

Streszczenia

Bartłomiej BLACHOWSKI¹

Witold GUTKOWSKI²

MINIMUM WEIGHT DESIGN OF COMPOSITE FLOORS UNDER HUMAN INDUCED VIBRATIONS

The paper is concerned with a minimum weight design of composite floors subjected to dynamic loading, deriving from the rhythmic activity of a group of people. The floor structure consists of concrete slab cast, on thick trapezoidal deck, which is supported by a grid of steel beams. The structure is vibration-prone and exhibits a number of natural frequencies, which are within a range of loading function. Minimum weight design consists in assigning, from catalogues of prefabricated plates and beams appropriate elements assuring fulfillment of imposed constraints on displacements and accelerations. Applied, practical discrete optimization method is based on graph theory and finite element analysis. Efficiency of the proposed design is demonstrated in an example of real-world engineering structure.

Keywords: structural optimization, discrete optimization, structural vibrations, composite floor structure

DYSKRETNA OPTIMALIZACJA STROPÓW ZESPOLONYCH PODDANYCH DRGANIOM WYWOŁANYCH PRZEZ LUDZI

Streszczenie

W pracy przedstawiono optymalizację ze względu na minimum ciężaru stropów zespolonych poddanych dynamicznym obciążeniami wywoływanym przez rytmicznie poruszającą się grupę ludzi (np. podczas ćwiczeń). Rozpatrywana konstrukcja stropu składa się z płyty żelbetowej wylewanej na szalunku traconym w postaci blachy trapezowej, która z kolei oparta jest na kształtownikach stalowych. Taka konstrukcja stropu jest podatna na drgania i posiada wiele częstotliwości własnych znajdujących się w zakresie wymuszeń dynamicznych. Proponowana w pracy minimalizacja ciężaru polega na doborze grubości płyty żelbetowej z określonego zestawu grubości oraz doborze belek stalowych z katalogu profili walcowanych, całość przy spełnieniu nałożonych ograniczeń na naprężenia, przemieszczenia i przyspieszenia. Efektywność metody została zaprezentowana na przykładzie rzeczywistej konstrukcji inżynierskiej tego typu.

Słowa kluczowe: optymalizacja konstrukcji, dyskretna optymalizacja, drgania, stalowo-betonowe stropy zespolone

DOI:10.7862/rb.2014.25

Przesłano do redakcji: 24.04.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

¹ Bartłomiej Blachowski, Institute of Fundamental Technological Research, Pawinskiego 5b, 02-106 Warsaw, Poland, bblach@ippt.gov.pl

² Autor do korespondencji/corresponding author: Witold Gutkowski, Institute of Mechanised Construction and Rock Mining, Racjonalizacji 6/8, 02-673 Warsaw, Poland, wgutkow@ippt.gov.pl

Danuta BRYJA³
Ryszard HOŁUBOWSKI⁴

WPŁYW DUŻYCH PRĘDKOŚCI W ANALIZIE STOCHASTYCZNYCH DRGAŃ MOSTU KOLEJOWEGO Z LOSOWO ZMIENNĄ SZTYWNOŚCIĄ PODSYPKI

Przedmiotem pracy jest analiza drgań belkowego mostu kolejowego z nawierzchnią podsypkową, obciążonego przejazdami pociągu z dużymi prędkościami. W analizie uwzględniono losowe zmiany sztywności podsypki wzdłuż toru kolejowego. Przedstawiono dynamiczny model pociągu, składający się z pojazdów szynowych o 6 stopniach swobody i wyprowadzono równania drgań układu: dźwigar mostowy – nawierzchnia podsypkowa – pociąg. Stosując metodę Monte Carlo wyznaczono przebiegi czasowe wartości oczekiwanych i odchyłeń standardowych, do-tyczących przemieszczeń i przyspieszeń drgań. Przedstawiono wykresy ilustrujące zależność maksymalnych wartości badanych charakterystyk probabilistycznych od prędkości pociągów. Na podstawie analizy wyników obliczeń sformułowano wnioski dotyczące oceny wpływu dużych prędkości na: a) wartości oczekiwane ugięć i przyspieszeń toru i dźwigara, b) odchylenia standardowe jako miary rozrzutu drgań, spowodowanego losowymi zmianami sztywności podsypki.

