

Nowoczesne technologie umożliwiają skuteczną redukcję drgań i hałasu pochodzących od torowisk

Celem artykułu jest przedstawienie technologii eliminacji drgań przenoszonych przez torowiska na budynki oraz obiekty inżynierskie. Wibroizolacja torowisk może być zastosowana na etapie modernizacji oraz przy budowie nowych linii kolejowych i tramwajowych.

dr inż. Wiesław Fiebig
WAF Wibro-Akustyka
www.wibroakustyka.com.pl

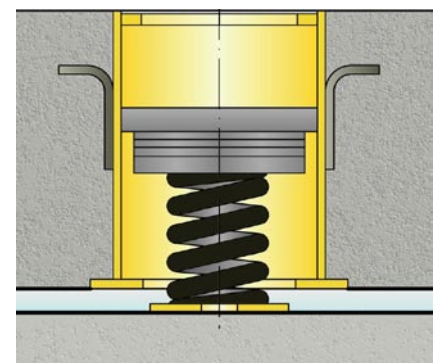
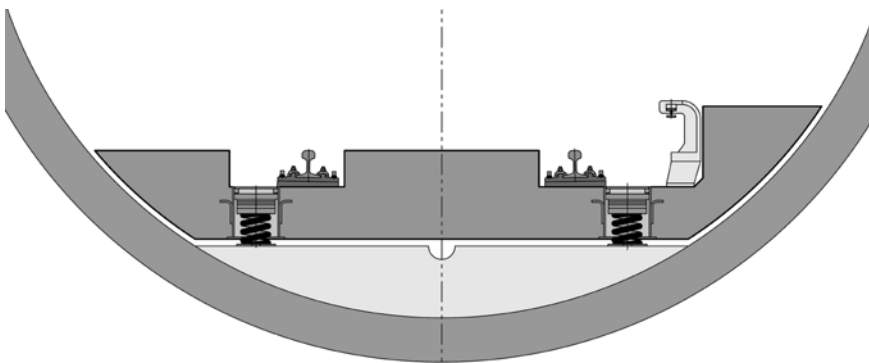
Praca przedstawia niestosowaną do tej pory w Polsce technologię wibroizolacji drgań torowisk kolejowych i tramwajowych za pomocą elementów sprężynowych. W obszarach o dużym natężeniu ruchu i w bliskim sąsiedztwie linii kolejowych oraz tramwajowych nieuniknione jest przenoszenie niekorzystnych drgań i hałasu na budynki oraz na ludzi. Hałas i drgania pochodzące od torowisk są generowane głównie przez zjawiska dynamiczne zachodzące podczas kontaktu pomiędzy kołami pojazdu szynowego i szynami. Podczas długotrwałego użytkowania nieuniknione są zużycie szyn oraz deformacja kół. Bardzo ważne jest utrzymanie jakości powierzchni kontaktu pomiędzy kołami a szynami w dopuszczalnych granicach. Okresowe szlifowanie szyn na długich odcinkach torów w rejonach szczególnie narażonych na drgania oraz utrzymanie kół w dobrym stanie są bardzo kosztowne i nie prowadzą do wystarczającej eliminacji drgań. Stosowanie rozwiązań mających na celu tłumienie drgań jest zazwyczaj skuteczniejsze, praktyczniej-

sze i oszczędniejsze. W celu tłumienia drgań torowisk opracowano szereg rozwiązań różniących się skutecznością. Opisane poniżej rozwiązania stanowią najskuteczniejszą metodę, zwłaszcza w niskim zakresie częstotliwości.

