌های با طراحی جدید، نظیر بوژی سه‌تکه‌ی روسی ۵۷۸-۱۸ و بوژی سه‌تکه‌ی چینی ZK1 می‌توان دید. شکل ۲-۲۴ شماتیکی از این بالشتک‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲۴) بالشتک ترکیبی

۲-۵-۴- سیستم اهرم بندی ترمز بوژی

به منظور کنترل سرعت حرکت قطار، بوژی ها مجهز به سیستم ترمز هستند. سیستم ترمز بوژی، در اکثر واگن های باری سیستمی مرکب از یک مجموعه ی اهرم بندی صرف بوده که هنگام فعال شدن اهرم بندی ترمز واگن؛ نیروی لازم برای ترمز را به کفشک های ترمز و نهایتاً چرخ ها اعمال می کنند. بدین ترتیب عمل ترمزگیری انجام می شود. سیستم اهرم بندی ترمز بوژی، مجموعه ای سری با سیستم ترمز واگن می باشد که نیروی ورودی خود را از آن می گیرد. المان تولید نیرو در جهت ترمز، سیلندر ترمز است که در مجموعه ی اهرم بندی ترمز واگن نصب شده و نیروی لازم را از هوای فشرده ی واگن تامین می نماید. در اکثر واگن های باری، سیستم ترمز بوژی صرفاً ترکیبی از اهرم بندی می باشد، اما در برخی از بوژی ها، سیلندر ترمز نیز روی آنها نصب شده است.

اهرم بندی ترمز بوژی های با فریم یک پارچه، دارای هشت عدد کفشک ترمز چدنی است. به عبارت دیگر هنگام عمل ترمزگیری، هر چرخ با نیروی فشاری حاصل از دو کفشک در طرفین خود ترمز می شود. اهرم بندی ترمز بوژی وظیفه ی انتقال نیرو، تنظیم مقدار نیرو و تغییر جهت آن، به منظور اعمال بر کفشک ها را بر عهده دارد و در خصوص بوژی های با فریم یک پارچه، مرکب از اجزای زیر می باشد:

(۱) کفشک های ترمز چدنی

(۲) قاب کفشک ترمز

(۳) شمشیرک

(۴) میله مثلث

(۵) آویز قاب کفشک

(۶) اهرم های سه سوراخه

(۷) آویزهای کج دو سوراخه

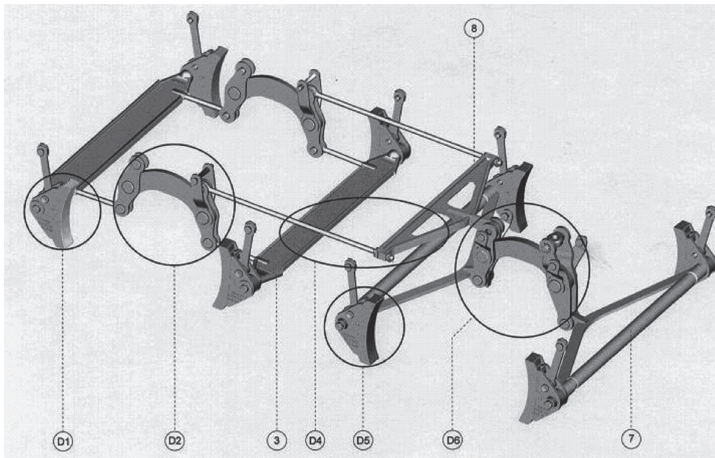
(۸) شترگلو

۹) سینی ترمز

۱۰) والیک ها، بوش ها، واشرها و اشپیل های مربوطه

شکل ۲-۲۵ شماتیکی از اهرم بندی ترمز بوژی های H رومانی با قطر چرخ 920 mm را نمایش می دهد. همان طوری که دیده می شود، در این تیپ بوژی میله مثلث های چرخ ومحور تابع (عقبی)، بر خلاف میله مثلث های بوژی های دیگر، به شکل مثلث نیستند و ضمناً از دو عدد شترگلو استفاده شده است. در حالی که در سایر بوژی ها قسمت پشتی اهرم بندی ترمز نیز مانند بخش جلویی آن بوده و دارای یک شترگلو و یک مجموعه ی اهرم بندی می باشند.

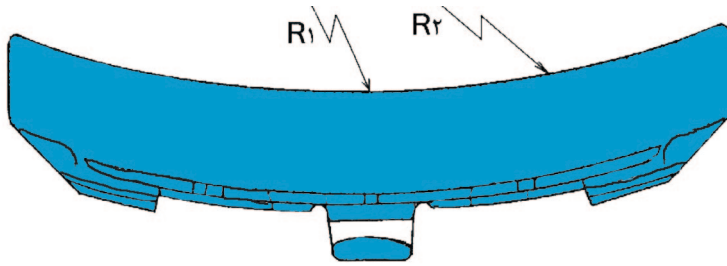
به دلیل ساختار پیچیده تر اهرم بندی ترمز بوژی های H رومانی با قطر چرخ 920 mm ، و از آنجایی که اهرم بندی ترمز سایر بوژی ها دقیقاً متناظر با نیمه جلویی این بوژی می باشد، در ادامه اجزای اهرم بندی ترمز این بوژی به عنوان نمونه بررسی می گردد.



شکل ۲-۲۵) اهرم بندی ترمز بوژی های H رومانی با قطر چرخ 920 mm

۲-۵-۴-۱- کفشک ترمز چدنی (Cast Iron Brake Block)

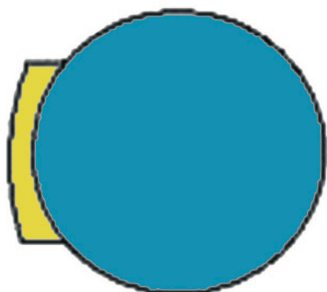
کفشک ترمز عاملی اصطکاکی است که هنگام ترمزگیری با یک نیروی فشاری معین که تابع وزن واگن و خالی و یا باردار بودن آن می باشد، با چرخ تماس پیدا کرده و با ایجاد نیروی اصطکاک و تبدیل انرژی جنبشی چرخ به گرما، سرعت آن را کاهش می دهد. کفشک ترمز چدنی با روش ریخته گری تولید می شود و در بخش داخلی، جهت استحکام بیشتر، دارای آرماتور بوده و به لحاظ میزان سختی و درصد ترکیبات باید در محدوده های معینی قرار داشته باشد. شکل ۲-۲۶ شماتیکی از کفشک ترمز را نشان می دهد.



شکل ۲-۲۶) شماتیک کفشک ترمز

همان طوری که در شکل های ۲-۲۷ و ۲-۲۸ دیده می شود، کفشک ترمز قطعه ای قوس دار و مرکب از دو کمان در سطح داخلی می باشد که هنگام ترمزگیری در ناحیه ی میانی، با سطح دوار چرخ مماس می شود. در ابتدا و زمانی که کفش ترمز نو می باشد، تماس چرخ با آن در ناحیه ی میانی است و دو انتهای آن با چرخ تماس ندارند (شکل ۲-۲۷)؛ اما به مرور زمان و به تدریج کفشک ساییده شده و تمامی سطح آن بر چرخ مماس می گردد (شکل ۲-۲۸).

کفشک ترمز در ناحیه ی قوس پشتی دارای شکافی جهت اتصال به قاب کفشک ترمز و نشستن روی آن است که به آن پل کفشک گفته می شود.



شکل ۲-۲۸



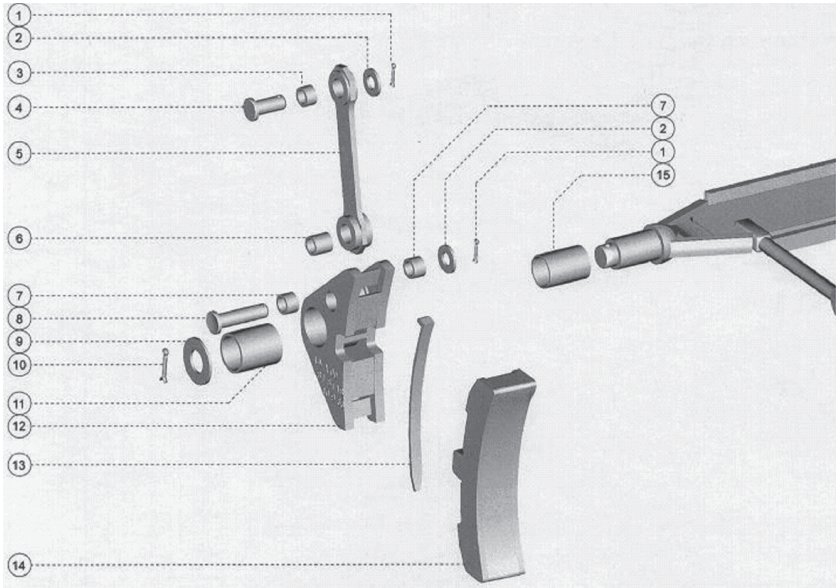
شکل ۲-۲۷

۲-۵-۴-۲- قاب کفشک ترمز

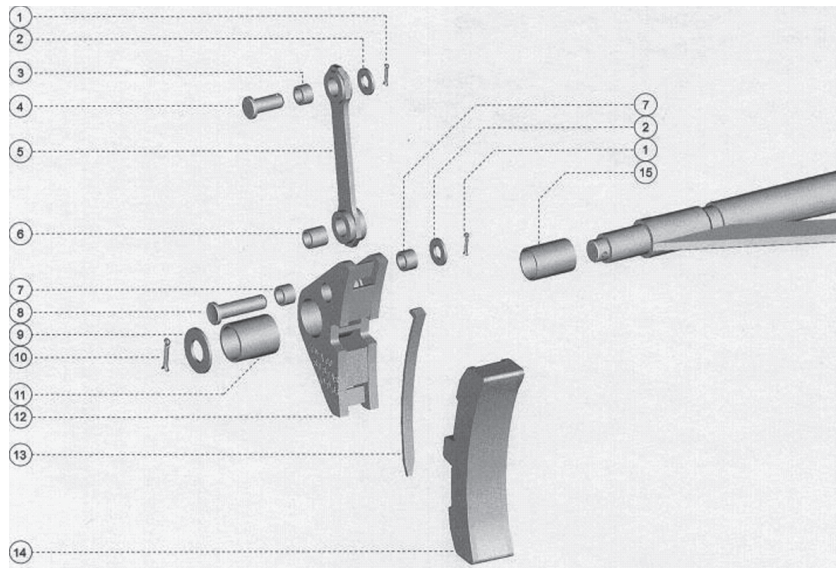
قاب کفش، نشیمنگاه کفش ترمز می‌باشد و اعمال نیرو به کفش ترمز از طریق آن صورت می‌پذیرد. این قطعه در قسمت جلوی خود دارای قوسی است که با قوس پشت کفش ترمزها یکسان بوده و از طرف دیگر دارای فرورفتگی در همین ناحیه است که پل کفشک ترمز کاملاً داخل آن می‌نشیند. قاب کفش با روش‌های فورج و اخیراً ریخته‌گری تولید می‌شود. قاب کفش در قسمت انتهایی دارای حفره‌ای جهت اتصال به میله مثلث و در بخش فوقانی نیز دارای سوراخ‌هایی دیگر جهت اتصال به آویز قاب کفش می‌باشد. سوراخ‌های قاب کفش، در محل اتصال به آویز قاب کفش و میله مثلث، جهت حفاظت از سایش مجهز به بوش می‌باشد. شکل‌های ۲-۲۹ و ۲-۳۰ قاب کفشک و محل اتصال آن به میله مثلث، آویز کفش و بوش‌های مربوطه را نمایش می‌دهد.

۲-۵-۴-۳- شمشیرک

قطعه‌ی تیغه‌ای شکل و قوس‌داری است که از جنس فولاد فتر بوده و با روش نورد ویژه تولید می‌گردد. شمشیرک پس از نصب کفشک روی قاب ترمز، از شکاف قاب کفش و شکاف پل کفش ترمز عبور کرده و به دلیل اختلاف قوس با قاب و کفشک و حالت فنری، پس از جا خوردن اتصال مطمئن کفشک ترمز با قاب کفش را تامین می‌نماید. این قطعه در اشکال ۲-۲۹ و ۲-۳۰ با شماره‌ی ۱۳ قابل ملاحظه می‌باشد.



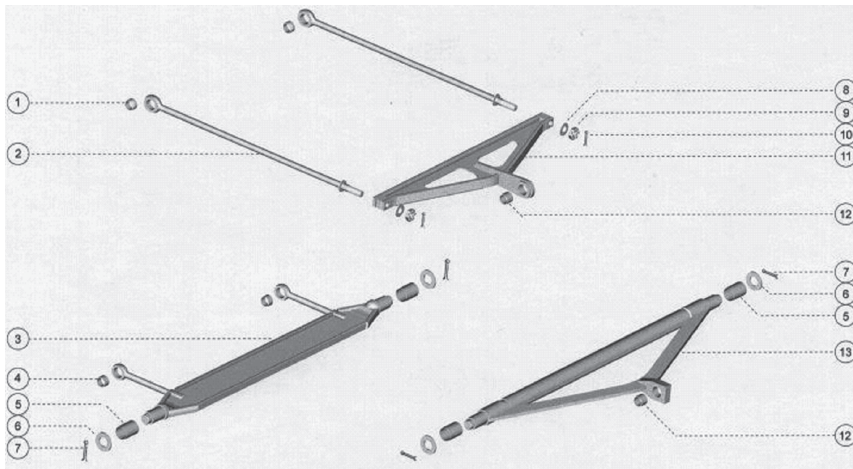
شکل ۲-۲۹) چگونگی اتصال قاب کفشک به میله مثلث، آویز کفش و بوش های مربوطه در سمت چرخ تابع



شکل ۲-۳۰) چگونگی اتصال قاب کفشک به میله مثلث، آویز کفش و بوش های مربوطه در سمت میله مثلث چرخ جلو

۲-۵-۴-۴- میله مثلث (Brake beam)

یکی از مهمترین اجزای اهرم بندی ترمز بوژی بوده و وظیفه ی انتقال نیروی ترمز از اهرم های سه سوراخه به کفشک ترمز و تقسیم مناسب نیروی ترمزی در دو طرف واگن را بر عهده دارد. همان طوری که در شکل ۲-۲۵ دیده می شود، بوژی های با فریم یک پارچه به ازای هر چرخ و محور دارای دو میله مثلث می باشند و بر هر میله مثلث دو عدد کفشک ترمز نصب می گردد. میله مثلث از ناحیه ی راس و از طریق والیک و اشتر و اشپیل، به اهرم سه سوراخه متصل شده و از دو رأس دیگر از طریق بوش های نسبتاً بلندی با قاب کفش ترمز ارتباط دارد و در این محل جهت جلوگیری از خروج قاب کفش از آن، دارای واشر و اشپیل می باشد. همان طوری که پیشتر نیز اشاره گردید، در بوژی های H رومانی با قطر چرخ 920 mm دو تیپ میله مثلث وجود دارد که نوع دوم بر خلاف اسمش شباهتی به مثلث ندارد. لیکن به لحاظ کارایی مشابهت زیادی با آن دارد که به آن میله مثلث تخت می گویند. شکل ۲-۳۱ هر دو نوع میله مثلث معمولی (با شماره موقعیت ۱۳) و تخت (با شماره موقعیت ۳) و اجزای آنها را نشان می دهد. همان طوری که دیده می شود، به لحاظ نوع طراحی، میله مثلث های تخت، بر خلاف میله مثلث های معمولی، از ۲ نقطه با اهرم بندی ترمز بوژی تماس می یابند.



شکل ۲-۳۱ میله مثلث های تخت و معمولی و سینی ترمز بوژی H جدید (رومانی)

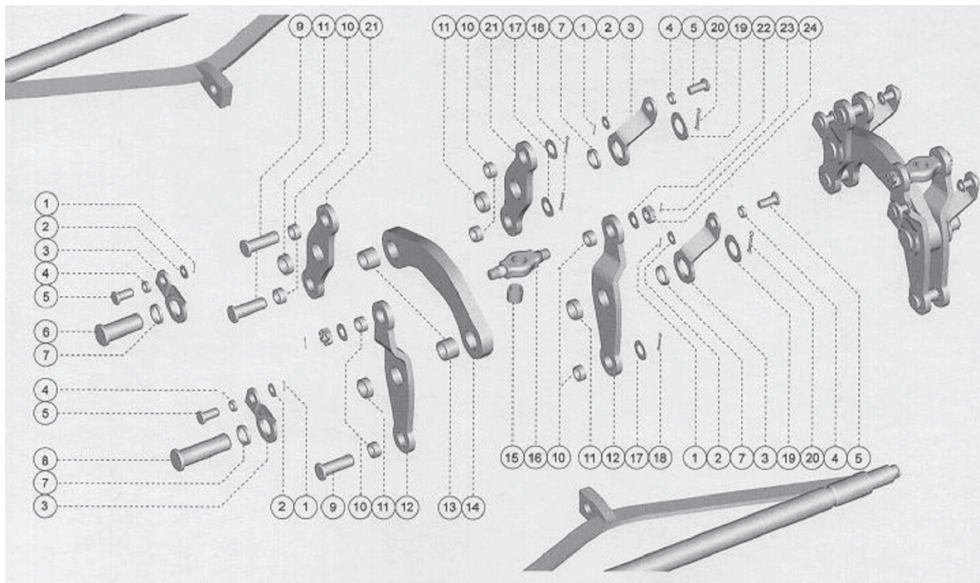
۲-۵-۴-۵- آویز قاب کفشک (Brake Block Support Hanger)

آویزهای قاب کفشک، قطعاتی میله ای شکل هستند که با روش فورج (آهنگری) تولید می شوند. این قطعات در دو انتهای خود دارای سوراخ اتصال می باشند. این قطعه از طریق حفره و بوش داخل آن و همچنین والیک، از یک سو با فریم بوژی و از سوی دیگر با قاب کفشک تماس دارد. به عبارت دیگر؛ میله مثلث و قاب کفشک از طریق این قطعات به فریم بوژی آویزان هستند. به همین جهت به آنها آویز قاب کفشک می گویند. هر بوژی به تعداد قاب کفشک خود دارای آویز قاب کفشک می باشد. در شکل های ۲-۲۹ و ۲-۳۰ آویز قاب کفشک با شماره موقعیت ۵ قابل ملاحظه است.