Słowa kluczowe: mosty kolejowe, drgania losowe, symulacje Monte Carlo, charakterystyki probabilistyczne, analiza przemieszczeń, analiza przyspieszeń

HIGH SPEED EFFECTS IN STOCHASTIC VIBRATION ANALYSIS OF RAILWAY BRIDGE WITH RANDOMLY VARYING BALLAST STIFFNESS

Summary

The paper is devoted to vibration analysis of railway beam bridge with ballasted track under high-speed train passage. Along track random variations of the ballast stiffness are taken into account in the analysis. The dynamic model of the train, consisting of vehicles with 6 internal degrees of freedom each, is presented, and then, equations of motion of the bridge girder – ballasted track – train system are derived. Time histories of expected values and standard deviations are calculated with the use of Monte Carlo method, on the basis of numerical simulations performed for displacements and accelerations of bridge and track vibrations. Maximal values of these time-dependent probabilistic characteristics are shown on graphs in dependence on the train speed. Basing on an analysis of presented numerical results, the concluding remarks are formulated in order to estimate high speed effects on: a) expected values of bridge and track displacements and accelerations, b) standard deviations being a measure of vibration scattering due to random variations of the ballast stiffness.

Keywords: railway bridges, random vibrations, Monte Carlo simulations, probabilistic characteristics, displacement analysis, acceleration analysis

DOI:10.7862/rb.2014.26

Przesłano do redakcji: 16.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

³ Autor do korespondencji/corresponding author: Danuta Bryja, Instytut Inżynierii Lądowej, Politechnika Wrocławska, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, tel. (71) 320 2332, e-mail: danuta.bryja@pwr.edu.pl

⁴ Ryszard Hołubowski, Instytut Inżynierii Lądowej, Politechnika Wrocławska, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, tel. (71) 320 4899, e-mail: ryszard.holubowski@pwr.edu.pl

DRGANIA WŁASNE SŁUPÓW W KSZTAŁCIE ŚCIĘTEGO STOŻKA

Przedmiotem analizy jest pierwsza postać drgań własnych (giętnych) słupów o dolnym końcu utwierdzonym, a górnym swobodnym, z materiału jednorodnego i sprężystego. Badane słupy mają kształt ściętego stożka o różnych zbieżnościach ścianek bocznych, od stożka do walca. Metodą energetyczną określono pierwszą częstość drgań własnych, przyjmując różny kształt wychylenia osi podłużnej drgającego słupa, określonej funkcjami: cosinus, kwadratową, sześcienną i linią ugięcia statycznego osi słupa pod działaniem siły poziomej przyłożonej do jego wierzchołka. Otrzymane częstości (względnie okresy drgań) porównano z wynikami uzyskanymi metodą elementów skończonych (ANSYS) i z obliczeniami według tablicy Z-2-2 normy PN-77/B-02011. Dobra zgodność wyników występuje jedynie w zakresie małych zbieżności ścianek stożka. Stwierdzono dużą zgodność kształtu linii ugięcia osi podłużnej słupa wychylonej podczas drgań (określonego w programie ANSYS) z kształtem linii ugięcia statycznego słupa (belki wspornikowej) przy obciążeniu ciągłym o wartości stałej i liniowo zmiennej. Przyjęcie takich kształtów deformacji osi drgającego słupa do wyprowadzenia metodą Rayleigh'a wzorów na pierwszą częstość drgań własnych może więc prowadzić do lepszej dokładności wyników (zgodności z obliczeniami MES).