Wibroizolatory sprężynowe GERB są przeznaczone do stosowania zarówno w bezpodсыpkowych, jak i podсыpkowych konstrukcjach nawierzchni szynowych. Wibroizolatory jednosprężynowe typu GSI są stosowane głównie w nawierzchniach bezpodсыpkowych, w miejscach, gdzie przestrzeń przeznaczona na zabudowę nawierzchni jest ograniczona i nie ma dostępu bocznego do płyty. Specjalna obudowa umożliwia dostęp do wibroizolatorów z góry płyty. Płyta jest podnoszona oraz pozycjonowana poprzez napinanie sprężyn za pomocą narzędzi z napędem hydraulicznym. Wibroizolatory EBS jednosprężynowe lub KY dwu- i trójsprężynowe są stosowane zarówno w nawierzchniach bezpodсыpkowych, jak i nawierzchniach podсыpkowych, których podłoże stanowi płyta żelbetowa. Kryteriami

wyboru typu i odmiany wibroizolatora są dopuszczalna wartość ugięcia szyny i zakres częstotliwości drgań, które mają zostać wytłumione. Skuteczność MSS (Mass Spring System) zależy od kilku czynników. Oprócz pionowej częstotliwości strojenia bardzo ważne są: częstotliwość własna drgań giętych płyty, tłumienie systemu oraz sztywność podłoża. Od statycznego ugięcia sprężyny zależy częstotliwość strojenia systemu MSS, dlatego sztywność sprężyny jest parametrem najważniejszym. Typowe częstotliwości drgań wywołanych przez przejazd pociągów oraz tramwajów mieszczą się w przedziale 10-80 Hz. Często jednak zdarza się, że duże amplitudy drgań występują przy częstotliwościach z zakresu od 10 Hz do 30 Hz.

W przypadku typowego torowiska drgania z zakresu ww. częstotliwości mogą przenosić się do pobliskich budynków lub obiektów inżynierskich. Nawet system MSS o częstotliwości rezonansowej 10 Hz nie zapewnia wystarczającego tłumienia. Sytuacja pogorszy się, gdy system MSS zaprojektowany jest dla ▶

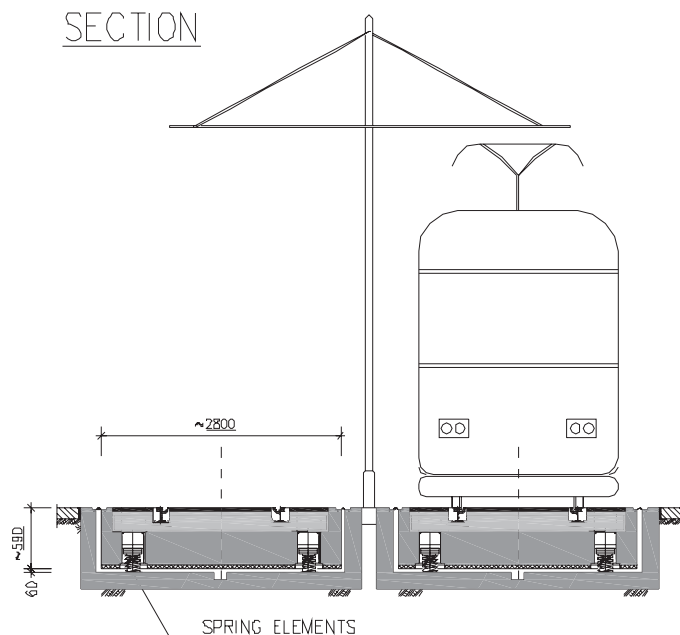


Rys. 1. Wibroizolatory typu GSI przy bezpodсыpkowej nawierzchni szynowej

► częstotliwości głównej 10 Hz, natomiast rzeczywista częstotliwość drgań mieści się w zakresie 12-15 Hz, które często są częstotliwościami drgań własnych budynków. Jedynym rozwiązaniem w tej sytuacji jest zastosowanie systemów MSS strojonych na niskie częstotliwości. Sprężyny stalowe mogą być stosowane w celu uzyskania częstotliwości strojonej

nawet poniżej 7 Hz. Dla torowisk tramwajowych firma GERB opracowała system wibroizolacji torowisk przedstawiony na rys. 2. Płyta wraz z torowiskiem jest wsparta na zintegrowanych elementach GSI na wybetonowanym podłożu. Jest ona podnoszona stopniowo i jej położenie może być regulowane w zależności od ustawienia sprężyn w obudowie.