۲-۵-۴-۶- اهرم های سه سوراخه

اساس کار سیستم ترمز بوژی بر تبادله، تنظیم و تغییر جهت نیروها بین اجزاء و اهرم های سیستم اهرم بندی استوار است. پیشتر مجموعه ی اهرم بندی ترمز بوژی های H رومانی با قطر ۹۲۰ mm، که در بین بوژی های ۲ محوره دارای پیچیده ترین اهرم بندی می باشند، در شکل ۲-۲۵ ارائه شد. اهرم های سه سوراخه قطعاتی هستند که با روش فورج (آهنگری) یا برشکاری، از ورق های فولادی ساخته شده و جهت اتصال با سایر اجزای اهرم بندی و تغییر جهت نیروهای اعمالی دارای سه سوراخ می باشند. همان طوری که در شکل یاد شده ملاحظه می شود، اهرم های سه سوراخه از طریق سوراخ وسط با قطعاتی تحت عنوان شترگلو (بند ۲-۴-۸ را ببینید) و از طریق دو سوراخ دیگر به راس میله مثلث و سینی ترمز (و در مورد اهرم سه سوراخه جلو بوژی با میله ی کشش ترمز واگن) اتصال می یابند. قابل ذکر است کلیه ی سوراخ های اتصال اهرم های سه سوراخه و سایر قطعات اهرم بندی ترمز جهت کاهش سایش، مجهز به بوش هایی با سختی سطحی هستند. شکل های ۲-۲۵، ۲-۳۲ و ۲-۳۳ اهرم های سه سوراخه ی مختلف در بوژی های H رومانی (با قطر چرخ ۹۲۰ mm) را نمایش می دهند. در این نوع بوژی، اهرم های سه سوراخه ی متصل به میله مثلث های تخت، از نظر ابعادی کاملاً یکسان بوده و به لحاظ ضخامت و اندازه با اهرم های سه سوراخه ی متصل با میله مثلث های قسمت جلوی بوژی متفاوتند. نکته ی جالب در بوژی های H رومانی با قطر چرخ

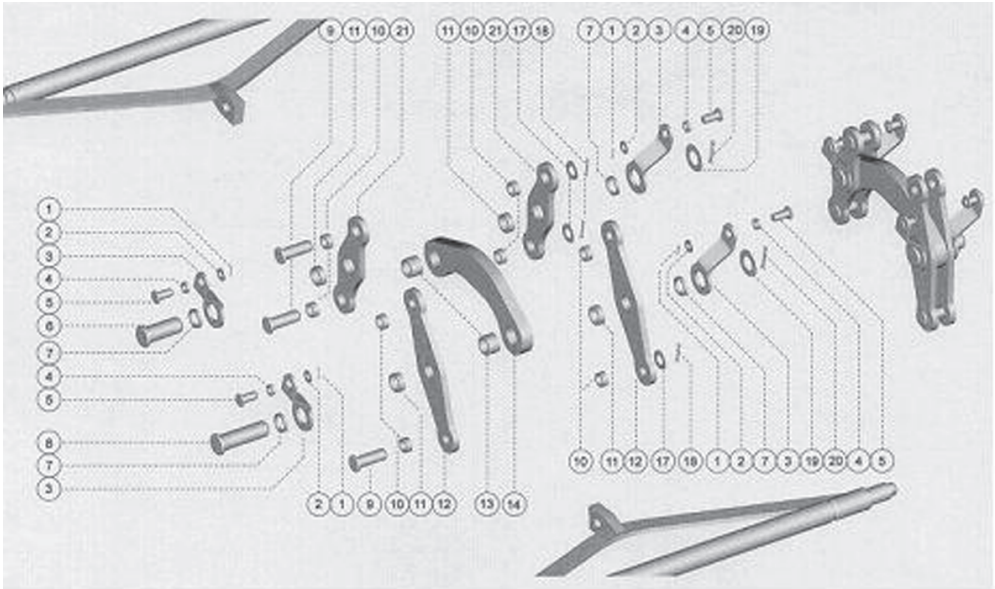
۹۲۰ mm آن است که اهرم‌های سه سوراخه‌ی قسمت جلوی بوژی که با میله‌ی کشش ترمز واگن تماس می‌یابند، همان طوری که در شکل‌های ۲-۳۲ و ۲-۳۳ دیده می‌شوند، دو نوع هستند. در نوع اول این بوژی‌ها از اهرم‌های سه سوراخه‌ی کج و یک قطعه‌ی اتصال دهنده تحت عنوان «مهره‌ی خودکار» (شکل ۲-۳۲ به ترتیب قطعات با شماره‌ی موقعیت ۱۲ و ۱۶ رابینید) استفاده شده است. در صورتی که در نوع دوم، اهرم‌های سه سوراخه‌ی تخت مورد استفاده قرار گرفته‌اند (شکل ۲-۳۳ قطعات شماره‌ی ۱۲).



شکل ۲-۳۲) شترگلوئی قسمت جلویی بوژی و متعلقات متصل به آن (مدل دارای اهرم سه سوراخه‌ی کج)

۲-۵-۴-۷- آویزهای کج دو سوراخه

آویزهای کج دو سوراخه، که در برخی موارد به آنها سگ دست نیز اطلاق می‌گردد، اهرم‌های خمیده‌ای هستند که دارای دو سوراخ به منظور نگهداری و اتصال یک یا هر دو سمت مجموعه‌ی شترگلوها و آویزهای سه سوراخه به فریم بوژی، می‌باشند. آویزهای کج دو سوراخه از یک سمت با فریم بوژی و از سمت دیگر با یک سمت مجموعه‌ی شترگلو و اهرم‌های سه سوراخه در تماس هستند و آنها را به صورت معلق نگه می‌دارند. آویزهای کج دو سوراخه در شکل‌های ۲-۲۵، ۲-۳۲ و ۲-۳۳ با شماره موقعیت ۳ دیده می‌شوند.



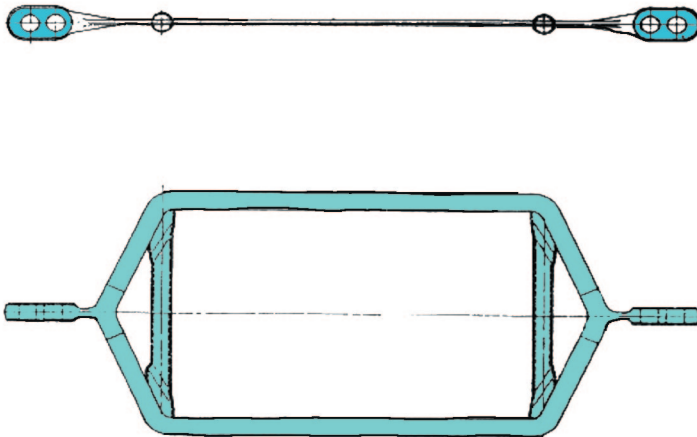
شکل ۲-۳۳) شترگلو قسمت جلویی بوژی و متعلقات متصل به آن (مدل دارای اهرم سه سوراخه‌ای تفت)

۲-۵-۴-۸- شترگلو

شترگلو اهرمی است که وظیفه‌ی انتقال نیروی ترمز به اهرم‌های سه سوراخه و نهایتاً میله مثلث‌های طرفین چرخ را بر عهده دارد و به همین جهت به منظور عدم برخورد و تماس با محور، خصوصاً به هنگام نوسان چرخ و سیستم تعلیق، در قسمت میانی خود به صورت خمیده ساخته می‌شود. از این رو «قطعات شترگلو» یا به اختصار «شترگلو» نامیده می‌شوند. در بوژی‌های H رومانی (با قطر چرخ ۹۲۰ mm)، دو نوع شترگلو وجود دارد که به لحاظ ضخامت با یکدیگر تفاوت دارند. دو شترگلو‌ی واقع در سمت میله مثلث تحت یکسان بوده و از نظر ضخامت تقریباً نصف شترگلو‌ی سمت دیگر بوژی هستند. شترگلوها معمولاً به جهت نقش حساس در انتقال نیروی ترمز، با روش فورج ساخته می‌شوند. شترگلوهای بوژی H رومانی (با قطر چرخ ۹۲۰ mm) را می‌توانید در اشکال ۲-۲۵، ۲-۳۲ و ۲-۳۳ با شماره موقعیت ۱۴ ملاحظه نمایید.

۲-۵-۴-۹- سینی ترمز

سینی ترمز، قطعه‌ای است که وظیفه‌ی انتقال نیروی ترمز از یک سمت بوژی به سمت دیگر آن را بر عهده دارد. این قطعه در مجموعه‌ی مونتاژی شکل ۲-۲۵ و دمونتاژ شده‌ی آن در شکل ۲-۳۱ قابل مشاهده است. اگرچه شکل سینی ترمز در بوژی‌های H جدید رومانی (با قطر چرخ ۹۲۰ mm) با سایر بوژی‌ها کاملاً متفاوت است، اما به لحاظ عملکرد کاملاً یکسان هستند. شکل ۲-۳۴ شماتیکی از سینی‌های ترمز معمول در عمده سایر بوژیها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳۴) سینی ترمز در قالب بوژی‌های غیر از H جدید رومانی

۲-۵-۴-۱۰- والیک، بوش، واشر و اشپیل

اتصال کلیه‌ی اجزای مجموعه‌ی اهرم‌بندی بوژی با یکدیگر به صورت مفصلی (لولائی) می‌باشد. این اتصال توسط والیک، واشر و اشپیل انجام می‌شود. داخل سوراخ اتصال کلیه‌ی اجزای اهرم‌بندی ترمز، جهت جلوگیری از سایش قطعات از بوش استفاده شده است. بوش‌ها، حلقه‌هایی لوله‌ای شکل از جنس

فولاد هستند که سطوح داخلی آنها تا عمق مشخصی سخت شده اند. قطر خارجی بوش ها اندکی از قطر سوراخ قطعه بیشتر است. لذا نصب بوش ها بر قطعات مذکور توسط پرس انجام می شود. والیک ها، پین هایی فولادی هستند که در اکثر موارد در انتهای دارای سوراخی جهت عبور اسپیل می باشند. لذا والیک ها پس از عبور از سوراخ های اتصال مشترک قطعات، با نصب واشر و اسپیل در سوراخ انتهای خود قفل می شوند. به این ترتیب امکان خروج والیک، بدون خارج کردن اسپیل آن ممکن نمی باشد. در برخی از بوژی ها، از جمله بوژی Y25، والیک ها در قسمت انتهایی دارای شیباری جهت عبور قطعه ای تحت عنوان خاموت هستند و اسپیل از سوراخ های خاموت عبور کرده و بدین ترتیب اتصال قفل می گردد.

۲-۵-۵- مجموعه ی چرخ و محور (Wheel set)

مجموعه ی چرخ و محور؛ مرکب از یک محور، دو چرخ و دو جعبه یاتاقان کامل به همراه کلیه ی متعلقاتش می باشد. از نظر قطر چرخ، چرخ و محورهای واگن های باری موجود در راه آهن جمهوری اسلامی ایران دارای سه اندازه هستند:

● ۹۲۰ میلی متر

● ۹۵۷ میلی متر

● ۱۰۰۰ میلی متر

چرخ های با قطر ۹۲۰ mm و ۱۰۰۰ mm متعلق به واگن هایی هستند که طبق استاندارد UIC ساخته شده و چرخ های با قطر ۹۵۷ mm متعلق به واگن هایی هستند که ساخت کشورهای روسیه و اکراین بوده و بر اساس استاندارد GOST تولید شده اند.

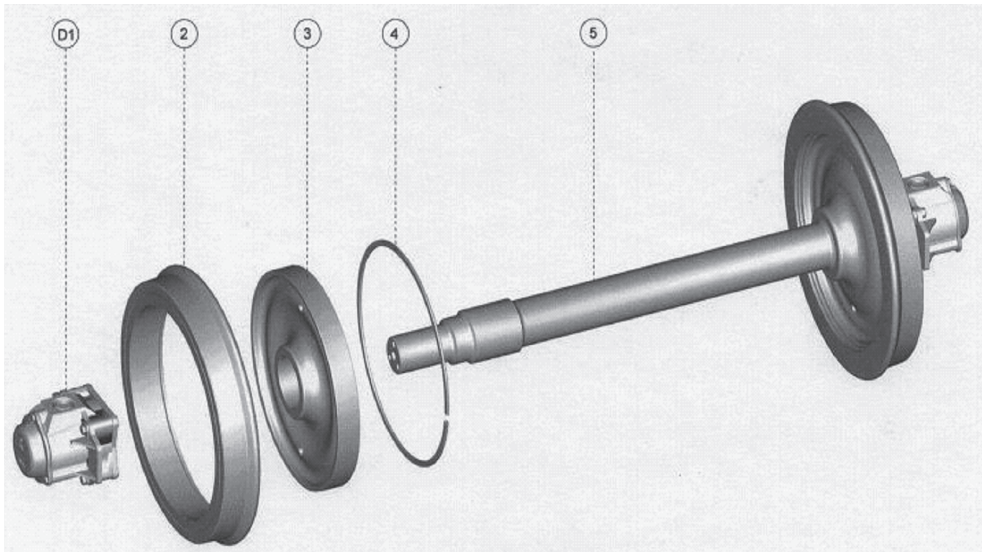
موارد فوق شامل بیشتر واگن های باری می شود. اما در موارد استثنایی و به لحاظ شرایط خاص واگن های ویژه، قطر چرخ آنها ممکن است با آنچه که در بالا ذکر شد، متفاوت باشد. مثال بارزی از این مورد، واگن های ویژه ی حمل خودرو می باشند.

غیر از چرخها، که بر اساس ساختمان دارای دو نوع منوبلوک یا یک پارچه (Solid Wheel) و باندازدار هستند، سایر اجزای چرخ و محورها با یکدیگر مشابهت دارند. مجموعه‌ی چرخ و محور دارای زیر مجموعه‌های زیر می‌باشد:

(۱) محور (Axle)

(۲) چرخ (Wheel)

(۳) جعبه یا تاقان (Axle Box)



شکل ۲-۱۳۵) چرخ و محور و اجزای آن

۲-۵-۱-۵- محور (Axle)

محور میله‌ای است قطور که با روش نورد و از فولاد خاص تولید می‌شود. جنس و طراحی محور به گونه‌ای است که تحمل نیروهای وارده حین بهره‌برداری از واگن را دارا می‌باشد (قطعه‌ی با شماره‌ی موقعیت ۵ شکل ۲-۱۳۵). محورها دارای پنج ناحیه‌ی حساس به شرح ذیل می‌باشند:

(۱) پیشانی سر محور: سطح جانبی یا قاعده‌ی استوانه‌ی محور را پیشانی محور گویند. در محورهایی که طبق استاندارد UIC ساخته شده‌اند، پیشانی دارای یک سوراخ مرکزی و سه سوراخ رزوه شده، تحت زاویه‌ی ۱۲۰ درجه می‌باشد. این سوراخ‌ها محل بستن پیچ‌های محکم‌کننده‌ی بشقابک سر محور، به منظور جلوگیری از حرکت رولبرینگ‌ها در امتداد محور هستند. پیشانی سر محور، در محورهای قدیمی تر روسی یا اکراینی و برخی مدل‌های UIC، دارای رزوه‌ای جهت بستن مهره‌ی بزرگی به منظور تثبیت رولبرینگ‌ها بوده و در مدل‌های جدید روسی یا اکراینی دارای چهار سوراخ می‌باشد.

(۲) سر محور: یکی از حساس‌ترین قسمت‌های محور، طرفین محور است که محل نصب رولبرینگ‌ها و جعبه‌ی اتاقان می‌باشند. نیروهای ناشی از وزن بار و واگن، از طریق جعبه‌ی اتاقان‌ها به رولبرینگ‌ها و توسط آنها به سر محورها اعمال می‌شود.

(۳) نشیمنگاه بوش گردگیر یا لایبرنت: اولین پله بعد از سر محور و ناحیه‌ای با قطر بیشتر است که محل نصب بوش گردگیر (برای جعبه‌ی اتاقان‌های با رولبرینگ اسفربیکال) و یا لایبرنت (برای جعبه‌ی اتاقان‌های با رولبرینگ سیلندر بیکال) می‌باشد.

(۴) نشیمنگاه چرخ یا دیسک: دومین پله پس از سر محور که بیشترین قطر در محور را به خود اختصاص داده است، ناحیه‌ی نشیمنگاه چرخ یا دیسک است.

(۵) ناحیه‌ی بین دو چرخ: این بخش از محور، در برخی از مدل‌ها، دارای قطری ثابت بوده اما در برخی دیگر، قطر آن از طرفین و به سمت مرکز با شیئی ملایم کاهش می‌یابد.

۲-۵-۵-۲- چرخ (Wheel)

چرخ‌ها بخشی از مجموعه‌ی چرخ و محور هستند که با کمک پرس و با انطباق از نوع محکم، بر پله‌ی دوم محور نصب شده و حرکت واگن از طریق غلتش آنها بر ریل صورت می‌گیرد و در دو نوع باندازدار و یک پارچه ساخته می‌شوند.

۲-۵-۲-۱- چرخ‌های بانداژدار (Tire wheels)

این گروه از چرخها از سه قسمت تشکیل شده‌اند:

۱) دیسک یا هسته (Disk)

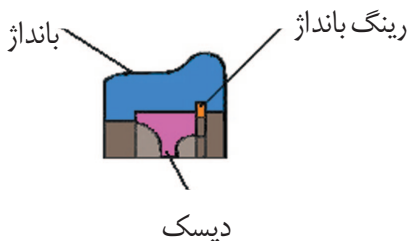
۲) بانداژ (Tire)

۳) رینگ بانداژ

دیسک یا هسته (قطعه‌ی با شماره‌ی موقعیت ۳ در شکل ۲-۳۵)، قطعه‌ای دوار از فولاد خاص می‌باشد که با روش فورج تولید می‌گردد. این قطعه دارای یک سوراخ مرکزی به قطر اندکی کمتر از نشیمنگاه خود در محور است و ناحیه‌ی دور این حفره، همان طوری که در شکل ۲-۳۵ دیده می‌شود، جهت تحمل نیروهای وارده، در مقایسه با سایر قسمت‌ها، به طور قابل توجهی تقویت شده است. این قسمت را «هاب» می‌گویند که پس از مونتاژ، بر نشیمنگاه خود روی محور (پله‌ی دوم پس از سرمحور) قرار می‌گیرد. همان طوری که در شکل ۲-۳۵ دیده می‌شود، مقطع عرضی دیسک، جهت استحکام، دارای پروفیل خاصی است. دیسک‌ها به وسیله‌ی پرس بر محور نصب می‌شوند. در اغلب موارد، دیسک‌ها دارای دو سوراخ کوچک روی سطح جانبی خود هستند که از آنها جهت چرخاندن چرخ و محور روی ماشین تراش، به منظور تراش سطح دیسک و سایز نمودن آن، استفاده می‌شود.

