هشتمین کنفرانس بین المللی
پیشرفت های اخیر در مهندسی
راه آهن
دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه
علم و صنعت ایران
۲ و ۳ خرداد ماه ۱۴۰۲

میراگرهای جرمی و جاذب‌های ارتعاشی بکارگرفته شده در کنترل و کاهش ارتعاشات ریلی

سید جواد میرمحمد صادقی، علیرضا طلوع کیان، سید شایان پوراحمدی بابکی

ایران، تهران، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی راه‌آهن، Javad_Sadeghi@iust.ac.ir

ایران، تهران، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی راه‌آهن، ar_tkian@yahoo.com

ایران، تهران، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی راه‌آهن، shayan_poorahmadi@rail.iust.ac.ir

چکیده

با توجه به توسعه و افزایش خطوط ریلی درون شهری بویژه خطوط مترو، مسئله انتشار امواج ارتعاشی ناشی از حرکت ناوگان ریلی یکی از چالش‌های مهندسی راه‌آهن شده است. در سال‌های اخیر روش‌های متعددی برای محدود کردن و کاهش ارتعاشات ناشی از حرکت ناوگان ریلی پیشنهاد شده است. مبنای تمامی این روش‌ها را می‌توان به این صورت خلاصه کرد که تغییرات و تمهیداتی در منبع ارتعاش یا در مسیر ارتعاش و یا در دریافت‌کننده ارتعاش انجام می‌شود تا بخشی از امواج ارتعاشی منعکس یا میرا شود. استفاده از میراگرهای ارتعاشی یا جاذب ارتعاش در ماشین‌آلات و تجهیزات مکانیکی و پل‌ها سابقه نسبتا طولانی دارد. با این وجود استفاده از جاذب ارتعاش (Dynamic Vibration Absorber, DVA) در خطوط ریلی تنها در سال‌های اخیر مورد توجه و بررسی بوده است.

کلمات کلیدی: ارتعاشات ریلی، میراگر جرمی، جاذب ارتعاش، خط راه‌آهن، راه‌آهن درون شهری

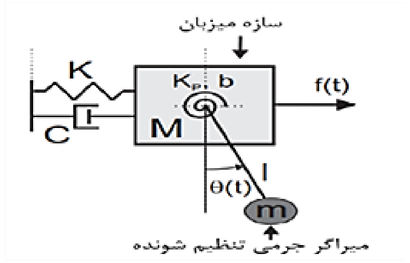
مقدمه

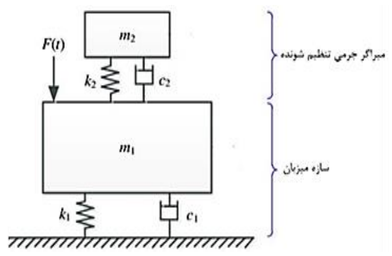
میراگر جرمی تنظیم شونده (TMD) یا جاذب دینامیکی ارتعاش (DVA)

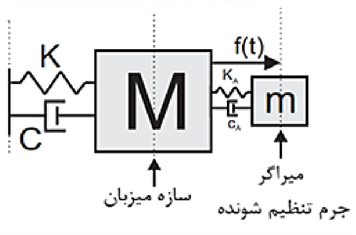
DVAها می‌توانند برای کاهش ارتعاش در یک فرکانس خاص یا در محدوده فرکانسی خاص استفاده شوند.

هدف از افزودن میراگر جرمی محدود کردن حرکت سازه در شرایطی است که در معرض تحریک خاصی قرار می‌گیرد.

انتخاب بهینه این موارد از اهمیت بالایی برخوردار است بطوریکه تغییر در هر یک از پارامترهای ذکر شده باعث تغییر چشمگیری در کاهش ارتعاش می‌شود.