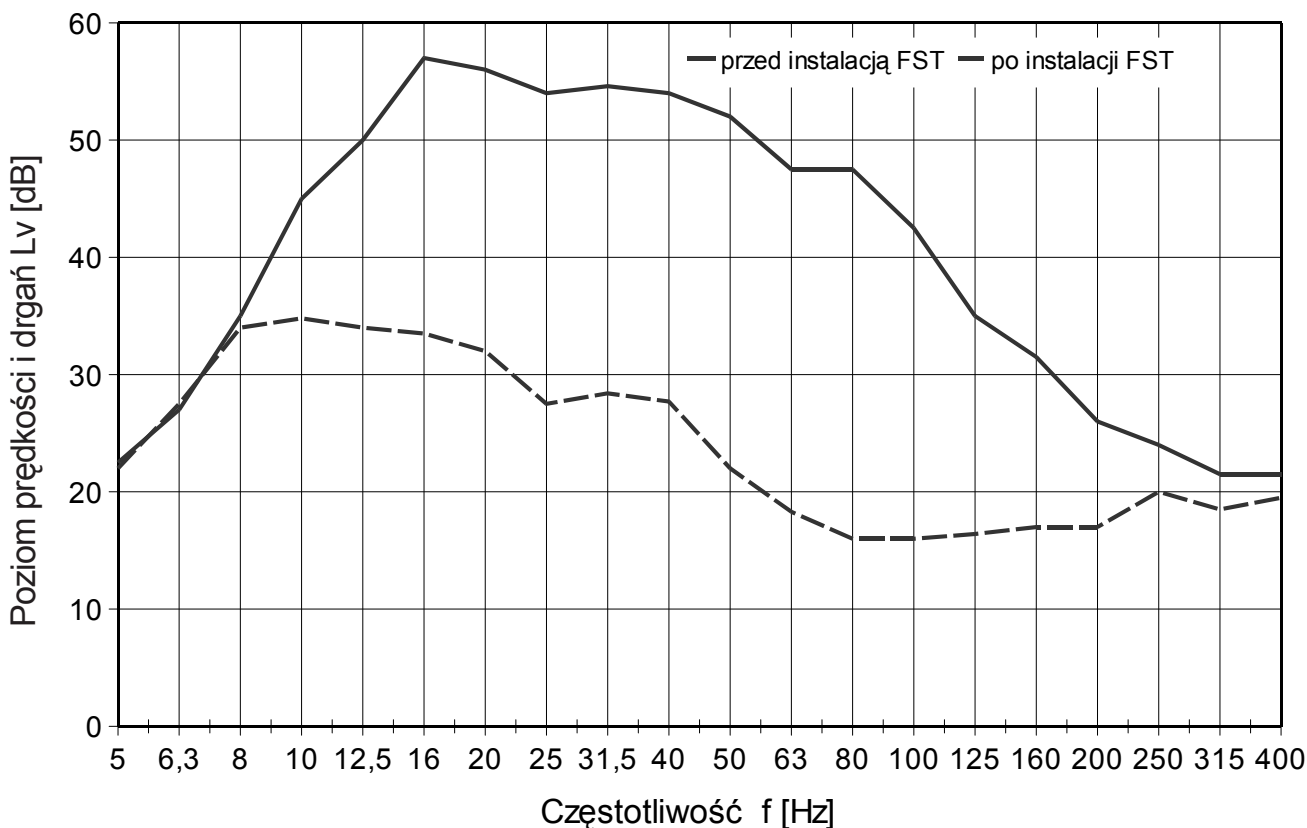
Ugięcie sprężyn przy przejeździe pojazdu szynowego zazwyczaj nie przekracza 3 mm. Tego typu konstrukcja torowisk została wielokrotnie zastosowana w praktyce i charakteryzuje się nie tylko wysokim tłumieniem drgań przenoszonych do podłoża, ale również zmniejszeniem hałasu pochodzącego od przejazdu tramwajów, co jest bardzo istotne zwłaszcza w dużych miastach. Na rys. 3 przedstawiono porównanie poziomu prędkości drgań w zależności od częstotliwości przed zainstalowaniem FST na odcinku ok. 170 m i po nim. Z wykresu wynika, że zastosowana wibroizolacja daje pozytywne rezultaty w zakresie częstotliwości powyżej 8 Hz, a jej skuteczność wynosi od 25 dB do 30 dB.