بانداژ نیز قطعه‌ای دوار است که به روش رینگ رولینگ تولید می‌شود (قطعه‌ی با شماره‌ی موقعیت ۲ در شکل ۲-۳۵). بانداژها به روش فیت انقباضی روی دیسک نصب می‌گردند. در این روش بانداژ به صورت یکنواخت، در کوره‌های خاص، تا دمای معینی گرم شده و سپس مجموعه‌ی محور و دیسک در بانداژ، که قطر آن به دلیل انبساط ناشی از گرما افزایش یافته است، قرار داده می‌شود. سپس رینگ بانداژ که حلقه‌ای فولادی و شکاف‌دار است (قطعه‌ی شماره‌ی ۴ در شکل ۲-۳۵) در شیار سطح داخلی بانداژ نصب می‌شود و لبه‌ی بانداژ توسط پرس در حالت دوران، پرس می‌شود. به این ترتیب، رینگ بانداژ پس از پرس شدن لبه‌ی بانداژ در شیار داخلی آن محکم شده و اجازه‌ی حرکت عرضی بانداژ بر روی دیسک را نمی‌دهد. بنابراین اتصال ایمنی بین دیسک و بانداژ ایجاد می‌گردد. شکل ۲-۳۶ مقطع اتصال بانداژ، دیسک و رینگ بانداژ

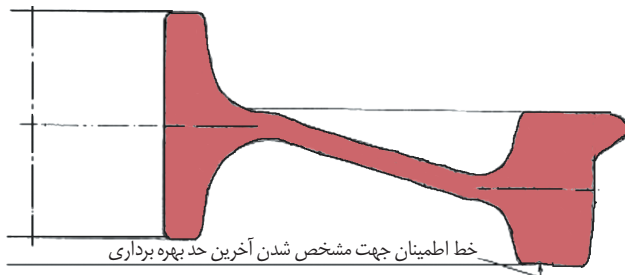
را نمایش می دهد. بیشتر واگن های ساخته شده ی تحت استاندارد UIC موجود در راه آهن جمهوری اسلامی ایران، از نوع بانداژدار هستند.



شکل ۲-۳۶) مقطع نمونه ی اتصال بانداژ، دیسک و ریگ بانداژ

۲-۵-۵-۲- چرخهای منوبلوک یا یک پارچه (Solid wheels)

در چرخ های منوبلوک یا یک پارچه، دیسک و بانداژ مستقل از هم نبوده و به صورت یک مجموعه ی واحد و یک تکه می باشند. چرخ های منوبلوک نیز به صورت مشابه دارای هاب و پروفیل انحنای در مقطع خود هستند. قابل ذکر است تفاوتی در عملکرد چرخ های بانداژی و منوبلوک وجود ندارد. چرخ های منوبلوک، به واسطه ی یک تکه بودن، فاقد مشکلات ناشی از لقی بانداژ در چرخ های بانداژی هستند. لذا بهره برداری از این چرخ ها مشکلات کمتری دارد. شکل ۲-۳۷ نمایی از مقطع این چرخ ها را نشان می دهد. قابل ذکر است در ناوگان باری راه آهن جمهوری اسلامی ایران، کلیه ی واگن های روسی و اکراینی دارای بوژی های ۱۰۰-۱۸ بوده و چرخ های آنها از نوع منوبلوک می باشند.



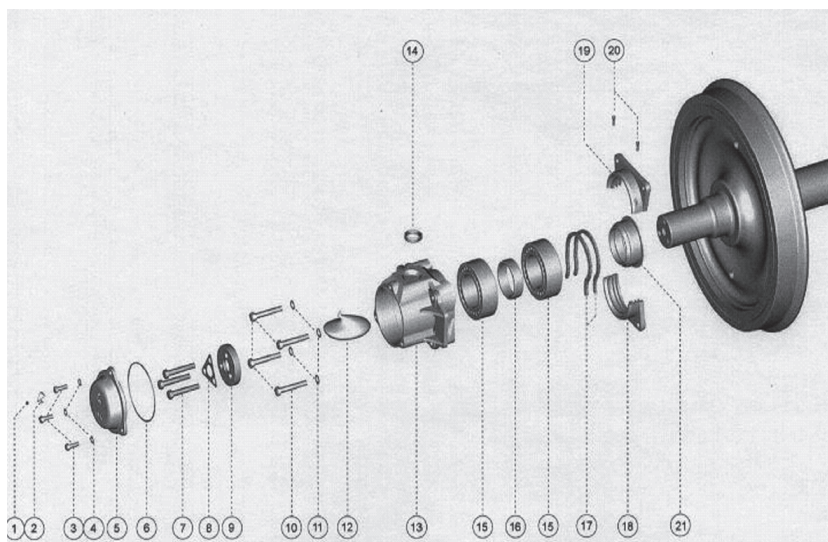
شکل ۲-۳۷) نمایی از مقطع چرخ های منوبلوک

۲-۵-۳- جعبه یاتاقان (Axle Box)

جعبه یاتاقان یکی از حساس‌ترین اجزای مجموعه‌ی چرخ و محور است که در طرفین هر چرخ و محور و در ناحیه‌ی سرمحور نصب شده است. این زیر مجموعه ضمن نگهداری رولربیرینگ‌ها و حفاظت آنها از آلودگی‌های محیطی، به بهترین شکل ممکن نیروی وزن و بار واگن را به یاتاقان‌ها (رولربیرینگ‌ها) و نهایتاً چرخ‌ها منتقل می‌کند. به این ترتیب سبب تسهیل غلتش چرخ‌ها، با توجه به اصطکاک می‌گردند. جعبه یاتاقان‌ها، با توجه به رولربیرینگ به کار رفته در ساختمان آنها، به دو گروه تقسیم می‌شوند:

(۱) جعبه یاتاقان‌های با رولربیرینگ‌های اسفریکال

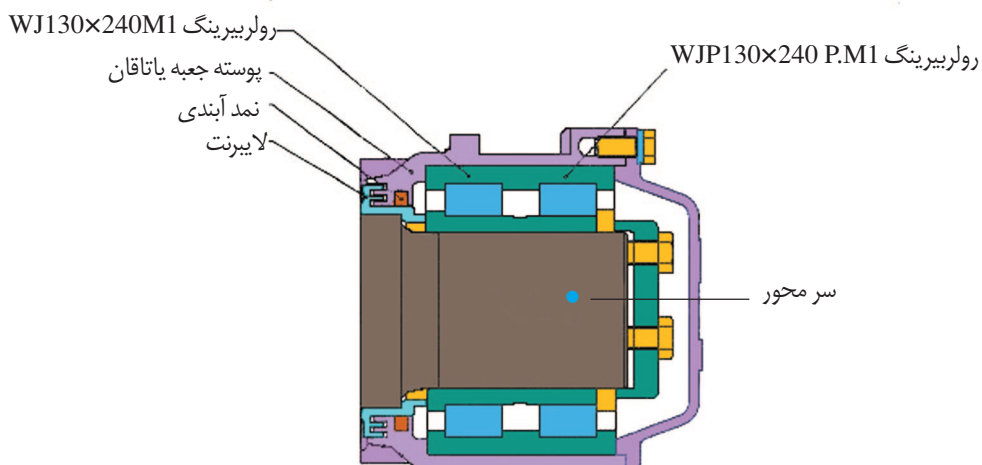
(۲) جعبه یاتاقان‌های با رولربیرینگ‌های سیلندریکال



شکل ۲-۳۸) اجزای جعبه یاتاقان‌های با رولربیرینگ‌های اسفریکال

تفاوت عمده‌ی این جعبه یاتاقان‌ها در بخش‌های انتهایی آنها می‌باشد. جعبه یاتاقان‌های با رولربیرینگ اسفریکال دارای قطعاتی تحت عنوان «گردگیر» و «بوش گردگیر» می‌باشند (شکل ۲-۳۸، قطعات با

شماره‌ی موقعیت ۱۸، ۱۹ و ۲۱ را ملاحظه نمایید). جعبه یاتاقان های با رولربیرینگ سیلندریکال، به جای این دو مجموعه، شامل قطعه‌ای با عنوان رینگ لایبرنت می‌باشند. نمذ آبندی در نوع اول داخل شیار قطعه‌های گردگیر و در نوع دوم در شیار بخش انتهایی پوسته‌ی جعبه یاتاقان و روی سطح بیرونی لایبرنت قرار می‌گیرد (شکل ۲-۳۹ را ببینید). همچنین در جعبه یاتاقان های با یاتاقان های اسفریکال، حلقه‌ای با عنوان «رینگ واسط» (قطعه‌ی شماره‌ی ۱۶ در شکل ۲-۳۸) مابین یاتاقان ها قرار می‌گیرد. در حالی که اساساً جعبه یاتاقان های با رولربیرینگ های سیلندریکال، فاقد این قطعه می‌باشند.



شکل ۲-۳۹) جعبه یاتاقان با رولربیرینگ های سیلندریکال

۲-۵-۵-۳-۱- جعبه یاتاقان های دارای رولربیرینگ های اسفریکال

جعبه یاتاقان های با رولربیرینگ های اسفریکال، همان طوری که در شکل ۲-۳۸ دیده می‌شود، از اجزای

زیر تشکیل شده‌اند:

- پیچ های درب جعبه یاتاقان و واشرهای مربوطه
- درب جعبه یاتاقان
- اورینگ آب بندی درب جعبه یاتاقان
- پیچ های سرمحور
- واشر مثلثی
- بشقابک سرمحور
- پیچ های اتصال گردگیر به پوسته و واشرهای مربوطه
- پوسته ی جعبه یاتاقان
- رولربیرینگ های اسفربیکال
- رینگ واسط میان رولربیرینگ ها
- نمدهای آب بندی گردگیر
- گردگیر
- بوش سرمحور

پیچ های درب جعبه یاتاقان و واشر های مربوطه: این پیچ ها جهت اتصال درب جعبه یاتاقان به پوسته به کار می رود.

درب جعبه یاتاقان: به منظور حفاظت اجزاء و عناصر داخل جعبه یاتاقان، به خصوص رولربیرینگ ها و گریس از گرد و غبار و آلودگی محیطی، انتهای پوسته ی جعبه یاتاقان با درب جعبه یاتاقان مسدود می گردد. در مواقع ضروری و یا بازدیدهای نیمه اساسی، با بازکردن جعبه یاتاقان می توان از وضعیت اجزای داخل جعبه یاتاقان اطلاع حاصل کرد.

اورینگ آب بندی درب جعبه یاتاقان: قطعه ای است از لاستیک تقویت شده که هنگام نصب درب جعبه یاتاقان، مابین پوسته و درب جعبه یاتاقان قرار گرفته و از ورود گرد و غبار از محیط بیرون به داخل جعبه یا

خروج ماده‌ی روانکار (گریس) از داخل جعبه یاتاقان به بیرون جلوگیری می‌کند. معمولاً پس از هر بار باز و بسته کردن درب جعبه، بهتر است اورینگ آن را عوض نماییم.

پیچهای سر محور: اگرچه ظاهراً و به لحاظ طبقه‌بندی، به نظر می‌رسد این پیچ‌ها جزو سر محور باشند، اما با توجه به عملکرد، آنها را باید جزو اجزای جعبه یاتاقان قلمداد نمود. این پیچ‌ها که وظیفه‌ی محکم کردن بشقابک سر محور و نهایتاً تثبیت رولربیرینگ‌ها روی سر محور را به عهده دارند، پس از عبور از سوراخ‌های واشر مثلثی و بشقابک سرمحور، در رزوه‌ی سوراخ‌های واقع در پیشانی سرمحور پیچیده و با ترک معینی محکم می‌شوند. به طوری که از عدم شل شدن بشقابک سر محور و حرکت آن و نهایتاً رولربیرینگ‌ها اطمینان وجود داشته باشد.

واشر مثلثی: با توجه به حساسیت‌های ذکر شده در بند قبل راجع به محکم بودن پیچ‌های سرمحور، اضافه بر محکم شدن پیچ‌ها با ترک معین، از قطعه‌ای با عنوان واشر مثلثی استفاده می‌شود. این قطعه، همان طوری که در شکل ۲-۳۸ نشان داده شده است و از نام آن پیداست، به شکل مثلث بوده و دارای سه سوراخ منطبق با سوراخ‌های پیشانی سرمحور می‌باشد که پس از محکم کردن پیچ‌ها با ترک مربوطه، لبه‌ی واشر را برگردانده و بر یکی از وجوه پیچ سرمحور مماس می‌کنند، به این ترتیب، این قطعه به عنوان یک قطعه‌ی قفل کننده عمل کرده و اجازه‌ی باز شدن پیچ را نمی‌دهد.

بشقابک سرمحور: بشقابک سرمحور به شکل دیسک است که در یک سمت، نشیمنگاهی جهت نصب بر پیشانی سرمحور داشته و دارای سوراخ‌های اتصال منطبق با سوراخ‌های پیشانی سرمحور می‌باشد. وظیفه‌ی این قطعه تثبیت رولربیرینگ‌ها بر سرمحور است.

پیچ‌های اتصال گردگیر به پوسته: این پیچ‌ها وظیفه‌ی اتصال پوسته‌ی جعبه یاتاقان به گردگیرها را به عهده دارند. جعبه یاتاقان‌های سیلندریکال، بر خلاف اسفریکال، فاقد این پیچ‌ها هستند.

پوسته‌ی جعبه یاتاقان: کلیه‌ی اجزای داخلی جعبه یاتاقان، داخل این قطعه قرار دارند. وظیفه‌ی اصلی پوسته‌ی جعبه یاتاقان، اضافه بر حفاظت اجزای داخلی از عوامل محیطی، دریافت نیروی وزن بار و واگن از

سیستم تعلیق و انتقال آن به رولبرینگ‌ها، سرمحور و نهایتاً چرخ‌ها و نیز حرکت در راهنمای جعبه یاتاقان می‌باشد. به همین دلیل در سطوح جانبی مجهز به سطوح سایشی است.

رولبرینگ‌های اسفریکال: رولبرینگ‌ها، یاتاقان‌های غلتشی هستند که به دلیل استفاده از رولرها در آنها، سطح تماس و در نتیجه اصطکاک به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. به همین جهت در صورت روانکاری مناسب می‌توانند با سرعت‌های نسبتاً زیاد بچرخند. رولبرینگ‌های اسفریکال مرکب از اجزای زیر هستند:

- حلقه یا کنس بیرونی (Outer Ring)

- حلقه یا کنس داخلی (Inner Ring)

- قفسه (Cage)

- غلتک‌های اسفریکالی یا بشکه‌ای (Spherical Rollers)

رولبرینگ‌ها قطعاتی استاندارد هستند که فوق العاده حساس بوده و هنگام نصب و بهره‌برداری باید از آنها مراقبت کافی نمود تا عملکرد مناسبی داشته باشند. نصب آنها در روش‌های سنتی با استفاده از روش فیت انقباضی (Shrink fitting)، که شامل گرم کردن در حمام‌های روغن تا دمای معین است، و سپس نصب آن در سرمحور می‌باشد. امروزه در کارگاه‌های تعمیراتی مدرن، نصب آنها توسط دستگاه اینداکشن هیتر (Induction Heater) انجام می‌شود. آمار نشان می‌دهد بیش از ۳۰ درصد یاتاقان‌های غلتشی، به علت نصب غلط و عدم رعایت استانداردهای نصب، از همان ابتدا معیوب می‌شوند.

حلقه‌ها یا کنس‌های داخلی و بیرونی، رینگ‌هایی از جنس فولاد مرغوب و سختی قابل توجه هستند که مجموعه رولرها و قفسه مابین آنها قرار گرفته‌اند. کنس داخلی روی سرمحور نصب می‌گردد و کنس بیرونی در داخل پوسته‌ی جعبه یاتاقان قرار می‌گیرد. رولرها در رولبرینگ‌های اسفریکال دارای دو ردیف بوده که داخل شبکه‌ی قفسه قرار دارند. رولرهای اسفریکال یا بشکه‌ای به لحاظ شکلی، با رولرهای سیلندریکال که کاملاً استوانه‌ای هستند، متفاوتند. در مقایسه با رولرهای سیلندریکال، رولرهای اسفریکال دارای سطح

جانبی قوس دار هستند. بنابراین رولرهای اسفریکال، برخلاف رولرهای سیلندریکال که فقط برای تحمل بارهای شعاعی طراحی شده اند، هم می توانند بارهای شعاعی و هم بارهای غیرشعاعی را به طور اصولی تحمل نمایند. در شکل ۲-۳۹ شماتیکی از رولرهای سیلندریکال نمایش داده شده است. نکته ی قابل توجه آن است که در جعبه یاتاقان های اسفریکال، دو عدد رولربیرینگ اسفریکال نصب می شود که کاملاً یکسان هستند. در رولربیرینگ های اسفریکال، کنس بیرونی و داخلی اضافه بر چرخش نسبت به یکدیگر، در جهت های دیگر نیز آزادی دوران دارند. در حالی که در رولربیرینگ های سیلندریکال، کنس های بیرونی و داخلی تنها نسبت به هم چرخش دارند و در سایر جهات آزادی دوران ندارند. به همین جهت، با توجه به آزادی دوران کنس های بیرونی و داخلی رولربیرینگ های اسفریکال در تمام جهات نسبت به یکدیگر، ضرورت دارد به هنگام نصب، یک حداقل فاصله ای از یکدیگر داشته باشند. لذا مابین آنها رینگی با عنوان رینگ واسط نصب می شود. در حالی که مابین رولربیرینگ های سیلندریکال این رینگ وجود ندارد.

رینگ واسط میان رولربیرینگ ها: مطابق آنچه در بند قبل ذکر شد، به جهت آزادی دوران و چرخش کنس های بیرونی و داخلی رولربیرینگ های اسفریکال در تمام جهات نسبت به یکدیگر، ضرورت دارد میان رولربیرینگ ها فاصله ی معینی وجود داشته باشد. رینگ واسط، قطعه ای است که به همین منظور استفاده می شود.

نمدهای آب بندی: نمدهای آب بندی، همان طور که در شکل ۲-۳۸ دیده می شود، رشته هایی از جنس الیاف هستند که در شیار گردگیر نصب می شوند و مانع ورود گرد و غبار از بیرون به داخل جعبه و نشست مواد روانکار از داخل جعبه به بیرون می گردند.