اجزای تشکیل دهنده میراگر جرمی تنظیم شونده و انواع آن: پاندولی، انتقالی قائم و انتقالی افقی

در این مقاله با بررسی میزان اثرگذاری میراگرهای جرمی تنظیم شونده در زمینه کاهش ارتعاشات ناشی از راه‌آهن، مشخصات و پارامترهای مهم در طراحی آن‌ها نظیر تنظیم کردن جرم، فرکانس طبیعی، میرایی و محل قرارگیری آن‌ها بررسی شده است و با بررسی راهکارهای جداسازی خط توسط المان‌های ارتجاعی، دو راهکار فوق مقایسه شده‌است.

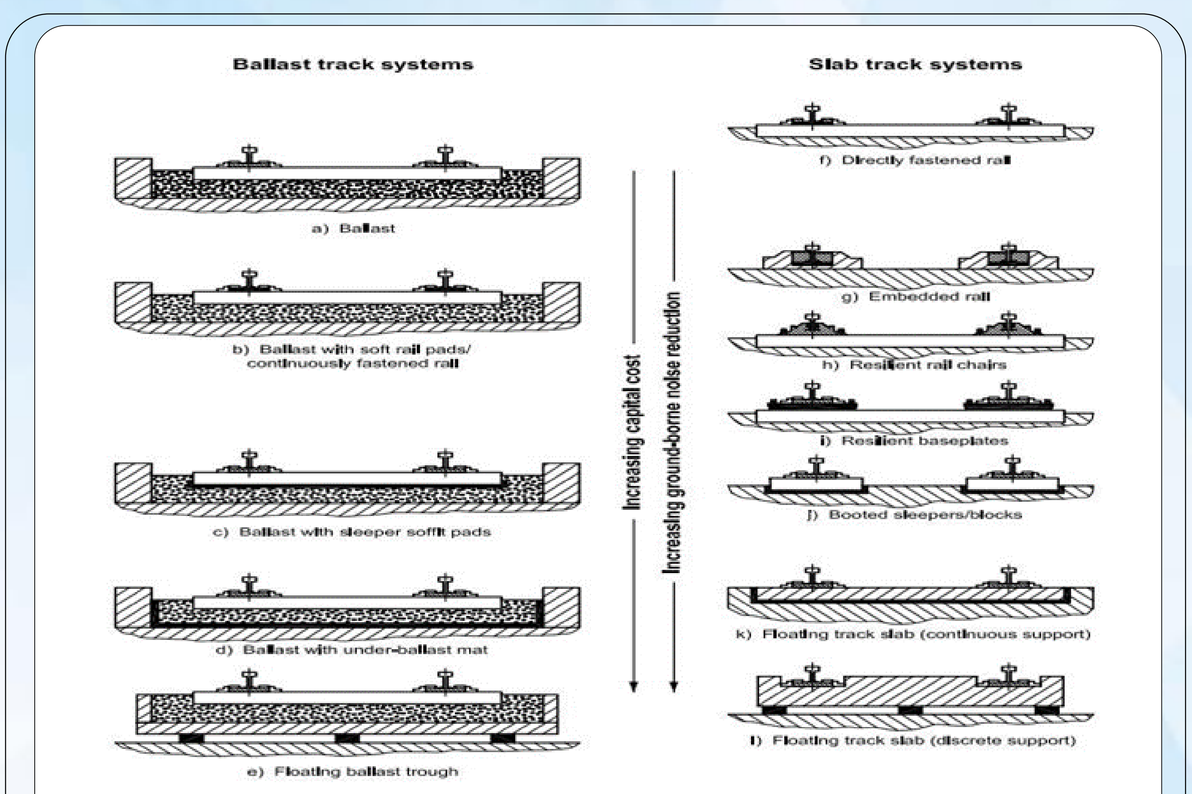
جداسازی ارتعاشی در خط

کاربرد جاذب دینامیکی ارتعاش(DVA) ⟵ در کاهش ارتعاشات راه‌آهن

به منظور جداسازی بخش روسازی از سایر اجزای خط، می‌توان عناصر ارتجاعی را در سطوح مختلف ساختار خط قرار داد. این عناصر عبارت اند از:

فرش دال در دال‌خط شناور ← فرش بالاست ← پد زیر تراورس ← پابندهای فنری

به عنوان یک قاعده کلی، اقداماتی که لایه ارتجاعی را در تراز پایین‌تر خط وارد می‌کنند، بخش بزرگ‌تری از جرم خط را به لحاظ دینامیکی جدا کرده. از این رو، فرش بالاستی و دال‌خط شناور، به نظر بهترین گزینه برای مواجهه با ارتعاش زمینی باشد، در حالی که بقیه اقدامات در نگاه اول، حداقل برای کاهش نوفه ارتعاش زمینی مفید هستند.



راهکارهای مختلف جداسازهای ارتعاشی در خط جهت کنترل ارتعاشات

مقایسه دو راهکار جاذب دینامیکی ارتعاشی و جداسازی ارتعاش

از مزیت‌های استفاده از جاذب ارتعاشی خارج نکردن خط از حالت بهربرداری می‌باشد که در کاهش هزینه‌ها سهم بسزایی دارد.

در بخش راه‌آهن درون شهری استفاده از میراگرهای جرمی تنظیم شونده بسیار مقرون به صرفه‌تر خواهد.

استفاده از دال‌خط شناور یکی از بهترین راهکارهای جداسازی ارتعاش در خط است. اما این روش برای فرکانس‌های پایین کارآمد نیست. بنابراین استفاده از جاذب‌های ارتعاشی دینامیکی توصیه می‌شود.

با توجه به اینکه جاذب دینامیکی ارتعاش بصورت یک سیستم نوسانی ثانویه به خط اضافه می‌شود، می‌توان با توجه به آنالیز فرکانسی برای مود غالب و اثر گذار، ارتعاشات را کاهش داد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله با مطالعه میراگرهای جرمی تنظیم‌شونده که به اسم جاذب دینامیکی ارتعاش مرسوم هستند، میزان کارایی و اثرگذاری آن‌ها در کاهش ارتعاشات ریلی بررسی شد. نشان داده شد که برای طراحی آن‌ها باید به پارامترهای مهمی همچون میرایی، سختی، جرم و محل قرارگیری آن‌ها توجه کرد. همچنین با مرور مطالعه گذشته مشخص شد که با بهینه کردن پارامترهای DVA می‌توان ارتعاشات را در حدود ۵ الی ۶ دسی بل کاهش داد. با توجه به قرارگیری میراگرهای جرمی تنظیم شونده در پل‌ها می‌توان علاوه بر کاهش ارتعاش و نوفه حاصله از عبور قطار، میزان مقاومت پل در برابر حرکات لرزه‌ای حاصل از نیروی باد یا زلزله افزایش داد. همچنین با مقایسه صورت گرفته با راهکارهای جداسازی ارتعاش در خط و جاذب‌های دینامیکی ارتعاش، بدست آمد که میزان کارایی و تاثیرگذاری جاذب‌های دینامیکی ارتعاش بیشتر است. DVAها که همان عملکرد میراگرهای جرمی تنظیم‌شونده را دارند، در حوزه منبع یا فرستنده ارتعاش تعبیه می‌شوند و برای کاهش ارتعاشات با استفاده از این راهکار لازم نیست خط از بهره‌برداری خارج شود و یا در سطح زمین تغییرات ایجاد شود.

مراجع

[1] Diego S, Casado JA, Carrascal I, Ferreño D, Cardona J, Arcos R. Numerical and experimental characterization of the mechanical behavior of a new recycled elastomer for vibration isolation in railway applications. Constr Build Mater 2017;134:18–31.

[2] Sheng X-W, Zheng W-Q, Zhu Z-H, Luo T-J, Zheng Y-H. Properties of rubber under-ballast mat used as ballastless track isolation layer in high-speed railway. Constr Build Mater 2020;240:117822.