Słowa kluczowe: słup stalowy, linia ugięcia, pierwsza częstość drgań własnych

FREE VIBRATION OF TRUNCATED-CONE COLUMNS

Summary

The topic of this study is the form of deflection line in the first mode of natural transverse vibration of homogenous and elastic columns with clamped bottom and free head. The columns are shaped as truncated-cones with different inclination of lateral faces, from cylinder to cone. The first frequency of free vibration was determined by the energy method. The deflection line of a column axis during the vibration was assumed in forms of the cosine function, second-degree or third-degree function and bending line of a column axis by concentrated load acting on the free end. Resulting frequencies (or periods) were compared with these obtained using FEM (program ANSYS) and calculated according to the table Z-2-2 of the standard PN-77/B-02011. A good consistency of the deflection line of vibrated column determined using the program ANSYS with the form of a static bending line of cantilever beam by uniform load and by linear variable continuous load was observed. Assuming such forms of axis deformation during the vibration of columns in the derivation of formulas for the first natural frequency by Rayleigh's method can lead to a better accuracy of results (better accordance with the FEM).

Keywords: steel column, bending line, first natural frequency

DOI:10.7862/rb.2014.27

Przesłano do redakcji: 28.04.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

⁵ Autor do korespondencji/corresponding author: Jacek Jaworski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Budowlanej, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159, tel. (22) 5935109, e-mail: jacek_jaworski@sggw.pl

⁶ Olga Szlachetka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Budowlanej, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159, tel. (22) 5935110, e-mail: olga_szlachetka@sggw.pl

Marcin KAMIŃSKI⁷
Jacek SZAFRAN⁸

STOCHASTYCZNA ANALIZA DRGAŃ WYMUSZONYCH STALOWYCH WIEŻ TELEKOMUNIKACYJNYCH

Zasadniczym celem niniejszej pracy jest udokumentowanie analizy komputerowej drgań wymuszonych stalowych wież telekomunikacyjnych wywołanych porywami wiatru przy pomocy Stochastycznej Metody Elementów Skończonych. Metoda ta jest oparta o rozwinięcie wszystkich funkcji losowych w szereg Taylora ogólnego rzędu i wyznaczenie stochastycznej odpowiedzi konstrukcji na gaussowski wejściowy losowy parametr projektowy konstrukcji. Zagadnienie drgań wymuszonych jest rozwiązane numerycznie przy pomocy programu Metody Elementów Skończonych ROBOT Professional, natomiast funkcje odpowiedzi wyznaczono symbolicznie w środowisku algebry komputerowej MAPLE, gdzie zaimplementowano również algorytm wyznaczania charakterystyk losowych odpowiedzi konstrukcji. Deterministyczna postać funkcji odpowiedzi zostaje określona analitycznie z użyciem Metody Najmniejszych Kwadratów i ciągu rozwiązań MES wyznaczonych dla wejściowego parametru losowego zmieniającego wartość wokół swojej wartości oczekiwanej. Testowanym parametrem losowym jest średnia prędkość wiatru, którego ciśnieniem obciążamy modelowaną konstrukcję. Metodę zaproponowaną poniżej można z powodzeniem zastosować do obliczania wskaźnika niezawodności konstrukcji z parametrami losowymi poddanymi drganiom wymuszonym o zadanych deterministycznych widmach obciążeń.

Słowa kluczowe: Stochastyczna Metoda Elementów Skończonych, konstrukcje stalowe, wieże telekomunikacyjne

STOCHASTIC ANALYSIS OF THE FORCED VIBRATIONS OF STEEL TELECOMMUNICATION TOWERS

Summary

The main aim of this paper is a presentation of computational analysis of the forced vibration of the steel telecommunication tower resulting from the uncertain wind blows with the use of the Stochastic Finite Element Method. This approach is based upon the Taylor expansion with random coefficients of a general order for all input and output random functions and determination of the structural response related to some input Gaussian design parameter. The forced vibration problem is solved numerically by using the Finite Element Method system ROBOT Professional, while the response functions are determined symbolically in the environment of the program MAPLE, where all the probabilistic coefficients are additionally computed. Deterministic form of the response functions are derived analytically with the help of the Least Squares Method and the series of the FEM-based experiments provided for the several discrete values of the design parameter that fluctuates about its expected value. The basic random parameter considered here is mean velocity of the wind, whose pressure is applied on the tower skeleton. The method proposed in this elaboration may be successfully further applied for a determination of the reliability indices for various engineering structures exhibiting different random parameters and also with deterministic loading spectra.