گردگیر: گردگیر قطعه ای است مرکب از دو قسمت (شکل ۲-۳۸) که پس از قرار دادن نم آب بندی در شیار آن، روی بوش سرمحور نصب شده و سپس توسط پیچ های آلن مربوطه به یکدیگر متصل می شوند.

بوش سرمحور: بوش سرمحور یا بوش لبه دار توسط روش فیت انقباضی در محل مربوطه در روی محور نصب می شود و مطابق آنچه در بند قبل گفته شد، گردگیر روی آن سوار می گردد. قابل توجه است، با توجه به

انطباق محکم بوش سرمحور بر محور، بوش سرمحور نیز هنگام دوران محور به همراه آن در فضای داخل جعبه یاتاقان دوران دارد. همچنین به طریق مشابه در جعبه یاتاقان های سیلندریکال رینگ لایبرنت به همراه محور در قسمت پشت جعبه یاتاقان دوران دارد.

۲-۵-۳-۲- جعبه یاتاقان های دارای رولبرینگ های سیلندریکال

جعبه یاتاقان های سیلندریکال که نمایی از مقطع آن بیشتر در شکل ۲-۳۹ ارائه شد، همان طوری که در بند ۲-۵-۳ ذکر شد، غیر از گردگیر؛ بوش سرمحور؛ پیچ های اتصال پوسته و گردگیر و رینگ واسط مابین رولبرینگ ها، سایر قطعات مربوط به جعبه یاتاقان های دارای رولبرینگ های اسفریکال که در شکل ۲-۳۸ نشان داده شده و در بند ۲-۵-۳-۱ ذکر شده است را نیز دارا می باشد. ضمن آن که به جای گردگیر و بوش سرمحور، مجهز به قطعه ای با عنوان «رینگ لایبرنت» بوده و رولبرینگ های آن از نوع سیلندریکال است. رولبرینگ های سیلندریکال نیز، نظیر اسفریکال، از اجزای زیر تشکیل شده اند:

- حلقه یا کنس بیرونی (Outer Ring)

- حلقه یا کنس داخلی (Inner Ring)

- غلتک های سیلندریکال یا استوانه ای (Cylindrical Rollers)

رولبرینگ های سیلندریکال، در مقایسه با اسفریکال، در حوزه ی واگن های باری راه آهن جمهوری اسلامی ایران، حداقل سه اختلاف دارند:

الف) رولرهای آنها به شکل استوانه هستند در حالی که در رولبرینگ های اسفریکال، غلتک ها بشکه ای شکل هستند.

ب) قفسه های رولبرینگ های سیلندریکال (برای واگن های باری راه آهن جمهوری اسلامی ایران) دارای یک ردیف شیار برای رولرها هستند. در حالی که قفسه های رولبرینگ های اسفریکال دارای دو ردیف شیار رولرها می باشند. البته تعداد شیار روی قفسه ها برای رولبرینگ ها، معیار مناسبی جهت طبقه بندی آنها

نیست زیرا در حوزه‌ی خارج از واگن های باری رولبرینگ های اسفربیکالی که دارای یک ردیف شیار و همچنین رولبرینگ های سیلندریکالی که حاوی دو ردیف شیار برای رولرها می باشند، نیز وجود دارند.

ج) یکی از مهمترین اختلافات رولبرینگ های سیلندریکال با اسفربیکال که موجب گسترش کاربرد آن شده است، این است که به هنگام تعمیرات جعبه یاتاقان، اجزای رولبرینگ های سیلندریکال از یکدیگر جدا می شوند و نصب و دمونتاژ جعبه یاتاقان های حاوی این نوع رولبرینگ ها، به مراتب سهل تر از جعبه یاتاقان های حاوی رولبرینگ های اسفربیکال می باشد. بخصوص آن که به جهت جدا شدن اجزاء، شستشو و نظافت آنها نیز ساده تر است.

۲-۵-۶- سیستم میراکننده ی نوسانات (Damping system)

کلیه ی سیستم های ارتعاشی در حالت عمومی، حاوی یک عنصر جرم، یک عنصر فنری و یک میراکننده ی نوسانات (دمپر) می باشند. به لحاظ تئوری، اگر میراکننده نباشد، نوسانات سیستم ادامه دارد و برای خنثی کردن آن استفاده از میراکننده ضرورت می یابد. در عمل، اگر چه به دلیل وجود اصطکاک با گذشت زمان دامنه نوسانات کاهش می یابد، لیکن جهت کنترل نوسانات عملاً حضور میراکننده ضروری است. سیستم نوسانی در بوژی در حقیقت سیستم تعلیق آن است. البته اگرچه بخش عمده ی خاصیت فنری سیستم در فنرهای سیستم تعلیق متمرکز است، اما انعطاف فریم بوژی نیز به لحاظ عملی در حالت فنری تاثیر گذار است. حین بهره برداری از واگن و بوژی به دلایل شیب و فرازها و نوسانات خط، ارتعاشات به مجموعه ی چرخ و محور و از طریق سیستم تعلیق به فریم بوژی منتقل می شود و سیستم تعلیق را به حرکت و ارتعاش و می دارد. جهت کاهش دامنه ی نوسانات و کنترل ارتعاشات، بوژی های دارای فریم یک پارچه، در روی جعبه یاتاقان دارای صفحات سایشی هستند که هنگام نوسان و یا سایش در برابر راهنمای جعبه یاتاقان، عملاً نقش میراکننده را ایفا می نمایند. در بوژی های واگن های مسافری، برای نرمی حرکت و آسایش مسافر، از میراکننده های هیدرولیکی استفاده می شود. بنابراین صفحات سایشی جعبه یاتاقان ها برای بوژی های با فریم یکپارچه، نقش میراکننده را بازی کرده و انرژی جنبشی را به گرما تبدیل می کنند.

۲-۵-۷- معرفی معروفترین بوژی‌های با فریم یک پارچه

طی بخش‌های ۲-۵-۱ الی ۲-۵-۶، بوژی H جدید رومانی با قطر چرخ ۹۲۰ mm که یکی از معروف‌ترین بوژی‌های ناوگان باری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران است، به عنوان نمونه‌ای از بوژی‌های با فریم یک پارچه انتخاب و اجزای آن تحت بررسی قرار گرفت. در این بخش تصاویر سایر بوژی‌های با فریم یک پارچه موجود در ناوگان باری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران که به لحاظ ساختمان و عملکرد، فوق‌العاده با بوژی H رومانی با قطر چرخ ۹۲۰ mm مشابهت دارند، جهت آشنایی بیشتر ارائه می‌گردند.

انواع بوژی‌های با فریم یک پارچه موجود در ناوگان باری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران؛ به قرار زیر هستند:

(۱) بوژی H رومانی با قطر چرخ ۹۲۰ mm

(۲) بوژی H رومانی با قطر چرخ ۱۰۰۰ mm

(۳) بوژی H665 پارسی

(۴) بوژی H مجاری

(۵) بوژی H هندی

(۶) بوژی H آلمانی (با یاتاقان‌های لغزشی) ۲ محوره

(۷) بوژی H پارسی ۳ محوره

(۸) بوژی H لهستانی ۳ محوره

(۹) بوژی H آلمانی ۳ محوره

(۱۰) بوژی H چک ۳ محوره

(۱۱) بوژی Y25 پارس

(۱۲) بوژی Y25 آلمانی

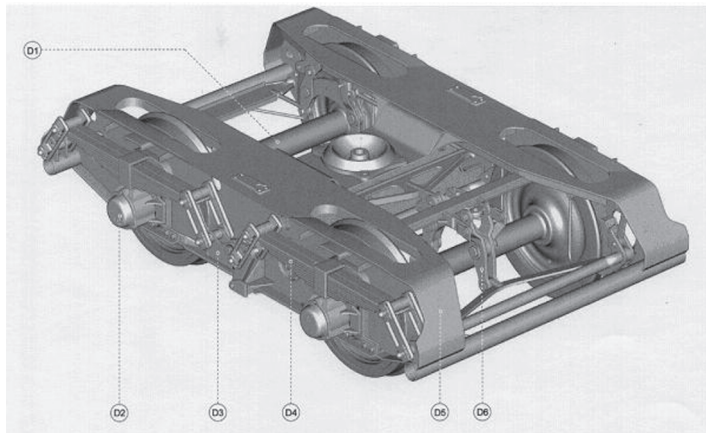
(۱۳) بوژی Y25 اتریشی

(۱۴) بوژی Y25 رومانی

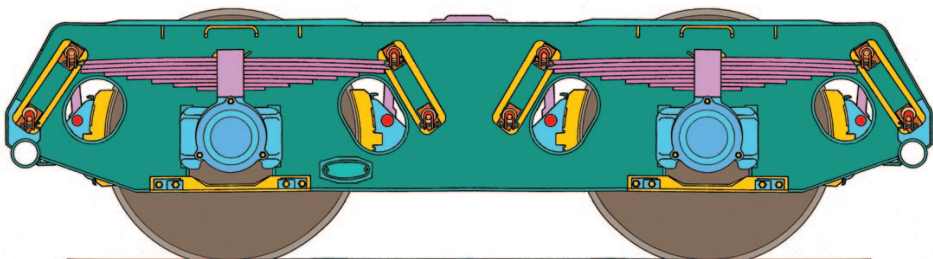
(۱۵) بوژی Y25 فرانسوی

۲-۵-۷-۱- بوژی H رومانی با قطر چرخ ۹۲۰ mm

این بوژی که تصویری از آن در شکل ۲-۴۰ ارائه شده است، به طور نسبتاً مفصلی طی فصل جاری مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۲-۴۱ نمای دیگری از این بوژی را نمایش می دهد.



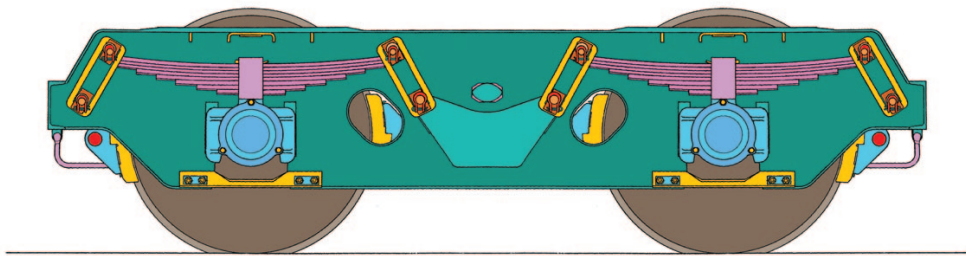
شکل ۲-۴۰ بوژی H رومانی با قطر چرخ ۹۲۰ mm



شکل ۲-۴۱ نمای جانبی بوژی H رومانی با قطر چرخ ۹۲۰ mm

۲-۵-۷-۲- بوژی H رومانی با قطر چرخ ۱۰۰۰ mm

این بوژی به لحاظ ساختاری شباهت زیادی با بوژی H رومانی با قطر چرخ ۹۲۰ mm دارد. لیکن ضمن یک ردیفه بودن اهرم‌بندی ترمز برای هر دو چرخ و محور، بزرگتر بودن قطر چرخ، اختلاف در فاصله‌ی عرضی بالشک‌ها، تفاوت در هندسه و شکل اجزای فریم در واگن‌های مختلف، مجهز به هر دو نوع رولبیرینگ‌های سیلندریکال و اسفیریکال می‌باشد. شکل ۲-۴۲ شماتیکی از این بوژی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴۲ بوژی H (رومانی) با قطر چرخ ۱۰۰۰ mm

۲-۵-۷-۳- بوژی H665 پارسی

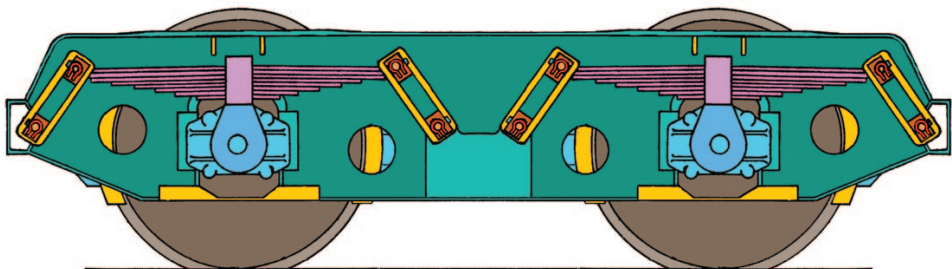
این بوژی، همان طوری که از نامش پیداست، ساخت شرکت واگن پارس و تحت لیسانس کمپانی Union Wagon آلمان بوده و دارای چرخ‌هایی به قطر ۹۲۰ mm می‌باشد. در مقایسه با سایر بوژی‌های H، جدیدترین طراحی را، به خصوص در قابلیت انعطاف فریم، دارد. شکل ۲-۴۳ نمایی از این بوژی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۴۳) بوژی H665 (پارس)

۲-۵-۷-۴- بوژی H مجاری

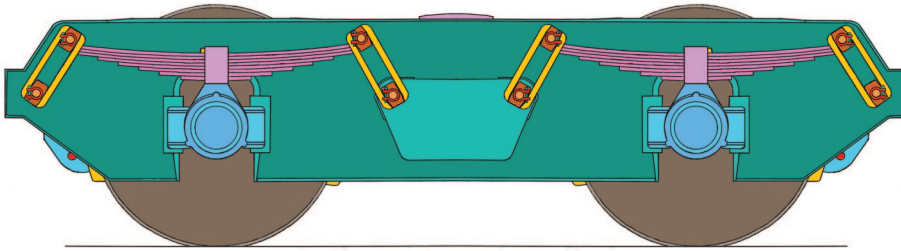
این بوژی ساخت کشور مجارستان بوده و دارای چرخ هایی به قطر 920 mm می باشد که در واگن های لبه کوتاه بکار رفته اند. شکل ۲-۴۴ نمای عمومی این بوژی را نشان می دهد.



شکل ۲-۱۴۴) بوژی H مجاری

۲-۵-۷-۵- بوژی H هندی

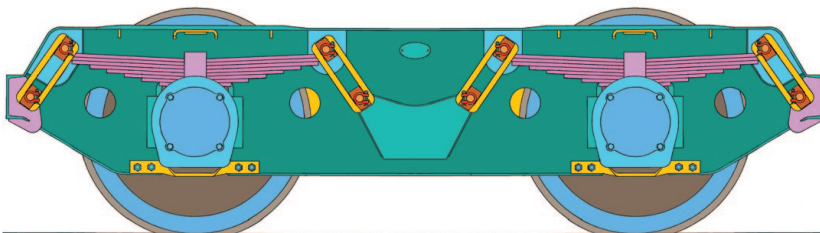
بوژی H هندی (شکل ۲-۴۵) دارای چرخ‌هایی به قطر ۱۰۰۰ mm و ساخت کشور هندوستان می‌باشد. عمده تفاوت این بوژی با سایر بوژی‌های H در شکل قاب کفش آن است. به طوری که امکان نصب کفش ترمز یکسان سازی شده، که بر روی سایر بوژی‌ها بدون هر مشکلی نصب می‌شود، روی آن وجود ندارد.



شکل ۲-۴۵) بوژی H هندی

۲-۵-۷-۶- بوژی H آلمانی ۲ محوره با بیرینگ‌های لغزشی

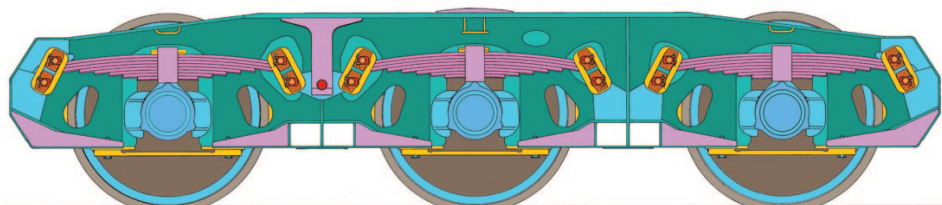
این بوژی‌ها از بوژی‌های نسبتاً قدیم راه آهن هستند که زیر واگن‌های مخزن نصب شده‌اند. تفاوت عمده‌ی این بوژی با سایر بوژی‌ها در نوع یاتاقان آن می‌باشد. به دلیل طراحی نسبتاً قدیمی، در جعبه یاتاقان‌های این بوژی‌ها از یاتاقان‌های لغزشی استفاده شده است که به دلیل استفاده از روغن به جای گریس، نگهداری و تعمیرات نسبتاً پرهزمتی دارند. ضمن این که در بهره‌برداری نیز دارای مشکلاتی هستند. شکل ۲-۴۶ شماتیکی از این بوژی‌ها را نمایش می‌دهد.



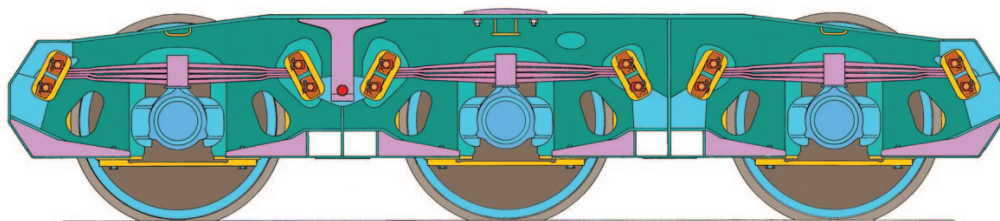
شکل ۲-۴۶) بوژی H آلمانی دو محوره

۲-۵-۷-۷- بوژی H پارسی ۳ محوره

این بوژی محصول مشترک شرکت های واگن پارس و Wagon Union می باشد. به لحاظ شکل ظاهری، این بوژی در فریم خود (بخصوص پیشانی های بوژی) شباهت هایی با بوژی H665 پارسی دو محوره دارد. لیکن به دلیل داشتن یک محور اضافه، سیستم تعلیق و همین طور سیستم اهرم بندی ترمز مفصل تری دارد. بخش قابل توجهی از قطعات بوژی های H پارسی ۳ محوره و H665 پارسی مشابه هم هستند که در نتیجه با یکدیگر قابلیت جایگزینی نیز دارند. این بوژی ها زیر واگن های لبه بلند حمل مواد معدنی نصب شده اند. شکل های ۲-۴۷ و ۲-۴۸ شماتیکی از این بوژی را نشان می دهند.