Rys. 2. FST (Floating Slab Track System) dla linii tramwajowych

Podsumowanie

Przedstawione rozwiązania wibroizolacji sprężynowej torowisk mogą mieć zastosowanie wszędzie tam, gdzie potrzebna jest wysoka skuteczność w eliminacji przenoszenia drgań od torowisk do budynków i obiektów inżynierskich. Są one często stosowane zwłaszcza na odcinkach torowisk np. metra oraz linii kolejowych i tramwajowych w bardzo niewalgiicznych sytuacjach, gdy odległości od budynków są bardzo niewielkie. Podana metoda wibroizola-



Rys. 3. Porównanie poziomów prędkości drgań przed zainstalowaniem GERB FST i po nim

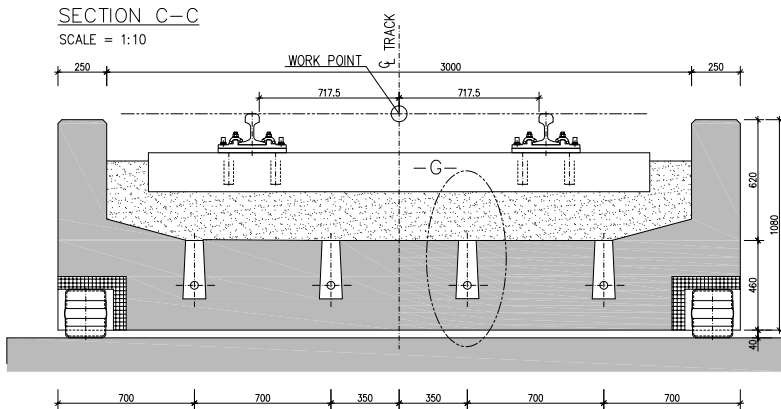


torowisk firmy GERB została opracowana w CNTK w 2009 roku Aprobata Techniczna AT/09-2009-0205-00. □

Piśmiennictwo

1. Wagner H.G., Herrmann A.: *Floating Slab Track above ground for turnouts in tram lines*. 2007, Noise and Vibration Mitigation for transportation systems.
2. Wagner H.G.: *Attenuation of Vibrations and Ground Borne Noise by means of steel spring supported low-tuned floating track bed*. 2002, World Metro Symposium, Taipei.

Rys. 4. Wibroizolatory typu KY przy bezpodsypkowej nawierzchni szynowej



Rys. 5. Wibroizolatory typu KY przy podsypkowej nawierzchni szynowej

cji jest pewną alternatywą dla znanych metod wibroizolacji, np. przy pomocy mat tłumiących, a jej znaczenie rośnie w aspekcie powstawania szybkich linii kolejowych i tramwajowych oraz rozwoju komunikacji publicznej.

Rozwiązania MSS i FST charakteryzują się wysoką trwałością, łatwym i ekonomicznym montażem, wysoką

skutecznością w zakresie niskich częstotliwości oraz możliwością regulacji np. w przypadku osiadania gruntu. Skuteczność wibroizolacji tego typu wynosi zazwyczaj 80-95%. Dzięki integracji elementów sprężynowych z płytą torowiska nie jest wymagana zmiana jego wysokości. Na wymienione elementy wibroizolacji sprężynowej

Summary

The paper presents tuned track bed vibration isolation systems used for the railway and tramway lines. The presented solution is based on mass spring systems and is effective especially at lower frequencies. The tuning frequency of such systems is mostly in the range from 5 Hz to 8 Hz. With measures based on spring elements elaborated by the GERB company the significant vibration and noise reduction coming from the railways and tramways can be achieved. This new technology can be used in Poland during the track structure modernization, as well as in the new projects, in which the track bed vibration isolation is required.

reklama ■