Keywords: Stochastic Finite Element Method, steel structures, telecommunication towers

DOI:10.7862/rb.2014.28

Przesłano do redakcji: 26.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

⁷ Autor do korespondencji/corresponding author: Marcin Kamiński, Katedra Mechaniki Konstrukcji, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka, 90-924 Łódź, Al. Politechniki 6, tel. 669 001 636, e-mail: Marcin.Kaminski@p.lodz.pl

⁸ Jacek Szafran, Katedra Mechaniki Konstrukcji, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka, 90-924 Łódź, Al. Politechniki 6, tel. 669 001 636, e-mail: Jacek.Szafran@p.lodz.pl

Janusz KAWECKI⁹
Krzysztof KOZIÓŁ¹⁰
Krzysztof STYPUŁA¹¹

WERYFIKACJA MODELI DYNAMICZNYCH NA PODSTAWIE WYNIKÓW POMIARÓW „TŁA DYNAMICZNEGO”

Eksploatacja drogi projektowanej w pobliżu istniejących budynków nie powinna naruszać warunków ich dalszej bezpiecznej eksploatacji oraz wymagań odnośnie do zapewnienia niezbędnego komfortu wibracyjnego ludziom przebywającym w tych budynkach. Projektant konstrukcji drogi powinien na podstawie odpowiednich analiz dynamicznych wykazać, iż podane wymagania będą spełnione podczas eksploatacji drogi. Rozpatrywane zagadnienia należą do zadań diagnozy z prognozą (por. [3]). Obliczenia sprawdzające wpływ prognozowanego oddziaływania parasejsmicznego na budynek i ludzi w budynku przeprowadza się na modelu budynku. Ukształtowany model obliczeniowy budynku (przeważnie z zastosowaniem MES) powinno się zweryfikować. Można to zrobić korzystając z wyników pomiarów tzw. tła dynamicznego (por. [5]). W pracy opisano procedurę weryfikacji modelu dynamicznego budynku oraz podano przykłady jej zastosowania przy weryfikowaniu modelu stosowanego w ocenie wpływu prognozowanych drgań na konstrukcję budynku, na ludzi w budynku oraz na inne obiekty infrastruktury.

Słowa kluczowe: drgania parasejsmiczne, model dynamiczny budynku, weryfikacja modelu, badania tła dynamicznego

VERIFICATION OF DYNAMIC MODELS BASED ON THE RESULTS OF THE "DYNAMIC BACKGROUND" MEASUREMENTS

Summary

The operation of the road projected near the existing buildings should not affect the conditions of their further safe operation and requirements to ensure the necessary vibration comfort of the people in these buildings. Road designer should demonstrate based on the respective analyses of dynamic that the requirements will be fulfilled during operation. Considered issues are among the tasks of the diagnosis with the forecast. (see [3]). Calculations of the influence of the forecasted paraseismic impact on the building and the people inside are carried out using the building model. Prepared calculation model of the building (mostly using FEM) can be verified by using the results of these dynamic background measurements (see [5]). This paper describes a procedure for the verification of the dynamic model of the building and gives examples of its use for the verification of the model used in the assessment of the expected impact of vibration on the structure of the building, on the people in the building and on the other infrastructure facilities.

Keywords: paraseismic vibration, dynamic building model, dynamic model verification, research of a dynamic background

DOI:10.7862/rb.2014.29

Przesłano do redakcji: 05.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

⁹ Autor do korespondencji/corresponding author: Janusz Kawecki, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel. (12) 628 2388, e-mail: jkawec@pk.edu.pl

¹⁰ Krzysztof Koziół, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel. (12) 628 2391, e-mail: koziol_k@poczta.fm

¹¹ Krzysztof Stypuła, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel. (12) 628 2340, e-mail: kstypula@pk.edu.pl