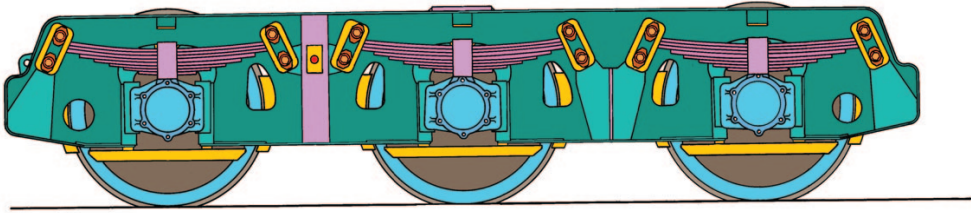
شکل ۲-۴۷) بوژی H پارسی سه محوره با فنرهای قوس منحنی



شکل ۲-۴۸) بوژی H پارسی سه محوره با فنرهای پارابولیک

۲-۵-۷-۸- بوژی H لهستانی ۳ محوره

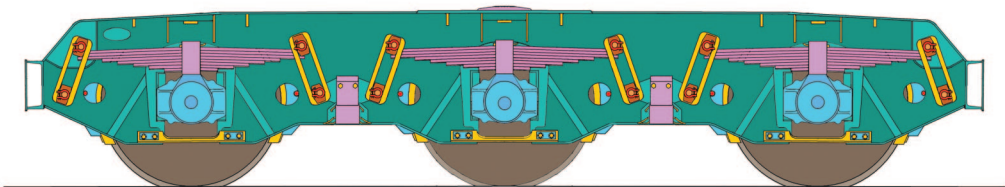
بوژی‌های H لهستانی ۳ محوره در ساختمان واگن‌های کفی (مسطح) به کار رفته‌اند و نسبت به بوژی‌های H پارسی ۳ محوره، طراحی قدیمی‌تری دارند. شکل ۲-۴۹ نمایی از این بوژی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴۹) بوژی H لهستانی سه محوره

۲-۵-۷-۹- بوژی H آلمانی ۳ محوره

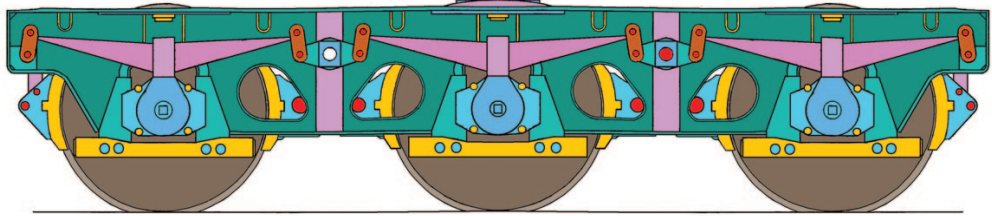
این بوژی‌ها نیز در ساختمان واگن‌های کفی (مسطح) بکار رفته‌اند. شکل ۲-۵۰ را ببینید.



شکل ۲-۵۰) بوژی H آلمانی سه محوره

۲-۵-۷-۱۰- بوژی H چک سه محوره

این بوژی‌ها ساخت کشور جمهوری چک بوده و در ساختمان واگن‌های مسطح کمرشکن که جهت حمل و نقل تانک و ماشین‌آلات نسبتاً سنگین استفاده می‌شوند، بکار رفته است. شکل ۲-۵۱ نمایی از این بوژی‌ها را نشان می‌دهد.

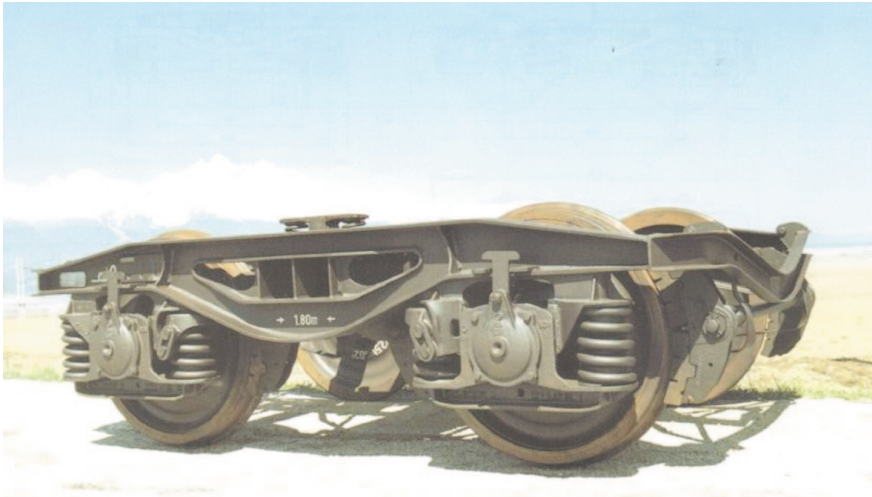


شکل ۲-۵۱) بوژی H یک سه محور

۲-۵-۷-۱۱- بوژی های Y25

بوژی های Y25 موجود در ناوگان باری راه آهن ۵ نوع بوده و ساخت واگن پارس و کشورهای آلمان، اتریش، رومانی و فرانسه هستند. بوژی های Y25 واگن پارس در ساختمان واگن های مخزن، بوژی های Y25 آلمان و اتریش که فوق العاده با هم مشابهت دارند، در ساختار یک تیپ از واگن های مسقف، بوژی Y25 رومانی در ساختمان واگن های مخزن و بوژی های Y25 فرانسوی در ساختمان واگن های یخچال دار به کار رفته اند. غیر از بوژی Y25 رومانی که دارای بالشتک صلب می باشد، سایر بوژی های Y25 دارای بالشتک فنری (شکل ۲-۲۳) می باشند.

قابل ذکر است این بوژی ها در ابعاد و جزئیات با یکدیگر اختلاف هایی دارند. شکل ۲-۵۲ شماتیکی از این بوژی ها را نشان می دهد. فرق عمده ی بوژی های Y25 با سایر بوژی های با فریم یکپارچه، فنرهای به کار رفته در سیستم تعلیق آنها می باشد که از نوع فنر پیچشی هستند. متعاقب همین موضوع، جعبه یاتاقان به کار رفته در آنها، به دلیل نصب فنرهای پیچشی، با سایر بوژی ها متفاوت است.

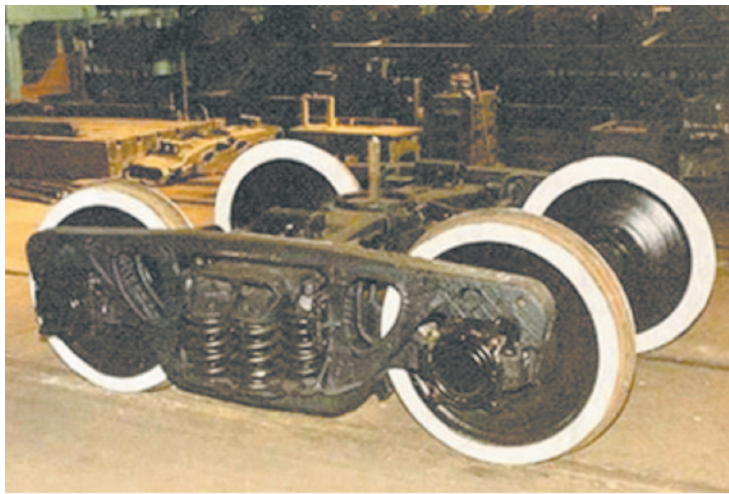


شکل ۲-۵۲) بوژی Y25

۲-۶- بوژی های با فریم سه تکه (Three Pieces Bogies)

بوژی های با فریم سه تکه، که از این پس به اختصار آنها را بوژی های سه تکه می نامیم، دارای فریمی مرکب از سه بخش مجزا که با روش ریخته گری تولید شده اند، هستند. این سه بخش، بر خلاف بوژی های با فریم یکپارچه، قابلیت جدا شدن از یکدیگر را دارند و با استفاده از روش های مکانیکی و سایر اجزاء نظیر چرخ و محور به یکدیگر اتصال یافته اند. با توجه به نحوه ی اتصال اجزای فریم بوژی های سه تکه، در مقایسه با بوژی های با فریم یکپارچه که با استفاده از جوشکاری به یکدیگر اتصال یافته اند، حرکت نسبی اجزای فریم در بوژی های سه تکه به مراتب بیشتر از بوژی های با فریم یکپارچه است. همین موضوع علیرغم حسن های زیاد نگهداری و تعمیرات، باعث کاهش پایداری این بوژی ها در مقایسه با بوژی های با فریم یکپارچه شده است. در این قسمت بوژی سه تکه ۱۰۰-۱۸ را به عنوان نمونه ای از بوژی های سه تکه مورد بررسی قرار خواهیم داد. شکل ۲-۵۳ نمایی از این بوژی را نشان می دهد. بوژی های سه تکه از زیر مجموعه های زیر تشکیل شده اند:

- فریم (Frame)
- سیستم تعلیق (Suspension System)
- سیستم محدود کننده حرکت دورانی حول محور طولی (Roll)
- سیستم اهرم بندی ترمز (Braking System)
- مجموعه چرخ ومحور (Wheel Set)
- سیستم میرا کننده ی نوسانات (Damping System)
- تیر اتکایی سنسور تشخیص میزان بار



شکل ۲-۵۳) بوژی ۱۰۰-۱۸

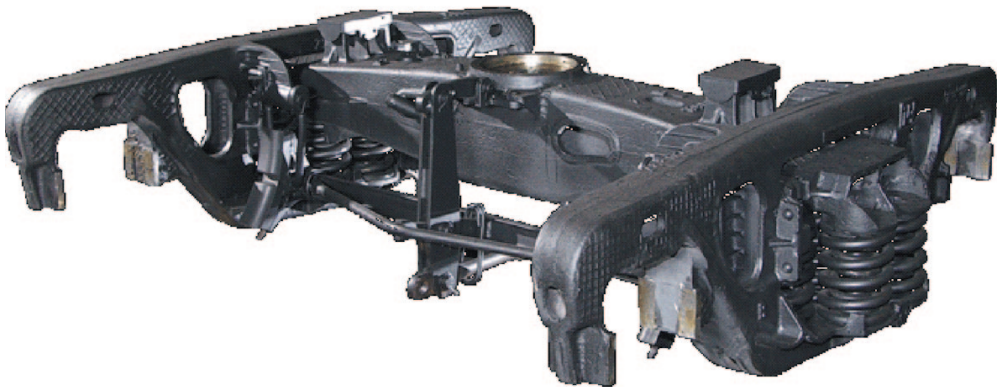
۲-۶-۱- فریم (Frame)

فریم بوژی سه تکه از سه بخش مجزا از هم که با روش ریخته گری تولید شده اند، تشکیل شده است. این اجزاء عبارتند از:

۱- قاب کناری (Side frame)

۲- گهواره (Bolster)

فریم بوژی سه تکه مرکب از دو عدد قاب کناری (Side frame) و یک گهواره (Bolster) می‌باشد که از طریق سایر اجزاء به یکدیگر متصل شده‌اند. قاب‌های کناری (Side frame) در بخش میانی خود دارای پنجره‌ای هستند که محل نصب فنرهای سیستم تعلیق و گهواره (Bolster) می‌باشد. بنابراین، می‌توان گفت که گهواره قاب‌های کناری را در ناحیه‌ی میانی به یکدیگر متصل کرده و به این ترتیب فریم اصلی بوژی سه تکه تشکیل می‌شود. قابل ذکر است ساپورتها و نگهدارنده‌های لازم جهت نصب اجزای سیستم اهرم‌بندی ترمز روی قاب‌های کناری و گهواره تعبیه شده‌اند که نصب سیستم اهرم‌بندی ترمز بر فریم از طریق آنها انجام می‌شود. شکل ۲-۵۴ نمونه‌ای از مجموعه‌ی سوار شده‌ی فریم بوژی سه تکه را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵۴) فریم سوار شده و اهرم‌بندی ترمز بوژی ۱۰۰-۱۸

۲-۶-۱-۱- قاب کناری (Side frame)

قاب کناری که با روش ریخته گری تولید می شود، در بیشتر نواحی به جهت کاهش وزن و افزایش مقاومت در برابر خمش) دارای مقطعی توخالی می باشد. شکل ۲-۵۵ نمایی از این قطعه را نمایش می دهد. قاب کناری دارای بخش های زیر است:

- فک های نشیمنگاه جعبه یاتاقان (Axle Bearing Box Sitting)

- پنجره ی بازدید و تعویض کفشک ترمز

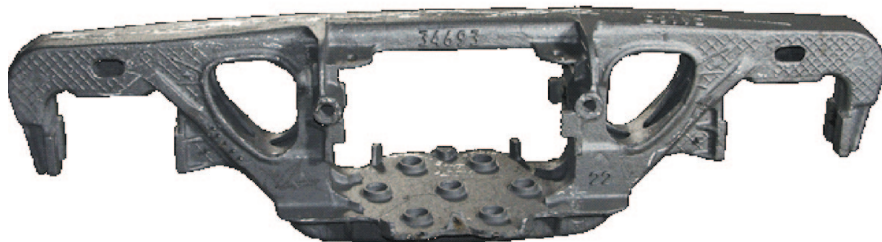
- پنجره ی نشیمنگاه فنرهای سیستم تعلیق و نصب گهواره

- صفحات سایشی و پرچ های اتصال آن

- ساپورت های نگهدارنده ی آویزهای کفشک ترمز

- طاقچه ی محافظ میله مثلث ها

- جایگاه اتصال تیر اتکایی سنسور تشخیص میزان بار



شکل ۲-۵۵) قاب کناری بوژی ۱۰۰-۱۸

۲-۶-۱-۱-۱- فک های نشیمنگاه جعبه یاتاقان (Axle Bearing Box Sitting)

فک های راهنمای جعبه یاتاقان، همان طوری که در شکل ۲-۵۵ دیده می شود، در دو انتهای طرفین قاب

کناری تعبیه شده و محل قرار گرفتن جعبه یاتاقان‌ها می‌باشد. بر خلاف بوژی‌های با فریم یکپارچه، جعبه یاتاقان در بوژی‌های سه تکه نسبت به جایگاه خود حرکت عمودی قابل توجهی ندارند. لیکن با توجه به لقی‌های طولی و عرضی هنگام تردد بوژی در قوس‌ها، در جهات طولی و عرضی اندکی آزادی حرکت دارند. به طوری که حداقل قابلیت فرمان‌پذیری طبیعی ملحوظ گردد. فک‌های نشیمنگاه جعبه یاقان، دارای بخش‌هایی هستند که در صورت سایش، به جهت تماس با جعبه یاتاقان، قابلیت بازسازی دارند.

۲-۶-۱-۱-۲- پنجره‌ی بازدید و تعویض کفشک ترمز

همان طوری که شکل ۲-۵۵ نشان می‌دهد، مجاور فک‌های نشیمنگاه جعبه یاتاقان‌ها، پنجره‌هایی مثلثی شکل وجود دارند که از داخل آنها وضعیت کفشک ترمز و کنترل میزان سایش آنها میسر می‌گردد. در صورت نیاز به تعویض کفشک ترمز، عملیات تعویض حین بهره‌برداری و طول خط، از طریق همین پنجره انجام می‌شود.

۲-۶-۱-۱-۳- پنجره‌ی نشیمنگاه فنرهای سیستم تعلیق و نصب گهواره

این پنجره که مطابق شکل ۲-۵۵ در ناحیه‌ی میانی قاب کناری واقع شده است، دارای هفت نقطه برای قرار گرفتن زوج فنرهای سیستم‌های تعلیق و محلی خاص برای نصب صفحات سایشی می‌باشد. اتصال گهواره با فریم کناری از طریق این پنجره انجام می‌شود. در یک بوژی کامل سه تکه، دو انتهای گهواره در پنجره‌ی ذکر شده‌ی قاب‌های کناری طرفین قرار داشته و بین گهواره و کف پنجره، زوج فنرهای سیستم تعلیق و گوه‌های سایشی قرار می‌گیرند.

۲-۶-۱-۱-۴- صفحات سایشی و پرچ‌های اتصال

صفحات سایشی برای کاهش انرژی جنبشی ناشی از حرکت گهواره در تعامل با فنرهای سیستم تعلیق بوده و جزو سیستم میراکننده‌ی نوسانات محسوب می‌شوند.

۲-۶-۱-۱-۵- ساپورت های نگهدارنده ی آویزهای کفشک ترمز

هر قاب کناری در ناحیه ی پشت پنجره ی بازدید کفش ترمز، دارای دو ساپورت جهت نصب آویز قاب کفشک ترمز می باشد. این ساپورت ها در داخل خود دارای یک بوش کائوچویی برای جلوگیری از سایش هستند (شکل ۲-۵۵).

۲-۶-۱-۱-۶- طاقچه ی محافظ میله مثلث ها

هر قاب کناری در امتداد قائم گذرنده از ساپورت های نگهدارنده ی آویز قاب کفش و قسمت پایینی، دارای یک ناحیه ی طاقچه مانند می باشد که زیر مثلث قرار گرفته اند و در صورت جدا شدن اتفاقی میله مثلث ها، از افتادن آنها روی خط جلوگیری می کند.

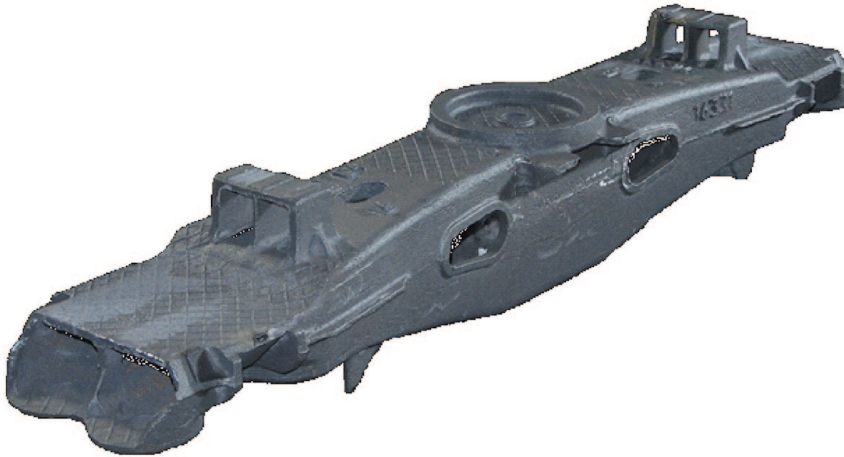
۲-۶-۱-۱-۷- جایگاه اتصال تیر اتکایی سنسور تشخیص میزان بار

این جایگاه محل نصب یکی از دو انتهای تیر اتکایی می باشد. لازم به ذکر است که هر سمت تیر اتکایی سنسور تشخیص میزان بار روی یکی از قابهای کناری بوژی بسته شده و دقیقاً زیر سنسور تشخیص میزان بار و به منظور تحریک آن قرار می گیرد.

