هشتمین کنفرانس بین‌المللی
پیشرفت های اخیر در مهندسی راه‌آهن
دانشکده مهندسی راه‌آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران
۲ و۳ خردا ماه ۱۴۰۲

بررسی عوامل موثر بر انرژی جاذب های لانه زنبوری در سازه های ریلی

پریسا حسینی تهرانی ، فاطمه عنایتی

پریسا حسینی تهرانی ، دانشیار، دانشکده راه آهن ، دانشگاه علم و صنعت ایران Hosseini_t@iust.ac.ir

فاطمه عنایتی ، کارشناسی ، دانشکده راه آهن ،دانشگاه علم و صنعت ایران fatemehenayati1998@gmail.com

چکیده

باتوجه به اهمیت ایمنی در رشد و توسعه روزافزون صنعت حمل و نقل ریلی و اینکه در صورت بروز تصادف عموما نیروی های ناشی از برخورد وارد شده به قطار در طول مسیر میتواند موجب بروز تنش های شدید بین واگن ها و آسیب به سرنشین و ناوگان شود میتوان از جاذب های لانه زنبوری جهت کنترل نیرو و انرژی برخورد استفاده نمود. در طراحی یک جاذب انرژی لانه زنبوری پارامترهای زیادی میتواند اثرگذار باشد. در این مقاله پارامترهای درنظر گرفته شده شامل هندسه های گوناگون هسته، ابعاد سلولهای هسته ، استفاده از پر کننده در نظر گرفته شده است و تاثیر موارد ذکر شده بر عملکرد هر ترکیب فرض شده در جاذب ها بررسی و با استفاده از یک فرایند مدلسازی جاذب با یک فنر معادل مدل شده و میزان جذب انرژی مدل اجزائ محدود و فنر معادل بدست آمده مقایسه شده است.به منظور بهبود عملکرد نهایتا مدل بهینه ای برای طراحی جاذب انرژی لانه زنبوری با استفاده از مدل فنر معادل جهت معرفی جاذب در نرم افزارهای دینامیکی ارائه خواهد شد.**واژه‌های کلیدی:** ایمنی- حمل و نقل ریلی - جاذب های انرژی – فنر معادل

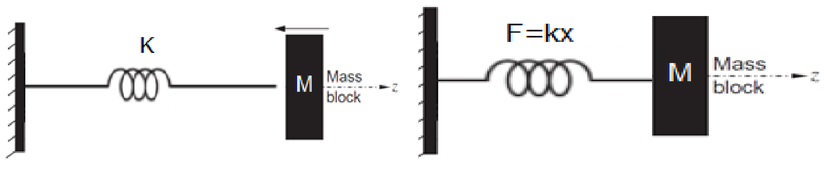
مقدمه

ایمنی همواره به عنوان یک مسئله مهم در صنعت ریلی مورد توجه طراحان و مدیران این عرصه بوده است. به دلیل اینکه کنترل نیروی وارد شده به واگن ها در طول مسیر ، و همچنین بدن انسان نمیتواند شتاب بالا را تحمل کند، همواره بحث جاذب های انرژی در مقالات و پروژه های متعددی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. بررسی و تحلیل نیرویی یک وسیله نقلیه ریلی در هنگام تصادف و برخورد، مسئله بسیار قابل اهمیتی در دینامیک حرکت قطار میباشد.جاذب انرژی وسیله ای است که در حین ضربه، انرژی جنبشی را تغییر می دهد و جذب میکند تا کمترین شتاب به بدنه وسیله نقلیه یا سرنشینان وارد شود. معمولا جاذب انرژی به قسمت جلویی واگن ها متصل می شود.

یکی از روش های طراحی جاذب های انرژی استفاده از المان های لانه زنبوری در جلوی سازه واگن می باشد.این المان ها به طور ویژه در ساختار واگن و لوکوموتیو کمک می کنند. در اینجا، مدل سازی های صورت گرفته برای یک جاذب انرژی با شرایط مورد بررسی به صورت جرم و فنر انجام گرفته است. در این مدل جرم و فنر بررسی نیرو و تغییر مکان یا جا به جایی فنر مدنظر است و در نهایت رسم نمودارهای مربوطه نیرو - جابه‌جایی و تحلیل میزان انرژی جذب شده بر حسب المان ها مورد بررسی قرار میگیرد. سپس با تغییر و بررسی پارامترهای مختلف میزان این سفتی بهینه سازی و مورد مطالعه و بحث قرار گرفته است و میزان تغییراتی که با جا به جایی هر پارامتر میتوان بر روی سفتی فنر مشاهده نمود.

