

Studium nowych rozwiązań układów napędowych i sterowania lekkich pojazdów szynowych

Streszczenie

Praca dotyczy opracowania rozwiązań konstrukcyjnych pasażerskiego, spalinowo - elektrycznego pojazdu kolejowego, stwarzającego nowe możliwości przewozowe, przez wdrożenie dotychczas niestosowanego sposobu jego eksploatacji. Ograniczenie związane ze stanem infrastruktury, narzucane na przewoźników pasażerskich powodują, iż wielokrotnie niemożliwe jest uruchomienie uzasadnionych ekonomicznie pasażerskich połączeń kolejowych. Obecne trendy wykorzystania (rodzaju) pasażerskiego taboru kolejowego w ruchu regionalnym, z uwagi na to, że niektóre relacje pociągów przebiegają po liniach wyposażonych w trakcję elektryczną (linie te spełniają zasadniczo wyższe standardy – w tym w zakresie wyższej wartości dopuszczalnej prędkości eksploatacyjnej), a częściowo niezelektryfikowanych, jedynym praktykowanym sposobem realizacji obsługi takiej relacji są pojazdy z napędem spalinowym.


Alternatywą dla użytkowanych obecnie pojazdów spalinowych stanowi lekki pojazd szynowy z podwójnym zespołem napędowym (tj. zarówno w napęd spalinowy i elektryczny), który może być eksploatowany zarówno na liniach zelektryfikowanych, jak i niezelektryfikowanych. Jednocześnie wprowadzenie do eksploatacji lekkiego spalinowo-elektrycznego pojazdu szynowego umożliwi przewoźnikom uruchomienie zupełnie nowych połączeń, ze względu na jego zdolność do poruszania się po szlakach znajdujących się w złej kondycji, dotychczas zamkniętych dla składów tradycyjnych. Możliwe będzie więc szybsze pokonywanie obecnych relacji, reaktywowanie starych połączeń, jak również rozplanowanie nowych, z czym wiążą się zapewne dodatkowe wpływy finansowe. Kolejną zaletą opisywanego pojazdu jest możliwość skrócenia czasów przejazdu na wybranych relacjach dzięki możliwości poruszania się z większymi prędkościami po odcinkach zelektryfikowanych.

Biorąc pod uwagę powyższe opracowano założenia pojazdu, którego rozwiązania konstrukcyjne innowacyjne wobec obecnie eksploatowanego taboru: możliwość jazdy w trakcji elektrycznej i spalinowej, zastosowanie przekładni elektrycznej (silnik + przekładnia trakcyjna), zastosowanie dwóch agregatów prądotwórczych (silnik spalinowy + prądnica trakcyjna), co podniesie poziom niezawodności lekkiego pojazdu szynowego i jego gotowości do eksploatacji, zastosowanie wózka napędowego i tocznego w każdym członie dzięki czemu liczba osi napędnych wynosi zawsze 50%, dzięki czemu możliwe jest wykorzystanie możliwości napędu niezależnie od liczby członów, możliwość wykorzystania hamulca elektrodynamicznego w trakcji elektrycznej i spalinowej, oszczędność energii dzięki jej rekuperacji podczas hamowania przy eksploatacji w trakcji elektrycznej, zmniejszenie zużycia paliwa w trakcji spalinowej przez zastosowanie algorytmu obciążenia silników w zależności od aktualnego zapotrzebowania na moc trakcyjną.

Opracowanie nowych rozwiązań wymagało przeprowadzenia analiz, m.in. opracowania bilansu mocy pojazdu, wyznaczenia charakterystyk, określających jego możliwości trakcyjne, określenia wymagań normatywnych koniecznych do spełnienia podczas homologacji pojazdu, opracowania zintegrowanego zespołu sterownika silnika i prądnicy trakcyjnej, analizy zabudowy mechanicznej zespołów prądotwórczych, analizy masy i gabarytów zespołów oraz analizy dostępności serwisu. Pracę zrealizowano na podstawie doświadczeń z projektów badawczo-rozwojowych, którymi Doktorant zajmuje się zawodowo od kilkunastu lat.