۲-۶-۱-۲- گهواره (Bolster)

گهواره یکی از حساس ترین بخشهای بوژی است که با توجه به نوع بارگذاری بایستی به تنهایی تحمل حداقل نیمی از وزن واگن و همچنین سایر نیروهای دینامیکی وارده حین بهره برداری را داشته باشد. این قطعه نیز به جهت سبکی دارای مقطعی توخالی بوده و با روش ریخته گری تولید می گردد. شکل ۲-۵۶ نمایی از گهواره را نشان می دهد. گهواره دارای بخش های مختلفی به شرح زیر است:

- کاسه بوژی
- ساپورت نگهدارنده‌ی اهرم‌بندی ترمز
- پایه‌ی بالشتک‌ها
- سطح شیب‌دار
- حفره‌های بازدید



شکل ۲-۵۶) گهواره‌ی بوژی ۱۰۰-۱۸

۲-۶-۱-۲-۱- کاسه بوژی

کاسه بوژی در بوژی‌های سه تکه از نوع استوانه‌ای است و حین عملیات تولید گهواره به روش ریخته‌گری در آن تعبیه می‌شود. این ناحیه فصل مشترک اتصال واگن با بوژی بوده و اهمیت زیادی در سیر ایمن واگن

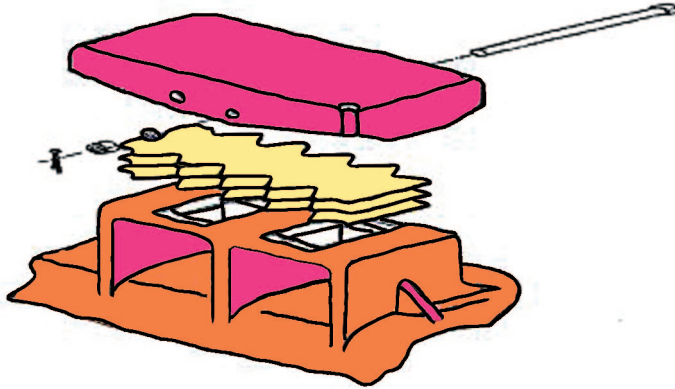
دارد. سیستم روانکاری کاسه بوژی در بوژی های سه تکه ی مختلف، متفاوت می باشد. در بعضی از آنها روانکاری توسط گریس انجام شده و در موارد دیگر از صفحات با اصطکاک کم، که به هنگام سایش تولید پودرهای روانکار می کنند، استفاده می شود. به مرور زمان و حین بهره برداری، کاسه بوژی در امتداد محور طولی واگن (یا محور عرضی خودش) دچار سایش های قابل توجهی می شود که طبق فرآیندهای خاصی بازسازی می گردند. کاسه بوژی در ناحیه ی مرکزی خود دارای حفره ای جهت قرار گیری میله ی نافی اتصال واگن با بوژی می باشد.

۲-۶-۱-۲- ساپورت نگهدارنده ی اهرم بندی ترمز

همان طوری که در شکل ۲-۵۶ دیده می شود، ساپورت مذکور قطعه ای است که توسط پرچ در ناحیه ی مجاور کاسه بوژی و زیر آن نصب می گردد. اتصال اهرم تخت سه سوراخه با بوژی توسط اهرم تنظیم چهار سوراخه، در این نقطه انجام می شود. (شکل ۲-۵۳ را ببینید)

۲-۶-۱-۳- پایه های بالشتک ها

پایه های بالشتک، محل نصب کلاهدک بالشتک و ورق های تنظیم می باشد و به منظور جلوگیری از جدا شدن کلاهدک از پایه ی بالشتک و افتادن احتمالی، از یک پیچ و مهره استفاده می گردد. نصب پیچ و مهره به منظور مهار کلاهدک پایه ی بالشتک به صورتی است که کلاهدک اجازه ی حرکت جزئی نسبت به پایه را داشته باشد. شکل ۲-۵۷ تصویری از پایه ی بالشتک و نحوه ی قرارگیری کلاهدک، ورق های تنظیم و پیچ و مهره ی مهار کننده را نشان می دهد. پایه ی بالشتک طی بهره برداری، به دلیل دریافت ضربات متوالی از واگن، ممکن است دچار ترک و یا شکستگی گردد که با روش های خاص بازسازی می شوند.



شکل ۲-۵۷) پایه‌ی بالشتک و نمونه‌ی قرارگیری کلاهک، ورق‌های تنظیم و پیچ و مهره‌ی مهارکننده

۲-۶-۱-۲-۴- سطح شیب‌دار

طراحی بوژی‌های سه تکه به صورتی است که حین حرکت واگن در طول خط و عبور از شیب و فرازها، گهواره نسبت به قاب‌های کناری دارای حرکت در امتداد قائم می‌باشد. برای حفظ امتداد قائم حرکت گهواره از طرفی و تعامل آن در اثر تماس سایشی با گوه‌ها از طرف دیگر، در طرفین گهواره و در هر سمت آن دو سطح شیب‌دار تعبیه شده است. گهواره از طریق این سطوح شیب‌دار با گوه، که روی دو زوج از فنرهای هر سمت قرار دارد، در تماس است. بدین ترتیب هنگام نوسان و حرکت عمودی گهواره، سطح شیب‌دار گهواره و گوه روی یکدیگر ساییده می‌شوند. سطوح شیب‌دار گهواره در شکل ۲-۵۶ قابل مشاهده‌اند.

۲-۶-۱-۲-۵- حفره‌های بازدید

در سطوح افقی و جانبی گهواره، حفره‌های نسبتاً بزرگی وجود دارد که علت اصلی آن محدودیت‌های مربوط به تولید آن به روش ریخته‌گری است. اما در هر صورت برای انجام بازدید و کنترل وضعیت گهواره یا میله نافی از این حفره‌ها استفاده می‌شود.

۲-۶-۲- سیستم تعلیق ثانویه (Suspension System)

همان طور که پیشتر نیز بدان اشاره شد، سیستم تعلیق در یک بوژی وظیفه‌ی دریافت نیروهای عکس‌العمل وارده از خط را بر عهده دارد. سیستم تعلیق بوژی‌های سه تکه از نوع سیستم تعلیق ثانویه (Secondary Suspension System) می‌باشد. این نوع سیستم تعلیق به نوعی از فربندی اتلاق می‌شود که در بخش میانی بوژی و مابین گهواره و قاب‌های کناری نصب می‌شود. به این ترتیب گهواره نسبت به قاب‌های کناری حرکت نوسانی خواهد داشت. هنگام حرکت واگن و عبور آن از روی شیب و فرازاها، با توجه به عدم امکان نوسان چرخ و محور نسبت به قاب کناری، عکس‌العمل نیروهای متعامل بین چرخ و ریل از طریق جعبه یا تاقان، فک‌های راهنمای جعبه یا تاقان و نهایتاً کفی پنجره‌ی نشیمنگاه فنها در قاب کناری؛ به فنرهای سیستم تعلیق و از طریق فنها به گهواره وارد و باعث تغییر مکان گهواره می‌گردد. از آنجایی که گهواره از طریق سطوح شیب‌دار (بند ۲-۶-۱-۲-۴ را ببینید) با گوه‌ها در تماس است، گوه‌ها در امتداد قائم حرکت می‌کنند. گوه‌ها قطعاتی تقریباً به شکل مثلث قائم الزاویه هستند که از ناحیه‌ی وتر با سطح شیب‌دار گهواره، از سمت قائده با فنها و از سمت ضلع قائم با صفحات سایشی عمودی نصب شده در پنجره‌ی قاب کناری در تماس هستند. به این ترتیب حرکت عمودی گهواره و مولفه‌های نیرویی ایجاد شده در گوه باعث سایش سطوح آن با سطوح سایشی قاب کناری و کنترل میزان نوسان گهواره می‌گردد.

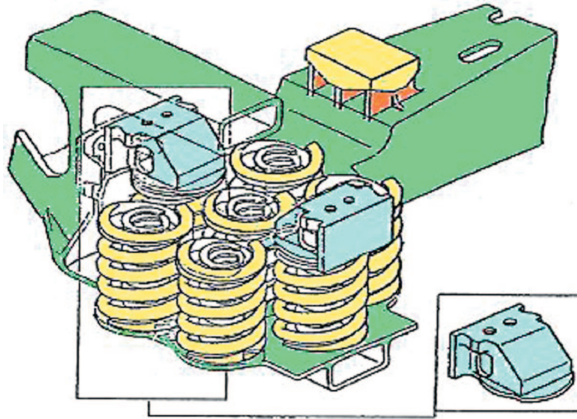
سیستم تعلیق ثانویه‌ی مونتاژ شده در شکل ۲-۵۳ قابل مشاهده است. شکل ۲-۵۸ اجزای سیستم

تعلیق و موقعیت آنها نسبت به یکدیگر را نشان می‌دهد.

سیستم تعلیق ثانویه از اجزای زیر تشکیل شده است:

- زوج فنرهای پیچشی بیرونی و درونی

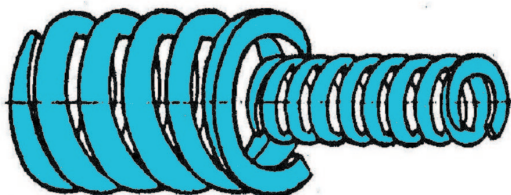
- گوه



شکل ۲-۵۸) اجزاء سیستم تعلیق و موقعیت آنها نسبت به یکدیگر

۲-۶-۱-۲- زوج فنرهای پیچشی بیرونی و درونی

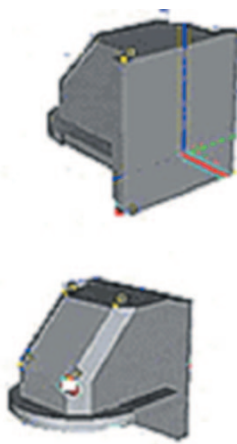
در هر سمت گهواره و مابین آن و قاب کناری، هفت زوج فنر (برای بوژی‌های سه تکه‌ی ۱۰۰-۱۸) نصب شده است. هر زوج فنر از یک فنر پیچشی بیرونی و یک فنر پیچشی کوچک‌تر که درون آن قرار می‌گیرد تشکیل شده است. با توجه به تغییر مکان‌های دورانی فنرهای پیچشی به هنگام اعمال نیرو، جهت گردش فنرها به هنگام تولید بایستی در خلاف یکدیگر باشد. چنانچه در بوژی سه تکه‌ی ۱۰۰-۱۸ جهت گردش مفتول فنرهای بیرونی در جهت حرکت عقربه‌های ساعت و جهت پیچش مفتول فنرهای درونی در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت می‌باشد و این موضوع مستقل از جهت دید بوده و به عبارت دیگر جهت پیچش مفتول فنر در دید از هر دو سمت یکسان است. در سایر بوژی‌های سه تکه ممکن است تعداد زوج فنرها با بوژی ۱۰۰-۱۸ متفاوت باشد. چنانچه در بوژی‌های سه تکه‌ی ZK1 تعداد زوج فنرها در هر سمت گهواره ۹ زوج می‌باشد. شکل ۲-۵۹ تصویر زوج فنرها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵۹) زوج فنرها

۲-۶-۲-۲- گوه

همان طور که گفته شد، گوه ها قطعاتی سایشی و با مقطع تقریبی مثلث قائم الزاویه هستند که از سمت وتر با سطح شیبدار گهواره، از سمت قاعده با زوج فنر سیستم تعلیق و از سمت وجه قائم با سطح سایشی نصب شده در پنجره‌ی نشیمنگاه فنرهای سیستم تعلیق در قاب کناری در تماس است و هنگام نوسان گهواره با سایش وجه قائم به صفحه سایشی، دامنه‌ی نوسان گهواره را کاهش می‌دهد. شکل ۲-۶۰ تصویریری از گوه را نشان می‌دهد.

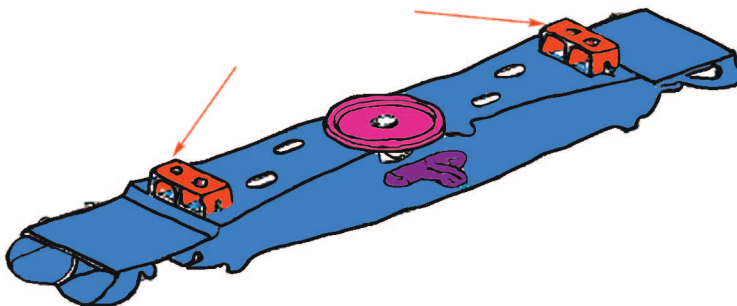


شکل ۲-۶۰) گوه

۲-۶-۳- سیستم محدود کننده‌ی حرکت دورانی حول محور طولی (Roll)

این سیستم مرکب از یک جفت بالشتک در هر سمت گهواره بوژی می‌باشد که یکی از آنها روی بوژی و دیگری در نقطه‌ی مقابل آن در زیر شاسی واگن تعبیه شده است. اگرچه در خطوط مستقیم به دلایل مختلف، تماس‌های لحظه‌ای بین بالشتک بوژی و واگن رخ می‌دهد. اما نقش اصلی بالشتک‌ها در سر قوس‌ها می‌باشد. وجود بالشتک‌ها از دوران بیش از حد واگن حول محور طولی خط در سر قوس‌ها جلوگیری کرده و تعادل واگن را حفظ می‌کند. فضای آزاد و خالی مابین بالشتک‌های بوژی و واگن توسط طراح به نحوی تعیین می‌شود که از دوران بیش از حد بدنه‌ی واگن نسبت به بوژی در قوس‌ها جلوگیری گردیده و واگن در هر لحظه در تعادل پایدار باشد. شکل ۲-۵۷ اجزای تشکیل دهنده‌ی این سیستم و شکل ۲-۶۱ جانمایی این سیستم را بر روی گهواره نشان می‌دهد. سیستم محدود کننده‌ی حرکت دورانی حول محور طولی خط مرکب از بخش‌های زیر است:

- پایه‌ی بالشتک
- ورق‌های تنظیم فاصله‌ی بالشتک
- کلاهک بالشتک
- پیچ، مهره، واشر و اشیپل مهار کننده



شکل ۲-۶۱) سیستم محدود کننده‌ی حرکت دورانی حول محور طولی

۲-۶-۳-۱ - پایه ی بالشتک (Bearer Base)

پایه ی بالشتک در روی گهواره و طرفین آن واقع شده است. این بخش هنگام تولید گهواره باروش ریخته گری در آن تعبیه می گردد و محل نصب ورق های تنظیم و کلاهدک بالشتک است (بند ۲-۶-۳-۱-۲-۳ را ببینید).

۲-۶-۳-۲ - ورق های تنظیم فاصله بالشتک

این ورق ها با ضخامت های مختلف تولید شده و جهت تنظیم فاصله ی سطح بالایی کلاهدک بالشتک با بالشتک واگن به کار می رود که تصویری از آنها در شکل ۲-۵۷ ارائه شده است.

۲-۶-۳-۳ - کلاهدک بالشتک

این قطعه رویه ی بالشتک را تشکیل می دهد و همان طور که در شکل ۲-۵۷ نشان داده شده است، روی صفحات تنظیم قرار گرفته و در تعامل با بالشتک سققی واگن ایفای نقش می کند. به مرور زمان و با بهره برداری از واگن، رویه ی بالشتک ساییده شده، که پس از سایش بیش از حد بایستی تعویض گردد.

۲-۶-۳-۴ - پیچ، مهره، واشر و اشپیل مهار کننده

پیچ، مهره، واشر و اشپیل مهار کننده جهت جلوگیری از افتادن صفحات تنظیم و کلاهدک بالشتک به کار می رود که در شکل ۲-۵۷ نشان داده شده است.

۲-۶-۴ - سیستم اهرم بندی ترمز

سیستم اهرم بندی ترمز، همان طور که پیشتر اشاره شد، وظیفه ی انتقال نیروی لازم به کفشک ترمزها و تنظیم مقدار آن را از طریق یک ضریب بزرگنمایی با عنوان «ضریب اهرم بندی بوژی» به هنگام فعال شدن ترمز واگن، بر عهده دارد. این سیستم در بوژی، مجموعه ای سری با سیستم ترمز واگن بوده و نیروی ورودی

خود را از آن تامین می‌نماید. اهرم‌بندی ترمز بوژی‌های سه تکه دارای چهار عدد کفشک ترمز است که عموماً از مواد کامپوزیتی ساخته می‌شوند. لیکن با انجام تغییراتی جزئی در نسبت اهرم‌بندی ترمز واگن می‌توان از کفشک‌های چدنی نیز در این بوژی‌ها استفاده کرد. با توجه به طرح اهرم‌بندی ترمز بوژی‌های سه تکه، هر چرخ هنگام ترمزگیری واگن، با نیروی اصطکاک حاصل از یک کفشک متوقف می‌شود. سیستم اهرم‌بندی ترمز بوژی‌های سه تکه مرکب از اجزای زیر می‌باشد:

۱- کفشک ترمز کامپوزیت (یا چدنی)

۲- قاب کفشک ترمز

۳- شمشیرک

۴- میله مثلث

۵- آویز قاب کفشک

۶- قطعه‌ی تنظیم‌کننده‌ی فاصله‌ی عرضی کفشک‌ها

۷- نگهدارنده‌ی چپ و راست میله مثلث

۸- مهره‌ی تاجدار

۹- اهرم‌های تخت سه سوراخه

۱۰- میله‌ی رابط اهرم‌های تخت سه سوراخه

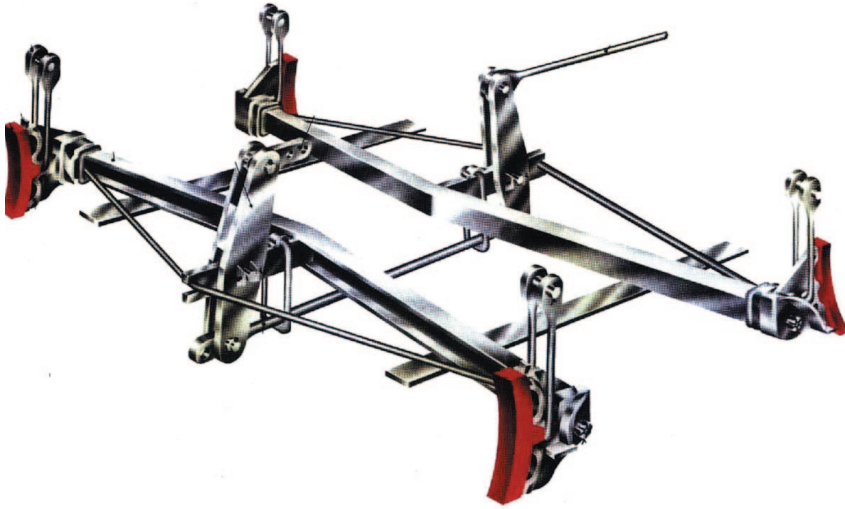
۱۱- اهرم چهار سوراخه‌ی تنظیم اهرم‌بندی

۱۲- قفل محافظ (جهت جلوگیری از افتادن والیک‌ها)