Krystyna KUŹNIAR¹²
Edward MACIĄG¹³
Tadeusz TATARA¹⁴

UNORMOWANE SPEKTRA ODPOWIEDZI OD DRGAŃ POWIERZCHNIOWYCH WZBUDZANYCH WSTRZĄSAMI GÓRNICZYMI

Praca dotyczy jednego ze sposobów opisu informacji o wymuszeniu kinematycznym – za pomocą spektrów odpowiedzi. Przedstawiono w niej propozycję opracowanego wzorcowego (standardowego) przyspieszeniowego spektrum odpowiedzi dla najbardziej aktywnego sejsmicznie obszaru górniczego w Polsce – Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM). Tego typu spektrum może być wykorzystane w analizach dynamicznych. Spektrum to wyznaczono na podstawie przebiegów drgań gruntu rejestrowanych za pomocą aparatury czuwającej w okresie kilku lat na trzech stanowiskach pomiarowych. W obliczeniach pod uwagę wzięto tylko wyselekcjonowane przebiegi drgań z amplitudami nie mniejszymi od 10cm/s², łącznie kilkaset przebiegów drgań. Zestawienie uśrednionych bezwymiarowych przyspieszeniowych spektrów odpowiedzi sporządzonych dla każdego ze stanowisk osobno, pozwoliło na wskazanie wpływu warunków gruntowych na po-stać otrzymywanego spektrum. Dokonano porównania zaproponowanego wzorcowego spektrum z odpowiednim spektrum zamieszczonym w literaturze, wykazując i analizując występujące różnice. Dodatkowo porównano krzywą wzorcową spektrum uzyskaną na podstawie drgań gruntu z zaproponowaną krzywą wzorcową spektrum od jednocześnie rejestrowanych drgań fundamentów budynków (trzech typów: niskiego, średniej wysokości i wysokiego), posadowionych obok ww. stacji pomiarowych na gruncie. Krzywe te istotnie się różnią i dowodzą silnego tłumienia drgań z wyższymi częstotliwościami przez budynki.

Słowa kluczowe: wzorcowe spektrum odpowiedzi, wstrząsy górnicze, przebiegi drgań, badania doświadczalne

NORMALIZED RESPONSE SPECTRA FROM SURFACE VIBRATIONS INDUCED BY MINING TREMORS

Summary

The paper deals with one of the methods of kinematic loads describing - using the re-sponse spectra. It also presents the proposition of the drawn up standard acceleration re-sponse spectrum for the most seismically active mining area in Poland – Legnica-Glogow Coppefield (LGOM). This type of spectrum can be applied for approximate dynamic analyzes. This spectrum was determined on the basis of ground vibrations recorded over several years at three measuring stations. Only the selected vibrations with amplitudes not less than 10cm/s² were taken into account in the calculations, hundreds in total. The statement of the average dimensionless acceleration response spectra prepared for each of the station separately, enables to determine the effect of soil conditions on the form of the resulting spectrum. A comparison of the proposed standard spectrum with corresponding spectra given in the literature was performed, showing and analyzing the differences. In addition, the proposed standard response spectrum prepared on the basis of ground vibrations was compared with the spectrum from foundation vibrations (for three types of buildings: low, medium-height, high). These curves are markedly different and show a strong damping of higher frequencies by buildings.

Keywords: standard response spectrum, mining tremors, records of vibrations, experimental tests

DOI:10.7862/rb.2014.30

Przesłano do redakcji: 30.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

¹² Autor do korespondencji/corresponding author: Krystyna Kuźniar, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, 30-084 Kraków, ul. Podchorążych 2, tel. +48 12 662 6339, e-mail: kkuzniar@up.krakow.pl

¹³ Edward Maciąg, Wydział Inżynierii Łądowej Politechniki Krakowskiej, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, tel. +48 12 628 23 33, e-mail: maciag@limba.wil.pk.edu.pl

¹⁴ Tadeusz Tataro, Wydział Inżynierii Łądowej Politechniki Krakowskiej, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, tel. +48 12 628 23 48, e-mail: ttatara@pk.edu.pl