W pracy zawarto analizy, dotyczące konieczne dla opracowania konstrukcji pojazdu pasażerskiego, który pozwala na eksploatację na szlakach kolejowych prowadzących po torach trakcji elektrycznej i bez niej. Wyniki pracy można wykorzystać do stworzenia całej rodziny pasażerskich pojazdów kolejowych. Podczas realizacji pracy wykonano analizy mające określić konfigurację pojazdu, sposób zabudowy spalinowych agregatów prądotwórczych oraz dokonano doboru silnika spalinowego i parametrów prądnicy trakcyjnej. Doktoranta wielokierunkowe analizy i rozwiązania konstrukcyjne pojazdu pasażerskiego stanowią unikatowe podejście do tematu.

24.06.2021

Mariusz 

Study of New Solutions for Drive and Control Systems for Light Rail Vehicles

Abstract

The dissertation concerns the development of design solutions for a passenger diesel-electric rail vehicle, creating new transport possibilities by implementing a previously unused method of its operation. The constraints imposed on passenger carriers related to the infrastructure condition make it is often impossible to service passenger rail connections that would otherwise be economically viable. Current trends in the use of (different types of) passenger rolling stock in regional traffic, as a result of only some of the used railway lines being electrified (these lines generally meet higher standards – including a higher speed limit value), while other parts remain in some part non-electrified, mean that the only viable way to service such a rail connection is by using vehicles equipped with internal combustion engines.

The currently used diesel rail vehicles can be replaced with an alternative such as a light rail bus with a hybrid drive system (i.e. both diesel and electric drive), which has the ability to operate on both electrified and non-electrified lines. In addition, introducing a light diesel-electric rail bus would enable rail carriers to begin servicing completely new routes and connections, thanks to its ability to travel through routes in bad technical condition, which were previously closed off to conventional trains. Therefore, it should become possible to provide faster service between the existing connections, to reactivate some of the old connections, as well as to plan the implementation of new ones, which is generally associated with increased financial revenues. Another advantage of the described vehicle is the possible reduction of travel times on selected rail routes thanks to the vehicle being able to travel at higher speeds on electrified sections of the route. Taking the above into account, the requirements of the new vehicle were developed and defined, using design solutions that were innovative in relation to the rolling stock currently in use, such as: the ability to operate on electrified and non-electrified track sections, using an electric transmission (engine + traction gear), using two propulsion systems (combustion engine + traction electric motor) which will raise the level of reliability of the rail bus as well as its operational readiness. Additionally, a driving and rolling trolley have been used in each section, thanks to which the number of driving axles is always 50%, thus making it possible to use the vehicle drive option regardless of the number of sections in the set. Some other innovative solutions implemented included: making it possible to use the electrodynamic brake for both electric and combustion powered driving, energy savings in electric driving mode thanks to braking energy recuperation systems, reduction of fuel consumption in diesel driving mode by employing an engine load algorithm working based on the power demand changes in real time.

The development of such new solutions required analyzes to be performed, including establishing the vehicle power balance, determining of the characteristics which define the vehicle traction capabilities, determining the normative requirements that must be met for vehicle approval procedures, developing an integrated controller unit for the combustion engine and traction generator, analyzing the mechanical installation of the generators, analyzing the weight and size dimensions of the generators as well as the analysis of service availability. The work was carried out based on the experience obtained as a result of research and development projects that the PhD student has been involved with for over a decade.

The paper contains analyzes concerning the need to develop a passenger vehicle design that would allow for it to operate on railway connections that are equipped with electric traction as well as without it. The results of the research work performed can be used to create an entire family of passenger rail vehicles. In the dissertation analyzes were performed to determine the vehicle configuration, the installation method of the combustion power generators, and the selection of the internal combustion engine and the parameters of the traction generator. The multidirectional analyzes and design solutions of a passenger vehicle constitute a unique and innovative approach to the subject explored in this study.

24.06.2021

Menisek