

WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Faculty of Transport
POLISH ACADEMY OF SCIENCES
Transport Committee

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
TRANSPORT OF THE 21ST CENTURY

MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA NAUKOWA
TRANSPORT XXI WIEKU



Ryn, 9 – 12 June 2019



Dariusz Kalinowski, Robert¹⁾, Konowrocki²⁾, Tomasz Szolc²⁾

¹⁾ PESA Bydgoszcz SA, Zygmunta Augusta 11 Str., Bydgoszcz, Poland

²⁾ Instytut Podstawowych Problemów Techniki, Polskiej Akademii Nauk

e-mail: dariusz.kalinowski@pesa.pl

Wpływ cech konstrukcyjnych pojazdów tramwajowych na wymuszenia kinematyczne od nierówności toru

Słowa kluczowe: dynamika tramwaju, bezpieczeństwo przed wykolejeniem, Simpack Rail

Wprowadzenie

W artykule przedstawiono nową propozycję symulacji bezpieczeństwa przed wykolejeniem pojazdów tramwajowych z dowolną konfiguracją wagonów i podwozi. Obowiązująca norma europejska EN 14363 [1] obejmuje wszystkie niezbędne testy dla różnych pojazdów kolejowych, ale jest nieodpowiednia dla pojazdów tramwajowych, zwłaszcza w zakresie bezpieczeństwa przed badaniem wykolejenia. W warunkach operacyjnych tych pojazdów są bardzo różne. Tramwaje pokonują poziome łuki o znacznie mniejszych promieniach niż typowe pojazdy kolejowe. Istnieje duże zróżnicowanie parowania koło-szyna, tzn. Prawie każdy operator transportu publicznego stosuje inny profil koła. Oprócz standardowej konfiguracji pojazdu, tj. Nadwozia na dwóch wózkach, w nowoczesnych konstrukcjach tramwajowych stosowane są różne rozwiązania. Opisane problemy sugerują, że metodologia badań bezpieczeństwa przed wykolejeniem opisana w normie EN 14363 nie może być stosowana bez żadnych modyfikacji w przypadku testowania pojazdów tramwajowych.

Problem badawczy

W celu określenia stanu eksploatacyjnego pojazdów tramwajowych i oszacowania warunków wykolejenia rozpatrywanych pojazdów, przez teoretyczne wyznaczenie wartości sił w strefach kontaktu koło-szyna, stworzono modele numeryczne różnych konstrukcji pojazdów tramwajowych. Modele fizyczne tych pojazdów traktowano jako system sztywnych ciał połączonych ze sobą za pomocą elastycznych i tłumiących elementów. To podejście do modelowania nazywa się metodą symulacji wieloobiektowej (MBS) [2]. Dynamikę Ruch modeli pojazdów tramwajowych opisano przez układ równań różniczkowych. zmiennych drugiego rzędu. Modele pojazdów zostały zintegrowane z algorytmami określającymi kontakt koło-szyna. Takie podejście pozwoliło na wyznaczenie wskaźnika bezpieczeństwa przed wykolejeniem w różnych konfiguracjach pojazdów w zależności różnych wymuszeń kinematycznych.

Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników obliczeniowych omówiono istotny wpływ różnych konstrukcji i konfiguracji pojazdów tramwajów miejskich na siły kontaktowe koło-szyna, w szczególności na czynnik wykolejenia Y/Q . Wyniki symulacji potwierdzają założenie, że warunki torowe dla bezpieczeństwa przed wykolejeniem opisane w normie [17] adresowane do pojazdów kolejowych nie nadają się do badań lekkich tramwajów miejskich. Ponadto można zauważyć, że stosunkowo niskie prędkości jazdy tramwajów nie gwarantują wystarczającego bezpieczeństwa przed wykolejeniem przy specyficznej konfiguracji pojazdu oraz skrajnej geometrii toru (mały promień łuk i zerowa przechyłka). Takie obserwacje powodują potrzebę dalszych analiz rozpatrywanego tematu.

Bibliografia

1. EN 14363:2016 – Railway applications – Testing and Simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – Running behaviour and stationary tests.
2. Garcia de Jalon J., Bayo E. Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems. Springer-Verlag, 1994.



Dariusz Kalinowski, Robert¹⁾, Konowrocki²⁾, Tomasz Szolc²⁾

¹⁾ PESA Bydgoszcz SA, Zygmunta Augusta 11 Str., Bydgoszcz, Poland

²⁾ Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences
e-mail: dariusz.kalinowski@pesa.pl

An influence of construction features of tramway vehicles on kinematic extortion from irregularity of a track

Keywords: tramway dynamics, safety against derailment, Simpack Rail

Introduction

In the paper, a new proposal of simulations safety against derailment for tramway vehicles with an arbitrary configuration of wagons and running gears is presented. The existing European standard EN 14363 [1] covers all necessary tests for different railway vehicles, but it is inadequate for tramway vehicles, especially in safety against a derailment examination. Its operational conditions are much different. Tramways overcome horizontal curves with much smaller radii than railway vehicles. There is a large diversity in wheel-rail pairing, i.e. almost every public transport operator uses a different wheel profile. Apart from standard vehicle configuration, i.e., a carbody on two bogies, in modern tram designs various arrangements are applied. The described problems suggest that the methodology of safety testing before derailment described in the EN 14363 standard cannot be used without any modifications in the case of testing tramway vehicles

Research problem

In order to determine operation condition of tramway vehicles numerical models were used. For estimate the derailment conditions of the considered vehicles, by theoretical values of forces in the wheel-rail contact zones, numerical models of various tram vehicles construction were created. The physical models of these vehicles were treated as a system of rigid bodies joined together by means of flexible and damping elements. This approach to modeling is called the multibody simulation (MBS) method [2]. Motion of the models of the tram vehicles are described by a system of second order ordinary differential equations. Created mathematical models of tramway vehicles have been integrated with the algorithms and numerical procedures that determine the wheel-rail contact. Such approach allowed for to present the development of safety against derailment index for each tramway wheel in various configurations as a function depending on various kinematic constraints of tracks

Conclusions

Based on the obtained computational results, an essential influence of various municipal tramway vehicle designs and configurations on wheel-rail contact forces, in particular, on the derailment factor Y/Q , is discussed. The simulation results confirm the assumption that the track conditions for safety against derailment described in standard [1] addressed to the railway vehicles are not suitable for investigations of the light municipal trams. Moreover, one can remark that relatively low travelling speeds of trams do not guarantee a sufficient safety against derailment with specific vehicle configuration and extreme track geometry (small arc radius and zero cant). Such observations cause the need for further analysis of the discussed topic.

Bibliography

1. EN 14363:2016 – Railway applications – Testing and Simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – Running behaviour and stationary tests.
2. Garcia de Jalon J., Bayo E. Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems. Springer-Verlag, 1994.

ISBN 978-83-7814-928-6