

**V Scientific Conference organized by
Railway Institute
and
Warsaw University of Technology - Faculty of Transport**

**THE NEWEST TECHNOLOGY
IN RAIL TRANSPORT**

ADVANCED RAIL TECHNOLOGIES



Warsaw 2016

**ANALYSIS OF ELECTROMECHANICAL INTERACTION
IN AN ELECTRIC DRIVE SYSTEM USED IN THE HIGH SPEED TRAINS****Robert Konowrocki**

Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences

e-mail: rkonow@ippt.pan.pl

Keywords: high speed train drive, electromechanical coupling, wheel-rail adhesion, asynchronous motor, electric motor

Introduction

A dynamic modelling of the electrical drive systems coupled with elements of a driven machine or vehicle is particularly important when the purpose of such modelling is to obtain an information about the transient phenomena of system operation, like a run-up, run-down and loss of adhesion in the wheel-rail zone. In this paper most attention is paid to the modelling of an electromechanical interaction between the electric driving motor and the railway wheelset. The knowledge about torsional vibrations in transmission systems of a high speed train (HST) is of a great importance in the fields dynamics of mechanical systems [1,2]. Torsional vibrations in the railway vehicle drive train are generated by two main phenomena. To the first one belongs the electromechanical interaction between of the railway drive system including the: electric motor, gears, the driven part of disc clutch and driving parts of the gear clutch [3]. To the second one belong torsional vibrations of the flexible wheels [4] and wheelsets caused by variation of adhesion forces in the wheel-rail contact zone.

Description of the HST drivetrain system

In order to theoretical investigate a character of torsional vibrations in the electric railway vehicle powertrain and a dynamic mutual coupling between the wheelset and the electric motor, a possibly realistic and reliable electromechanical model of the railway drivetrain is applied. In this drive system the three-phase induction traction motor with a gearbox creates an integrated drive unit. A modeling of the electrical part of the drivetrain is a very difficult and complex task. But, in the case of a more advanced analysis of transient phenomena in the drivetrain an accurate circuit model of the electric motor is needed [5,6,7]. The output driving torque from the motor is transmitted via coupling (flexible multirod) to the hollow shaft, which surrounds the wheelset axle. On the opposite end of the hollow shaft the torque is transmitted by means of a coupling (flexible multi-rod or flexible claw coupling) to the disc-wheel. The mechanical drive system is represented by a torsionally vibrating system of three-DOFs.

Final remarks

In this paper, an electromechanical model of the railway vehicle drive system has been performed. In the study their influence of the torsional vibration on the electric parameters of the drive motor are also considered. From obtained results it follows that a reduction of the self-excited vibration amplitudes by means of increasing the damping and stiffness between the driving motor and the wheelset and torsion stiffness of wheelset occur. From the electrical parameters of the electric motor consider vibration phenomenon can be also diagnosed.

Literature

1. Konowrocki R., Szolc T.: *An analysis of the self-excited torsional vibrations of the electromechanical drive system*, Vibrations in Physical Systems, ISSN: 0860-6897, Vol.27, 2016:187-194.
2. Ahmedov O., Zeman V., Byrtus M.: *Modelling of vibration and modal properties of electric locomotive drive*, Eng. Mech., Vol. 19: 2/3, 2012:165–176.
3. Bogacz R., Konowrocki R.: *On new effects of wheel-rail interaction*, Arch. Appl. Mech, Vol.82, 2012:1313-1323.
4. Zeman V., Hlavac Z.: *Dynamic wheelset drive load of the railway vehicle caused by short-circuit motor moment*, App. & Comp. Mech., Vol.3, No.2, 2009: 423–434.
5. Szolc T., Konowrocki R., Michajłow M., Pręgoszka A.: *An investigation of the dynamic electromechanical coupling effects in machine drive systems driven by asynchronous motors*, Mech. Syst. Signal Process., Vol.49, 2014: 118-134.