Roman LEWANDOWSKI¹⁵
Mieczysław SŁOWIK¹⁶

MODELOWANIE MECHANICZNEGO ZACHOWANIA CIECZY UŻYwanej W TŁUMIKACH DRGAŃ

W pracy rozważa się możliwość zastosowania tzw. ułamkowych modeli reologicznych do opisu dynamicznego zachowania cieczy o bardzo dużej lepkości. Ciecz ta jest często stosowana w pasywnych tłumikach drgań. Bierze się pod uwagę ułamkowe modele reologiczne o trzech i czterech parametrach. Posłużono się rezultatami własnych badań w procedurze identyfikacji parametrów modeli. Dyskutuje się wpływ temperatury cieczy i wpływ amplitudy drgań na wartości parametrów modeli. Wykazano, że ułamkowy, trójparametrowy model Maxwella umożliwia wystarczająco dokładny opis dynamicznego zachowania rozpatrywanej cieczy.

Słowa kluczowe: ciecz lepkosprężysta, badania eksperymentalne, ułamkowe modele reologiczne, identyfikacja parametrów

MODELLING OF MECHANICAL BEHAVIOUR OF FLUID USED IN DAMPERS

S u m m a r y

In the paper the possibility of using the fractional rheological models to description of dynamic behavior of fluid of high viscosity is discussed. The considered high viscosity fluid is often used in the passive dampers. The fractional rheological models with three and fourth parameters are taken into account. The experimental data taken from our own experiments are used in the identification procedure. The influence of temperature of fluid and the influence of amplitude of vibration on values of model parameters are also presented and discussed. It was found that the fractional Maxwell model with three parameters is able to sufficiently well describe the dynamic behavior of considered fluid.

Keywords: viscoelastic fluid, experimental study, fractional rheological models, parameters identification

DOI:10.7862/rb.2014.31

Przesłano do redakcji: 27.03.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

¹⁵ Autor do korespondencji/corresponding author: Roman Lewandowski, Politechnika Poznańska, Instytut Konstrukcji Budowlanych, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 5, tel. (61) 665 2472, e-mail: roman.lewandowski@put.poznan.pl

¹⁶ Mieczysław Słowik, Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Lądowej, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 5, tel. (61) 665 2487, e-mail: mieczyslaw.slowik@put.poznan.pl

Bogusław ŁADECKI¹⁷
Sławomir BADURA¹⁸

ANALIZA DYNAMICZNA MOSTU PRZEŁADUNKOWEGO O KONSTRUKCJI POWŁOKOWEJ

Suwnice bramowe o konstrukcji powłokowej stosowane są w polskim przemyśle hutniczym znacznie rzadziej od suwnic kratowych lub blachownicowych. Mosty przeładunkowe o konstrukcji powłokowej, charakteryzują się podwyższoną podatnością na drgania mechaniczne, co skutkuje ich większą wrażliwością na powstawanie pęknięć zmęczeniowych. W pracy wykonano pomiary tensometryczne odkształceń mostu powłokowego, dla którego prowadzone cyklicznie badania nieniszczące ujawniały występowanie licznych pęknięć zmęczeniowych głównie w obszarze belek podszynowych. Wykonywane okresowo naprawy i wzmocnienia konstrukcji mostu nie wyeliminowały problemu powstawania kolejnych pęknięć zmęczeniowych. Wykonana analiza dynamiczna pracy mostu, w połączeniu z przeprowadzonymi obliczeniami MES wykazała przekroczenie dopuszczalnych wartości naprężeń ze względu na zjawisko zmęczenia materiału. Uzyskane wyniki analiz dynamicznych stanowią podstawę do wykonania dokładniejszych analiz trwałości zmęczeniowej najbardziej wyczerpanych obszarów mostu.

Słowa kluczowe: pomiary tensometryczne, stan naprężeń, suwnice bramowe, MES, badania nieniszczące

DYNAMIC ANALYSIS OF CHARGING BRIDGE OF A SHELL STRUCTURE

S u m m a r y

Gantry cranes with shell construction are used in Polish steel industry much less than truss bridges. Charging bridge of a shell structure characterized by increased susceptibility to mechanical vibration, resulting in their greater sensitivity to fatigue cracking. In this paper shows strain (stress) measurements charging bridge for which periodically carried out non-destructive testing, which revealed the presence of numerous fatigue cracks mainly in the area of a beam pad. Periodically carried out repairs and strengthening of bridges have not eliminated the problem of the emergence of more fatigue cracks. Made dynamic analysis Charging bridge in conjunction with the carried out calculations FEM has exceeded the limit values for stress due to the effect material fatigue. The results of dynamic analysis can serve as the basis for to perform more accurate analysis of the fatigue life the most efforts areas of the bridge.