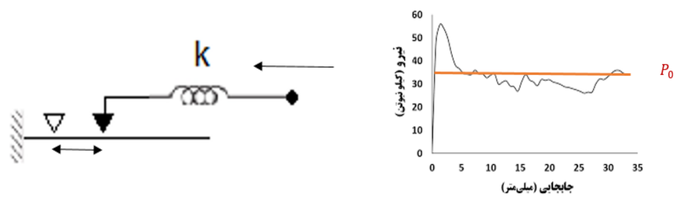
متن بدنه

مدل در نظر گرفته شده در شکل ۱ نشان داده شده است. در اینجا فرآیند جذب انرژی در یک جاذب لانه زنبوری به صورت یک جرم و فنر مدل شده است که در شکل ۲ مشاهده میشود. ضربه از طریق نیروی وارد بر یک واحد جرم در نظر گرفته میشود که واحد جرم پس از برخورد به جاذب منجر به جمع شدن آن میشود که همان انجام عملیات جذب انرژی خواهد بود. این جمع شدگی جاذب به صورت یک فنر با ضریب سختی K در نظر گرفته شده است.شکل ۱-۲ این مدلسازی را نشان میدهد.



شکل ۱ - فنر مدلسازی شده در جاذب قبل و بعد از فشردگی

در اینجا فنر در اثر وارد شدن نیرو عمل فشردگی انجام میدهد و انتهای فنر در سطح الاستیک قرار میگیرد. به طور کلی مولفه جذب انرژی که در طراحی یک جاذب موثر است و در این مدلسازی، فنر این نقش را ایفا میکند پس طراحی بهینه این فنر به افزایش بهره وری جاذب انرژی کمک خواهد کرد.



شکل۲ - فنر در حین فشردگی و نمودار نیرو- جابه جایی که نیروی متوسط برابر با P_0 و شیب بخش خطی نمودار به عنوان سفتی فنر تعریف میشود.

در ادامه در سه مدل در نظر گرفته شده به بررسی پارامتر های متعدد میپردازیم تا اثرات جنس، طراحی، ابعاد و هندسه را بر میزان ضریب سفتی فنر و در نتیجه میزان جذب انرژی بیابیم.

تحلیل و تفسیر موضوع

۱.بررسی میزان جذب انرژی در شبیه سازی و آزمون تجربی : ابتدا پارامترهای میزان سفتی فنر و نیروی متوسط وارد بر فنر و جا به جایی محاسبه شد و مقدار انرژی جذب شده در فنر که کار جذب انرژی را در جاذب ها انجام میدهد با استفاده از محاسبه سطح زیر نمودار نیرو جا به جایی محاسبه شد:

$$E = \int_{x_1}^{x_2} F \times dx$$

۲.بررسی اثر طراحی و هندسه: در این حالت موارد جذب انرژی و سفتی فنر برای دو طراحی قدیمی و بهینه سازی شده مورد توجه قرار گرفته است.

۳.بررسی اثر جهت بارگذاری : در این بخش پدیده برخورد، تحت یک انحراف عمودی و یک انحراف افقی از طریق شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفته است و با یک مدل بهبود یافته مقایسه شده است.

نتیجه گیری

۱.در این حالت مشاهده میشود مقدار انرژی جذب شده در دو حالت شبیه سازی و تست مقدار مشابهی میباشد.در حالت دوم با طراحی بهینه و تغییر در هندسه طراحی میزان جذب انرژی افزایش می یابد. نیرو – جا به جایی در طرح جدید تاثیر دینامیکی ثابت تری دارد.

	K average (KN/mm)	D(m)	P(KN)	Energy(j) محاسبه با اکسل	Energy(j) داده مقاله	درصد خطا
Initial design	50.87	0.373	1000	463.2	419.1	%9
New design	53.62	0.38	1000	514.184	473.7	%7.97

۳.مقدار انرژی جذب شده بر اساس آزمایش و مدلسازی جرم و فنر با درصد تقریب خوبی به هم نزدیک اند.در ساختار بهینه سازی شده نیز سفتی فنر معادل در مقایسه با سازه اصلی که در نمودار های بالا مورد بررسی قرار گرفت، افزایش پیدا کرده و در نتیجه میزان انرژی جذب شده نیز افزایش می یابد.

مراجع

[1]Jiehao Chen, P. X. (2020). The multi-objective structural optimization design to improve the crashworthiness of a multi-cell structure for high-speed train. International Journal of Crashworthiness, 3-10.

[2]Klatt, T. (2014). Extreme energy absorption : the design, modeling, and testing of negative stiffness metamaterial inclusions. M.Sc. Thesis, The University of Texas at Austin.

[3]Liang Ling, Q. Z. (2017). Integration of car-body flexibility into train–track coupling system dynamics analysis. International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility, 1-4