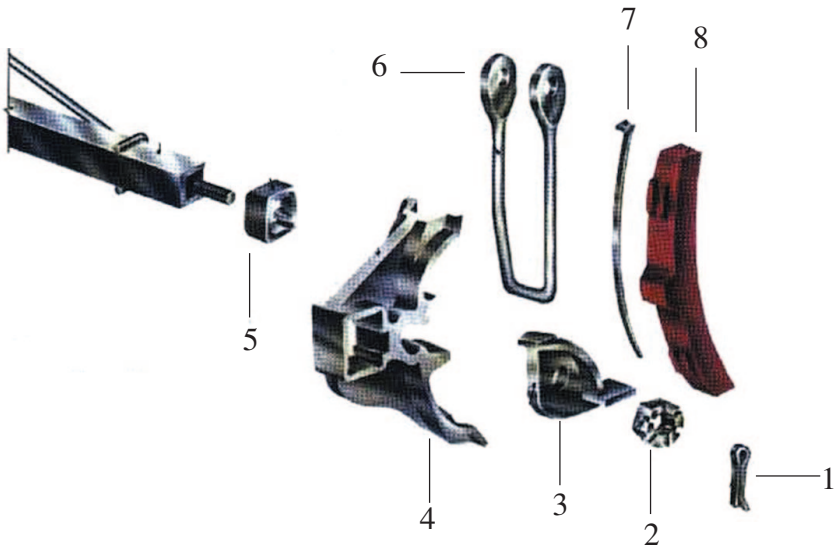
۱۳- والیک، واشر، اسپیل و بوش

شکل ۲-۶۲ اهرم‌بندی ترمز بوژی سه تکه‌ی ۱۰۰-۱۸ و شکل ۲-۶۳ جزئیات باز شده‌ی اتصال کفش

ترمز به میله مثلث را در آن نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶) شماتیکی از اهرم بندی ترمز بوژی سه تکه‌ی ۱۰۰-۱۸



شکل ۲-۷) جزئیات باز شده‌ی اتصال کفش ترمز به میله مثلث در بوژی سه تکه‌ی ۱۰۰-۱۸

۲-۶-۴-۱- کفشک ترمز کامپوزیتی یا چدنی (Composite & Cast Iron Brake Block)

کفشک ترمز کامپوزیتی یا چدنی بکار رفته در بوژی های ۳ تکه، به عنوان عامل اصطکاکی جهت ایجاد نیروی ترمزی بکار می روند. در زمان ترمزگیری با یک نیروی فشاری معین که تابع جنس کفشک و میزان بار واگن می باشد، کفشک ها به چرخ فشار داده شده و سبب ایجاد نیروی ترمز می گردند. هنگام استفاده از کفشک ترمز چدنی، به علت ضریب اصطکاک کمتر، بایستی با تغییر نسبت اهرم بندی واگن (توسط جابجایی یکی از اهرم ها) نیروی پشت کفشک ترمز را افزایش داد تا نیروی اصطکاک ایجاد شده برای ترمز کردن واگن کافی باشد. بدیهی است اشتباه در انتخاب ضریب اهرم بندی ترمز واگن در استفاده از کفشک های کامپوزیت و چدنی ممکن است باعث بریدگی چرخ یا عدم کافی بودن نیروی ترمز گردد. قابل ذکر است بوژی های سه تکه ی ۱۰۰-۱۸ در ناوگان باری راه آهن ایران عموماً مجهز به کفش های کامپوزیت هستند. در شکل ۲-۶۳ کفشک کامپوزیت نشان داده شده است. همان طور که پیشتر نیز اشاره شد، کفشک ترمز از پشت روی قاب کفش قرار گرفته و توسط شمشیرکی که از شکاف قاب کفش و پل کفشک ترمز عبور می کند، بر آن تثبیت می شود.

۲-۶-۴-۲- قاب کفش ترمز

قاب کفش ترمز محل نصب کفشک ترمز بوده و نیروی ترمزی از طریق آن به کفشک ترمز و نهایتاً چرخ منتقل می شود. قاب کفش ترمز در بوژی ۱۰۰-۱۸ با روش ریخته گری تولید شده و محل اتصال آن به میله مثلث، بر خلاف بوژی های با فریم یکپارچه، حفره ای چهار گوش می باشد و بنابراین قابلیت دوران در میله مثلث را ندارد. شکل ۲-۶۳ قاب کفش ترمز و موقعیت آن نسبت به سایر اجزای اهرم بندی ترمز را نشان می دهد.

۲-۶-۴-۳- شمشیرکی (Key)

شمشیرکی قطعه ای تیغه ای شکل و قوس دار بوده که از فولاد فنی ساخته می شود. وظیفه ی آن اتصال

کفشک ترمز با قاب کفش می باشد. این قطعه پس از عبور از شیار قاب کفش و پیل کفشک، با توجه به اختلاف قوس با قاب کفش، در محل اتصال محکم می شود. شمشیرک در شکل ۲-۶۳ قابل مشاهده است.

۲-۶-۴-۴- میله مثلث (Brake Beam)

این قطعه به عنوان یکی از مهم ترین اجزای اهرم بندی ترمز، وظیفه ی انتقال نیرو از اهرم های قائم سه سوراخه به کفشک های ترمز را بر عهده دارد. همان طور که در شکل ۲-۶۲ دیده می شود، بوژی های سه تکه به ازای هر چرخ و محور، یک میله مثلث دارند و میله مثلث های هر یک از محورها از ناحیه ی نزدیک راس، به اهرم تخت سه سوراخه از یک سو و از دو انتها توسط قاب کفش ها و آویزهای آن به نگهدارنده ی خودش در قاب کناری (Side frame) از سوی دیگر متصل می باشد. میله مثلث را می توانید در شکل های ۲-۶۲، ۲-۶۳ و شکل ۲-۶۴ به همراه آویزهایش ببینید. نکته ی مهم در مورد بوژی سه تکه ی ۱۰۰-۱۸، قابلیت تنظیم این بوژی برای بهره برداری در هر دو خط با گنج های ۱۴۳۵ mm (عرض خط راه آهن ایران) و ۱۵۲۰ mm (عرض خط راه آهن کشورهای شوروی سابق) می باشد. در این صورت با توجه به تعویض محور، فاصله ی کفشک های ترمز روی میله مثلث ها با استفاده از قطعه های ردیف ۶ بند ۲-۶-۴ بایستی اصلاح گردد (بند ۲-۶-۴ ردیف ۶ را ببینید).



شکل ۲-۶۴) میله مثلث بوژی ۱۰۰-۱۸ به همراه آویزها

۲-۶-۴-۵- آویز قاب کفشک (Brake Beam Suspension)

آویز قاب کفشک در بوژی‌های سه تکه، قطعه‌ای تقریباً U شکل بوده که با روش فورج از یک مفتول فولادی ساخته می‌شود. آویز قاب کفشک، همان طوری که در شکل‌های ۲-۶۲ و ۲-۶۳ دیده می‌شود، در دو سر خود دارای دو سوراخ جهت اتصال به قاب کناری می‌باشد که اتصال آن از طریق یک والیک بلند، واشر و اشیپیل انجام می‌شود. بخش پایینی آویز در جایگاه خود در قاب کفشک قرار می‌گیرد و با توجه به اتصال میله مثلث به قاب کفشک، مجموعه‌ی میله مثلث و قاب کفشک‌ها توسط آویزها و در داخل فریم بوژی به حالت معلق قرار می‌گیرند.

۲-۶-۴-۶- قطعه‌ی تنظیم کننده‌ی فاصله‌ی عرضی کفشک‌ها

همان طوری که قبلاً اشاره شد، طراحی بوژی سه تکه‌ی ۱۰۰-۱۸ به نحوی است که پس از تعویض چرخ و محور می‌تواند در هر دو خط با عرض ۱۴۳۵ mm و ۱۵۲۰ mm بهره برداری شود. بنابراین با توجه به این قابلیت و بر اساس نوع چرخ و محور نصب شده، فاصله‌ی عرضی کفشک‌ها روی میله مثلث نیز بایستی تنظیم گردد. به عبارت دیگر در صورت تعویض چرخ از حالت ۱۴۳۵ mm به خط عرضی با عرض ۱۵۲۰ mm بایستی کفشک‌ها در فاصله‌ی دورتری از یکدیگر قرار گیرند. در این حالت قطعه‌های تنظیم کننده در فضای داخل میله مثلث و بین قاب کفشک‌ها قرار می‌گیرند. سپس قاب کفشک نصب می‌شود. بالعکس زمان تغییر چرخ از ۱۵۲۰ mm به ۱۴۳۵ mm بایستی کفشک‌ها به یکدیگر نزدیک شوند. در این حالت قطعات یاد شده در طرفین و بیرون قاب کفشک‌ها نصب می‌گردند. قطعات تنظیم کننده دارای مقطعی چهارگوش بوده و فضای داخل آنها جهت نصب بر میله مثلث به صورت توخالی می‌باشد. این قطعه در شکل ۲-۶۳ با شماره موقعیت ۵ دیده می‌شود.

۲-۶-۴-۷- نگهدارنده های چپ و راست میله مثلث

نگهدارنده های چپ و راست به منظور جلوگیری از افتادن میله مثلث روی خط آهن تعبیه شده اند و در شکل ۲-۶۳ با شماره موقعیت ۳ نشان داده شده اند. همان طوری که دیده می شود، این قطعات در یک میله مثلث قرینه ی یکدیگر بوده و به صورت چپ و راست ساخته شده و در انتهای خود دارای بخش مسطحی می باشند که دقیقاً در ناحیه ی بالای طاقچه ی محافظ میله مثلث که در وجوه جانبی قاب های کناری تعبیه شده اند، قرار دارد (بند ۲-۶-۱-۱-۶-۱ را ببینید). در صورتی که میله مثلث به هر علت از بوژی جدا شود، از طریق نگهدارنده هایش روی طاقچه ها مهار شده و از سقوط آن به روی خط آهن که ممکن است منجر به سوانح بزرگ شود، جلوگیری می کند.

۲-۶-۴-۸- مهره ی تاجدار

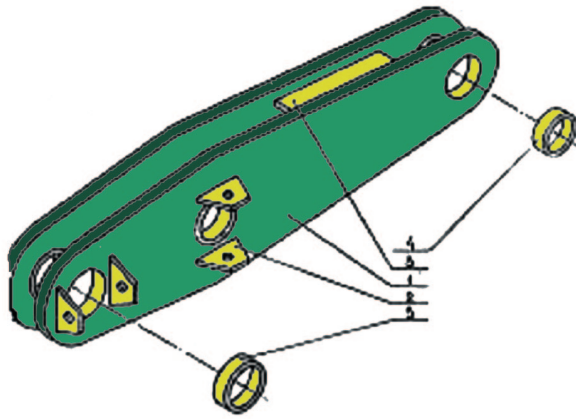
این مهره یک مهره ی M 30.5 بوده و بر اساس استاندارد Gost 5918-73 ساخته شده است. این قطعه که با شماره موقعیت ۲ در شکل ۲-۶۳ نشان داده شده است، جهت تثبیت قطعات بر میله مثلث به کار می رود و پس از محکم شدن، به منظور جلوگیری از باز شدن، از طریق دندانه های تاج دار و یک اسپیل مهار می شود.

در شکل ۲-۶۳ شماره موقعیت ها ترتیب مونتاژ اجزاء را برای خطوط عریض mm ۱۵۲۰ نشان می دهد. بدیهی است برای خطوط با عرض mm ۱۴۳۵، همان طوری که قبلاً گفته شد، بایستی قطعه ی با شماره موقعیت ۵ (قطعه ی تنظیم کننده ی فاصله ی کفشک ها روی میله مثلث) پس از نصب قاب کفش بر میله مثلث نصب گردد.

۲-۶-۴-۹- اهرم های تخت سه سوراخه

در هر بوژی سه تکه ی ۱۰۰-۱۸، دو عدد از این قطعه بکار رفته است. هر یک از این قطعات که در شکل

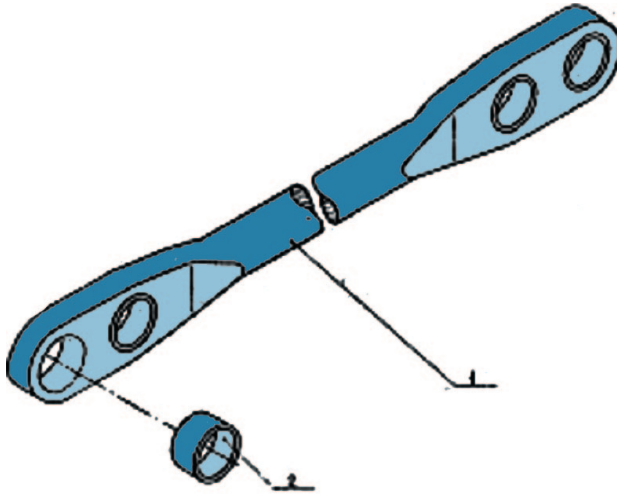
۶۲-۲ نشان داده شده‌اند، از اتصال یک زوج اهرم سه سوراخه که با قطعه‌های دیگر تحت فاصله مشخصی نسبت به یکدیگر و توسط جوشکاری تثبیت شده‌اند، تشکیل شده است. سوراخ پایینی اهرم‌های سه سوراخه جهت اتصال این قطعه با میله‌ی رابط اهرم‌های تخت سه سوراخه (بند ۲-۶-۴-۱۰ را ببینید) به کار رفته و سوراخ وسطی جهت اتصال با میله مثلث‌ها تعبیه شده‌اند. سوراخ بالایی در یکی از اهرم‌ها به اهرم ۴ سوراخه‌ی تنظیم اهرم‌بندی و در اهرم سمت دیگر بوژی به میله‌ی کشش ترمز واگن متصل می‌شود (شکل ۶۲-۲ را ببینید). شکل ۶۵-۲ نمایی از این قطعه را نمایش می‌دهد.



شکل ۲-۶۵) اهرم‌های تخت سه سوراخه

۲-۶-۴-۱۰- میله‌ی رابط اهرم‌های تخت سه سوراخه

این قطعه میله‌ای است که با روش فورج تولید شده و در هر انتها دارای دو سوراخ جهت اتصال به اهرم‌های تخت سه سوراخه می‌باشد. وظیفه‌ی اصلی این قطعه انتقال نیروی حاصل از کشش میله‌ی کشش ترمز واگن از اهرم تخت سه سوراخه‌ی یک سمت بوژی به اهرم سه سوراخه‌ی طرف دیگر می‌باشد. وجود دو سوراخ در هر سر این قطعه تا حدی اجازه‌ی تنظیم اهرم‌بندی بوژی در شرایط خاص را نیز می‌دهد. این قطعه در شکل ۶۲-۲ در ناحیه‌ی زیرین مشخص شده است. شکل ۶۶-۲ نمایی از این قطعه را نشان می‌دهد. این قطعه عملکردی شبیه سینی ترمز در بوژی‌های با فریم یک پارچه را بر عهده دارد.



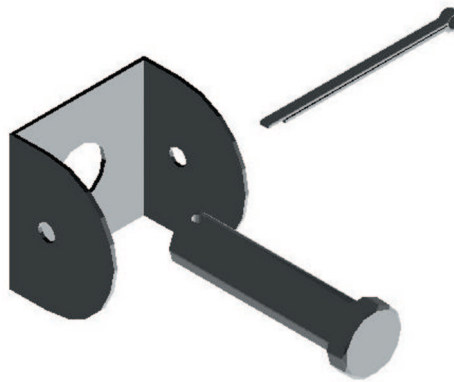
شکل ۲-۶۶) میله‌ی رابط اهرم‌های تخت سه سوراخه

۲-۶-۴-۱۱- اهرم چهار سوراخه تنظیم اهرم بندی بوژی

این قطعه در شکل ۲-۶۲ دیده می شود ، ضمن آن که پایه‌ی اتصال اهرم بندی به بوژی محسوب می شود، امکان انجام تنظیمات اهرم بندی ترمز بوژی را نیز فراهم می سازد. این اهرم در برخی از بوژی ها به صورت یک اهرم صاف و در برخی دیگر به صورت قوس دار ساخته می شود. نکته‌ی مهم دیگری که ضرورت وجود این قطعه را ایجاب می کند، امکان آزادی دوران اهرم سه سوراخه‌ی متصل به آن است. زیرا با توجه به طول ثابت و مشخص آویزهای قاب کفش و دوران اهرم سه سوراخه (به جهت نیروی کشش منتقل شده به سوراخ زیرین آن از طریق میله‌ی رابط اهرم‌های تخت سه سوراخه) در اصل سوراخ بالایی به جای حرکت بر یک خط مستقیم، بر محیط یک دایره حرکت می کند که همین موضوع باعث حرکت جزئی سوراخ بالا در امتداد قائم نیز می گردد. لذا وجود قطعه‌ای مفصلی که اجازه‌ی این حرکت را به اهرم تخت سه سوراخه بدهد، ضروری است.

۲-۶-۴-۱۲- قفل محافظ جهت جلوگیری از افتادن والیک‌ها

این قطعه از شکل دهی ورق‌های فولادی ساخته می‌شود و امنیت و ایمنی سیر بوژی و واگن را افزایش می‌دهد. این قطعه که در شکل ۲-۶۷ نمایش داده شده است، دارای سه سوراخ است. سوراخ مرکزی محلی است که در والیک قرار گرفته و سپس والیک از طریق واشر و اشیپل مهار می‌گردد. سپس اشیپل دیگری از دو سوراخ دیگر این قطعه عبور کرده و انتهای والیک را مهار می‌کند. به این ترتیب حتی در صورت افتادن اشیپل والیک، این قطعه از افتادن والیک ممانعت می‌کند. قابل ذکر است قطعات مشابه نیز به صورت ثابت و توسط جوشکاری به منظور جلوگیری از افتادن والیک‌ها در محل سوراخ‌های میانی و پایینی اهرم‌های تخت سه سوراخه تعبیه شده است.