Keywords: metal structures, state of stress, FEM, strain measurements, NDT examination

DOI:10.7862/rb.2014.32

Przesłano do redakcji: 29.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

¹⁷ Autor do korespondencji/corresponding author: Bogusław Ładecki, AGH University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: boglad@uci.agh.edu.pl

¹⁸ Sławomir Badura, AGH University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: sbadura@agh.edu.pl

Waldemar ŁATAS¹⁹

OPTIMAL TUNING OF THE TUNABLE TRANSLATIONAL-ROTATIONAL DYNAMIC ABSORBERS IN GLOBAL VIBRATION CONTROL PROBLEMS IN BEAMS

The paper deals with vibration of the beam subjected to the concentrated and distributed harmonic forces, with the translational-rotational dynamic vibration absorbers attached. The linear Euler-Bernoulli beam model is assumed, the solution of the equation of motion is found with the use of Fourier method. The time-Laplace transformation allows to obtain the displacement amplitude in the frequency domain. Numerical examples present a problem of minimization of the kinetic energy of the whole or the part of the beam by optimal tuning the translational-rotational dynamic vibration absorber. The results of calculation confirm the effectiveness of using the translational-rotational dynamic absorbers in beams. In the examples studied the optimal tuning strategies minimizing the kinetic energy are determined.

Keywords: dynamic vibration absorber, beam vibration, vibration reduction, tuning, de-tuning

OPTYMALNE STROJENIE TRANSLACYJNO-ROTACYJNEGO TŁUMIKA DYNAMICZNEGO W GLOBALNYCH ZAGADNIENIACH REDUKCJI DRGAŃ W BELKACH

Streszczenie

Praca dotyczy drgań belki poddanej działaniu skupionych i rozłożonych sił harmonicznyc, z dołączonymi translacyjno-rotacyjnymi tłumikami dynamicznymi. W obliczeniach przyjęto liniowy model belki Eulera-Bernoulliego, równanie ruchu rozwiązano przy użyciu metody Fouriera. Zastosowanie czasowej transformacji Laplace'a pozwala na wyznaczenie amplitudy drgań w funkcji częstości. Przykłady obliczeń numerycznych dotyczą zagadnień minimalizacji energii kinetycznej całej belki lub jej części poprzez odpowiednie dostrojenie translacyjno-rotacyjnego tłumika drgań. Wyniki obliczeń numerycznych potwierdzają skuteczność stosowania translacyjno-rotacyjnych tłumików dynamicznych w belkach. W badanych przykładach wyznaczono optymalną strategię dostrajania tłumików minimalizującą energię kinetyczną.

Słowa kluczowe: dynamiczny tłumik drgań, drgania belki, tłumienie drgań, strojenie

DOI:10.7862/rb.2014.33

Przesłano do redakcji: 30.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

¹⁹ Autor do korespondencji/corresponding author: Waldemar Łatas, Cracow University of Technology, Institute of Applied Mechanics, 31-864 Cracow, Al. Jana Pawła II 37, Poland, tel. +48 12 6283746, e-mail: latas@mech.pk.edu.pl

Katarzyna MISIUREK²⁰

Paweł ŚNIADY²¹

STOCHASTYCZNE DRGANIA BELKI SANDWICZOWEJ WYWOŁANE OBCIĄŻENIEM RUCHOMYM. ANALIZA KORELACYJNA.