NAJNOWSZE TECHNOLOGIE W TRANSPORCIE SZYNOWYM

ANALIZA ODDZIAŁYWAŃ ELEKTROMECHANICZNYCH W ELEKTRYCZNYCH UKŁADACH NAPĘDOWYCH POCIĄGÓW DUŻYCH PRĘDKOŚCI

Robert Konowrocki

Instytut Podstawowych Problemów Techniki, PAN

e-mail: rkonow@ippt.pan.pl

Słowa kluczowe: sprzężenia elektromechaniczne, adhezja koło-szyna, silnik elektryczny, pojazdy dużej prędkości

Wstęp

Modelowanie dynamiki elektrycznych urządzeń sprzęgniętych z mechanicznymi elementami napędu jest szczególnie ważne, gdy celem takiego modelowania jest uzyskanie informacji na temat przejściowych zjawisk pracy takich systemów. Do takich przejściowych zjawisk możemy zaliczyć rozbieg, hamowanie, stany awaryjne. W pracy pokazano modelowanie dynamiki oddziaływania elektromechanicznego między elektrycznym silnikiem a mechanicznym układem napędu pojazdu kolejowego. Wiedza na temat dynamiki w systemach transmisji napędu pociągów dużej prędkości (HST) ma ogromne znaczenie w dobie zwiększania ich prędkości przejazdu [1,2]. Drgania skrętne w układzie napędowym pojazdu kolejowego są bardzo szkodliwe i zazwyczaj wywoływane są przez dwa zjawiska. Pierwsze zjawisko to elektromechaniczna interakcja w układzie napędowego, który stanowi: silnika elektryczny, przekładnia, elementy sprzęgieł [3]. Drugie natomiast drgania skrętne podatnych kół i zestawów kołowych [4] spowodowane przez zmianę warunków przyczepności w strefach kontaktu kół zestawu kołowego i szyn.

Opis rozpatrywanego układu napędowego HST

W celu analizy teoretycznej charakteru drgań w elektrycznym zespole napędowym pojazdu szynowego dużych prędkości, stosuje się możliwie realistyczne elektromechaniczne modele, opisujące szczegółowo takie napędy. W rozpatrywanym w pracy układzie napędowym trójfazowy silnik indukcyjny tworzy z przekładnią zintegrowaną jednostkę napędową. Modelowanie części elektrycznej układu napędowego jest trudnym, ale potrzebnym zadaniem do analizy zjawisk przejściowych. Dlatego w rozpatrywanym układzie napędowym zastosowano dokładne odwzorowanie silnika indukcyjnego przy użyciu modelu obwodowego [5,6,7]. W badanym modelu moment napędowy generowany przez silnik elektryczny jest przekazywany za pośrednictwem elastycznego wydrążonego wału otaczającego oś zestawu kołowego na tarczę koła zestawu kołowego przy udziale sprzęgła (układ giętkich prętów).

Uwagi końcowe

W niniejszej pracy zbadano elektromechaniczny model układu napędowego pojazdu szynowego dużych prędkości. W analizie uwagę skupiono na wpływie drgań skrętnych mechanicznej części napędu na parametry elektryczne silnika napędzającego ten układ. Z uzyskanych rezultatów można stwierdzić, że poprzez zwiększenie tłumienia i sztywności między elektrycznym silnikiem napędowym i zestawem kołowym oraz sztywności skrętnej tego zestawu kołowego można zredukować amplitudę samowzbudnych drgań zainicjowanych zmianą parametrów adhezji w strefie kontaktu koło-szyna. Zaobserwowano także, że z parametrów elektrycznych silnika można zdiagnozować, czy taki zjawisko drgań skrętnych już występuje, czy jeszcze nie oraz jaki jest kontakt zestawu kołowego z szyną.

Bibliografia

1. Konowrocki R., Szolc T.: *An analysis of the self-excited torsional vibrations of the electromechanical drive system*, Vibrations in Physical Systems, ISSN: 0860-6897, Vol.27, 2016:187-194.
2. Ahmedov O., Zeman V., Byrtus M.: *Modelling of vibration and modal properties of electric locomotive drive*, Eng. Mech., Vol. 19: 2/3, 2012:165-176.
3. Bogacz R., Konowrocki R.: *On new effects of wheel-rail interaction*, Arch. Appl. Mech, Vol.82, 2012:1313-1323.
4. Zeman V., Hlavac Z.: *Dynamic wheelset drive load of the railway vehicle caused by short-circuit motor moment*, App. & Comp. Mech., Vol.3, No.2, 2009: 423-434.
5. Szolc T., Konowrocki R., Michajłow M., Pręgowska A.: *An investigation of the dynamic electromechanical coupling effects in machine drive systems driven by asynchronous motors*, Mech. Syst. Signal Process., Vol.49, 2014: 118-134.