شکل ۲-۶۷) قفل محافظ

۲-۶-۴-۱۳- والیک، واشر، اشیپل و بوش

نظیر سایر مفاصل در دیگر بوژی‌ها، والیک، واشر و اشیپل جهت اتصال اجزای اهرم‌بندی ترمز به کار رفته‌اند. لیکن استفاده از بوش‌ها، با توجه به سختی سطحی آنها و جهت جلوگیری از سایش‌های نامتعارف در محل اتصال و امکان اصلاح شرایط مفصل پس از سایش، قابل توجه می‌باشد.

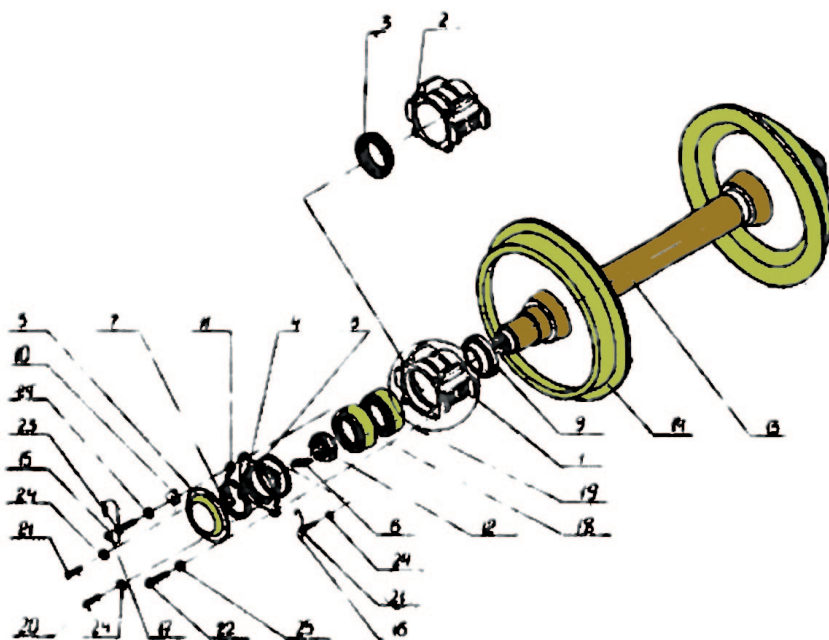
۲-۶-۵- مجموعه ی چرخ و محور (Wheel set)

مجموعه ی چرخ و محور در بوژی سه تکه ی ۱۰۰-۱۸ مرکب از یک محور و دو چرخ مونوبلوک و دو جعبه یاتاقان کامل به همراه کلیه ی قطعاتش می باشد. قطر چرخ بوژی های ۱۰۰-۱۸ برابر ۹۵۷ mm می باشد و طبق استاندارد GOST ساخته می شوند. شکل ۲-۶۸ نمایی از مجموعه ی چرخ و محور و اجزای آن را نشان می دهد و شامل اجزای زیر می باشد:

۱- محور (AXLE)

۲- چرخ (Wheel)

۳- جعبه یاتاقان (Axle Box)



شکل ۲-۶۸) مجموعه ی چرخ و محور

۲-۶-۵-۱-محور (Axle)

کلیات محور در خصوص بوژی های سه تکه ی ۱۰۰-۱۸ نیز نظیر سایر بوژی هایی است که در بخش ۲-۵-۵-۱ به آن اشاره شد، لیکن به لحاظ ابعادی با هم متفاوت هستند. در این بوژی ها محورها دارای دو نوع هستند. در مدل های قدیمی، محورها در دو انتها دارای رزوه بوده و پس از نصب قطعات جعبه یاتاقان، با مهره ی بزرگ خاصی روی سر محور تثبیت می شوند. در حالی که در مدل های اخیر رزوه ی سر محور حذف شده و به جای آن محورها در دو انتها و روی پیشانی خود دارای چهار سوراخ (مشابه سه سوراخ پیشانی محور بوژی های با فریم یک پارچه) می باشند. در سایر موارد این محورها مشابه آن چیزی است که در بند ۲-۶-۵-۱ ذکر گردید.

۲-۶-۵-۲-چرخ (Wheel)

همان طوری که قبلاً نیز گفته شد، چرخ بوژی ۱۰۰-۱۸ از نوع مونوبلوک (یک پارچه Solid) بوده و دارای قطر ۹۵۷ mm می باشد. جزئیات این مورد پیشتر در بند ۲-۵-۵-۲ ارائه شده است.

۲-۶-۵-۳-جعبه یاتاقان (Axle Box)

همان طوری که پیشتر اشاره شد، جعبه یاتاقان و اجزای داخلی آن از حساس ترین بخش های مجموعه ی چرخ و محور می باشد که ضمن نگهداری رولبرینگ ها و حفاظت آنها از آلودگی های محیط، به بهترین روش نیروی حاصل از وزن و بار واگن را به رولر بیرینگ ها و نهایتاً چرخ و ریل منتقل می کنند و سبب تسهیل غلتش چرخها می گردند.

همانند آنچه قبلاً گفته شد، جعبه یاتاقان ها بر اساس نوع رولر بیرینگ به کار رفته در آنها به دو نوع اسفربکال و سیلندربکال تقسیم می شوند که پیشتر جزئیات آنها در بندهای ۲-۵-۵-۳ و ۲-۵-۵-۳ ذکر شد.

جعبه یاتاقان های بوژی های سه تکه ی ۱۰۰-۱۸ از نوع اخیر بوده و در داخل آنها از رولربیرینگ های سیلندریکال استفاده شده است. شکل ۲-۶۸ اجزای داخل جعبه یاتاقان های بوژی های سه تکه ی ۱۰۰-۱۸ را نشان می دهد. این مجموعه مرکب از اجزای زیر می باشد:

- ۱- پوسته ی جعبه یاتاقان
- ۲- رولربیرینگ های سیلندریکال
- ۳- مهره ی سر محور
- ۴- صفحه ی نگهدارنده و پیچ و واشر مربوطه
- ۵- اورینگ آب بندی
- ۶- نگهدارنده ی درپوش جعبه یاتاقان
- ۷- قفل کننده مهره
- ۸- واشر لاستیکی آب بندی
- ۹- درپوش بازدید جعبه یاتاقان
- ۱۰- پلاک مشخصات
- ۱۱- پیچ ها و واشرهای اتصال نگهدارنده ی درپوش جعبه یاتاقان به پوسته
- ۱۲- پیچ ها و واشرهای درپوش بازدید جعبه یاتاقان
- ۱۳- پلمپ

البته در بوژی های سه تکه ی ۱۰۰-۱۸ که در سال های اخیر تولید شده اند، محور و به تبع آن اجزاء داخل جعبه اندکی تغییر داشته اند. شکل ۲-۶۸ مربوط به آن دسته از محورهایی می شود که سابقاً تولید می شده و در دو انتها دارای رزوه برای بسته شدن مهره ی شماره ی ۱۲ می باشد. ضمناً این محورها دارای شکافی روی پیشانی خود بوده اند که قطعه ی شماره ی ۶ (صفحه ی نگهدارنده) در داخل آن جا می گرفته و با پیچ محکم می شده است. در حالی که در طراحی جدید رزوه ی محور، شکاف پیشانی سر محور، مهره ی شماره ی ۱۲ و

قطعه‌ی شماره‌ی ۶ شکل ۲-۶۸ به کلی حذف و در عوض پیشانی محور دارای ۴ سوراخ رزوه‌دار شده و قطعه‌ای تحت عنوان واشر چهار سوراخه (که به لحاظ عملکرد و نحوه‌ی نصب کاملاً مشابه واشر مثلثی جعبه یاتاقان بوژی‌های با فریم یک پارچه است) و همچنین بشقابک سر محور اضافه شده است. با توجه به عملکرد و نحوه‌ی نصب اجزاء، به دلیل مشابهت اجزاء در محورهای طرح جدید، صرفاً توضیحات مختصری از قطعاتی که به نحوی دارای تفاوت با موارد ذکر شده در بند ۲-۵-۵-۳-۲ هستند، ارائه می‌گردد.

۲-۶-۵-۳-۱- پوسته‌ی جعبه یاتاقان

توضیحات بند ۲-۵-۵-۳ را ملاحظه کنید.

۲-۶-۵-۳-۲- رولبرینگ‌های سیلندریکال

توضیحات مربوط به بند ۲-۵-۵-۳-۲ را ببینید. قابل ذکر است رولبرینگ‌های ساخت کشور روسیه که در بوژی‌های سه تکه‌ی ۱۰۰-۱۸ به کار رفته‌اند، به نحوی ساخته شده‌اند که کلیه‌ی اجزای آن به سهولت از یکدیگر جدا می‌شوند. حتی در این رولبرینگ‌ها به سادگی می‌توان غلتک‌ها را از رولبرینگ خارج نمود. در حالی که در خصوص رولبرینگ به کار رفته در بوژی‌های یک پارچه که عمدتاً ساخت کشورهای اروپای غربی هستند، این امکان وجود ندارد.

۲-۶-۵-۳-۳- مهره‌ی سر محور و صفحه‌ی نگهدارنده و پیچ و واشر مربوطه

همان طوری که اشاره شد، این دو قطعه در طرح جدید چرخ و محور حذف شده و قطعات بشقابک سر محور و واشر تثبیت کننده‌ی ۴ سوراخه جایگزین آنها شده‌اند که نحوه‌ی نصب و عملکرد آنها مشابه آن چیزی است که پیشتر ذکر شد.

۲-۶-۵-۳-۴- اورینگ آب بندی

این قطعه که از جنس لاستیک است، مابین پوسته‌ی جعبه یاتاقان و نگهدارنده‌ی درپوش جعبه یاتاقان قرار گرفته و پس از محکم شدن پیچ‌های اتصال قطعه‌ی اخیر از نشت مواد روانکار به بیرون جلوگیری می‌کند.

۲-۶-۵-۳-۵- نگهدارنده‌ی درپوش جعبه یاتاقان

در بوژی‌های سه تکه‌ی ۱۰۰-۱۸، بر خلاف بوژی‌های با فریم یک پارچه، درب جعبه یاتاقان مرکب از ۳ قطعه‌ی: الف- نگهدارنده‌ی درپوش جعبه یاتاقان؛ ب- درپوش بازدید جعبه یاتاقان و ج- واشر لاستیکی آب‌بندی می‌باشد که با پیچ و یک واشر لاستیکی که مابین آنها قرار می‌گیرد، به یکدیگر متصل می‌شوند. در اصل سه قطعه‌ی فوق‌زمانی که به یکدیگر وصل باشند حکم درب جعبه یاتاقان را دارند. اما برای سهولت بازرسی در حین بهره‌برداری، معمولاً به جای بازکردن کل درب جعبه، فقط درپوش بازدید جعبه باز شده و وضعیت اجزای داخل جعبه کنترل می‌گردد. اما در تعمیرات هر سه جزء فوق باز شده و مورد بازرسی و در صورت نیاز تعمیر یا تعویض قرا می‌گیرند.

۲-۶-۵-۳-۶- قفل کننده‌ی مهره

از این قطعه جهت جلوگیری از باز شدن پیچ‌های اتصال نگهدارنده‌ی درپوش جعبه یاتاقان به پوسته استفاده می‌شود.

۲-۶-۵-۳-۷- واشر لاستیکی آب بندی

توضیحات بخش ۲-۶-۵-۳-۵ را ببینید. این قطعه مورد ج در آن مبحث می‌باشد.

۲-۶-۵-۳-۸- درپوش بازدید جعبه یاتاقان

این قطعه همان مورد ب در بخش ۲-۶-۵-۳-۵ می‌باشد.

۲-۶-۵-۳-۹- پلاک مشخصات

این پلاک صفحه‌ای است که شماره‌های خاص و ردیابی چرخ و محور روی آن حک می‌شود و از طریق سوراخش زیر یکی از پیچ‌های محکم‌کننده‌ی نگهدارنده‌ی درپوش بازدید بسته می‌شود.

۲-۶-۵-۳-۱۰- پیچ‌ها و واشرهای اتصال نگهدارنده‌ی درپوش جعبه یاتاقان به پوسته

همان طوری که از عنوان این پیچ‌ها برمی‌آید، جهت اتصال نگهدارنده‌ی درپوش به پوسته‌ی جعبه یاتاقان به کار می‌روند.

۲-۶-۵-۳-۱۱- پیچ‌های درپوش بازدید جعبه یاتاقان

این پیچ‌ها برای اتصال اجزای الف و ب بند ۲-۶-۵-۳-۵ به کار می‌روند.

۲-۶-۵-۳-۱۲- سیم پلمپ

برای اطمینان از عدم باز شدن پیچ جعبه یاتاقان و دستکاری اجزای آن توسط افراد غیر مسئول به کار می‌رود.

۲-۶-۶- سیستم میراکننده‌ی نوسانات

مکانیزم ایجاد حرکت ارتعاشی در بوژی‌های سه تکه، به دلیل نوع سیستم تعلیق آنها، با بوژی‌های دارای فریم یک پارچه متفاوت می‌باشد. در بوژی‌های با فریم یک پارچه که دارای سیستم تعلیق اولیه هستند، هر چرخ تغییر مکان‌های ناشی از شیب و فراز خط را از طریق جعبه یاتاقان به سیستم تعلیق منتقل می‌کند. لیکن در بوژی‌های سه تکه که دارای سیستم تعلیق از نوع ثانویه هستند هیچ المان الاستیکی مابین جعبه

یاتاقان و قاب های کناری وجود ندارد. در این نوع بوژی ها حرکت ارتعاشی ناشی از تغییر مکان نسبی گهواره (Bolster) نسبت به قاب های کناری است و میرا شدن نوسانات به دلیل اصطکاک صفحات سایشی قاب های کناری با عنصر گوه ای در تماس با گهواره می باشد. سیستم میرا کننده ی نوسانات مرکب از اجزای زیر است:

۱- صفحات سایشی نصب شده در پنجره ی قاب های کناری

۲- پرچ های اتصال صفحات سایشی به قاب های کناری

۳- گوه های سایشی

۴- سطوح شیب دار گهواره (بولستر)

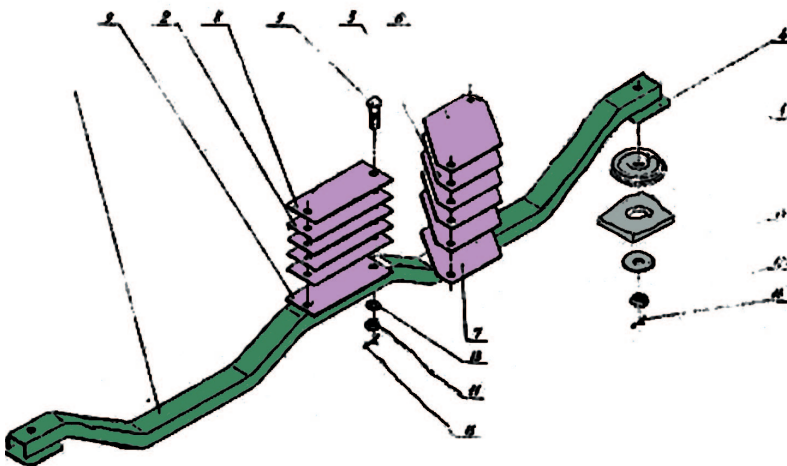
۲-۶-۱- چگونگی عملکرد سیستم میرا کننده ی نوسانات سیستم تعلیق

همان طوری که پیشتر نیز اشاره شد، هنگام حرکت واگن در شیب و فرازهای خط آهن، گهواره (Bolster) در امتداد قائم به ارتعاش درمی آید. بر روی قسمت فوقانی ۲ زوج فنر در هر سمت گهواره قطعه ای تحت عنوان گوه ی سایشی سوار شده است. گوه های سایشی قطعاتی با مقطع مثلث قائم الزاویه هستند که وتر آنها با سطح شیب دار گهواره، قاعده ی آنها با سطح فوقانی زوج فنر و ضلع قائم آن با صفحات سایشی نصب شده در پنجره ی قاب کناری تماس می باشند. بنابراین هنگام نوسانات قائم گهواره و به علت تماس سطح شیب دار گوه در محل تماس، یک مولفه ی افقی نیرو ایجاد می شود که باعث می گردد ضلع قائم گوه به صفحات سایشی کاملاً تماس شده و به آنها فشرده شود. این در حالی است که خود گوه متعاقب حرکت های قائم گهواره در جهت قائم نیز دارای نوسان است، لذا گوه ضمن حرکت نوسانی با صفحه ی سایشی در تماس بوده و اصطکاک قابل توجهی در محل تماس تولید می شود که این اصطکاک باعث کاهش دامنه نوسانات و به نوعی میرا شدن آن می گردد.

شکی نیست پس از مدتی بهره برداری، سطوح سایشی گوه و صفحات سایشی به طور قابل توجهی ساییده می شوند که بایستی مرمت، تعمیر یا در صورت لزوم تعویض شوند.

۲-۶-۷- تیر اتکایی سنسور تشخیص میزان بار

این قطعه از خمکاری و شکل دهی پروفیلی قوطی شکل تهیه شده و وظیفه‌ی آن تحریک کردن سنسور اتومات میزان بار واگن است. به این صورت که هر واگن دارای یک سنسور تشخیص بار می‌باشد که روی شاسی واگن نصب شده است. طبیعتاً زمانی که واگن بارگیری می‌شود، با توجه به فشردگی سیستم تعلیق واگن، گهواره (Bolster) و متعاقب آن سنسور تشخیص میزان بار مقداری پایین می‌آیند. در صورتی که تیر اتکایی سنسور تشخیص میزان بار به دلیل آن که روی قاب‌های کناری نصب شده ثابت می‌ماند. لذا با توجه به ثابت بودن این قطعه و پایین آمدن مجموعه‌ی واگن و سنسور تشخیص میزان بار، این سنسور به تیر اتکایی سنسور تشخیص بار رسیده و پس از آن زبانه‌ی این سنسور به داخل حرکت کرده و میزان بار را حس می‌کند. سپس فرامین تنظیم فشار به سیلندر ترمز ارسال می‌شود. شکل ۲-۶۹ نمایشی از این قطعه را نمایش می‌دهد. همان طوری که در این شکل دیده می‌شود، این قطعه از طریق سوراخ‌هایش در دو انتها به قاب کناری متصل می‌شود و برای کاهش سر و صدا مابین این قطعه و قاب کناری بوژی از قطعات لاستیکی استفاده می‌گردد. همچنین شکل نشان می‌دهد که بر حسب نیاز فاصله‌ی بین تیر اتکا و سوپاپ تشخیص میزان بار توسط صفحات تنظیم، تنظیم می‌گردد.



شکل ۲-۶۹) تیر اتکای سوپاپ اتومات تشخیص میزان بار