W pracy rozpatrywane są stochastyczne drgania belki sandwiczowej swobodnie podpartej wywołane stochastyczną siłą poruszającą się ze stałą prędkością. Korzystając z podstawowych technik analitycznych przeprowadzono analizę korelacyjną dla stochastycznych drgań belki. Przedstawiono dla wariacji rozwiązanie częściowo w formie zamkniętej. Rezultatem pracy jest zaprezentowanie wpływu prędkości z jaką porusza się siła na losową charakterystykę drgań, m.in. wariacji przemieszczeń pionowych i obrotu belki sandwiczowej. Wyprowadzono również zależność na dynamiczny współczynnik dla obciążeń stochastycznych.

Słowa kluczowe: belka sandwiczowa, stochastyczne drgania, obciążenie ruchome, losowy współczynnik dynamiczny

STOCHASTIC VIBRATIONS OF SANDWICH BEAM TRAVERSED BY RANDOM MOVING LOAD

Streszczenie

Praca dotyczy drgań belki poddanej działaniu skupionych i rozłożonych sił harmonicznym, z dołączonymi translacyjno-rotacyjnymi tłumikami dynamicznymi. W obliczeniach przyjęto liniowy model belki Eulera-Bernoulliego, równanie ruchu rozwiązano przy użyciu metody Fouriera. Zastosowanie czasowej transformacji Laplace'a pozwala na wyznaczenie amplitudy drgań w funkcji częstości. Przykłady obliczeń numerycznych dotyczą zagadnień minimalizacji energii kinetycznej całej belki lub jej części poprzez odpowiednie dostrojenie translacyjno-rotacyjnego tłumika drgań. Wyniki obliczeń numerycznych potwierdzają skuteczność stosowania translacyjno-rotacyjnych tłumików dynamicznych w belkach. W badanych przykładach wyznaczono optymalną strategię dostrajania tłumików minimalizującą energię kinetyczną.

Słowa kluczowe: dynamiczny tłumik drgań, drgania belki, tłumienie drgań, strojenie

DOI:10.7862/rb.2014.34

Przesłano do redakcji: 16.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

²⁰ Autor do korespondencji/corresponding author: Katarzyna Misiurek, Instytut Inżynierii Lądowej, Politechnika Wroclawska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, tel. +48 728 347 386, e-mail: katarzyna.misiurek@pwr.wroc.pl

²¹ Paweł Śniady, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, tel. 71 320 5506, e-mail: pawel.sniady@wp.pl

VIBRATION ANALYSIS OF A THIN RING INTERACTING WITH THE ANNULAR PLATE TREATED AS AN ELASTIC FOUNDATION

In this paper the free in-plane flexural vibration of a thin ring with elastic foundation of a Winkler type is analysed on the basis of the analytical and numerical methods. Mathematical model of the three-parameter elastic foundation is proposed. The separation of variables method is used to obtain the general solution of the considered system free vibration. Then the eigenvalue problem is solved by using the finite element method. Natural frequencies and normal modes of the system vibration are determined. The achieved results of calculation are discussed and verified by experimental data. FE model is formulated by using ANSYS software. It is important to note that the problems discussed in the paper bring practical advice for engineers dealing with dynamics of circular ring systems like aviation gears and railway wheels, respectively.

Keywords: in-plane flexural vibration, ring with foundation, three-parameter elastic foundation, circular systems

ANALIZA DRGAŃ CIENKIEGO PIERŚCIENIA WSPÓŁPRACUJĄCEGO Z PŁYTĄ PIERŚCIENIOWĄ, TRAKTOWANĄ JAKO PODŁOŻE SPRĘŻYSTE

Streszczenie

W pracy analizowane są drgania giętne w płaszczyźnie cienkiego pierścienia współpracującego z podłożem sprężystym typu Winklera, w oparciu o metody analityczne i numeryczne. Zaproponowano trzyparametryczny model matematyczny podłoża sprężystego. Zagadnienie drgań własnych układu rozwiązano metodą rozdzielenia zmiennych. Następnie wykorzystując metodę elementów skończonych, rozwiązano zagadnienie własne omawianego układu. Otrzymane rozwiązania zweryfikowano badaniami doświadczalnymi. Wymagane modele MES opracowano w środowisku obliczeniowym ANSYS. Warto podkreślić, że omawiane w pracy zagadnienia mogą być pomocne inżynierom, zajmującym się obliczeniami dynamiki układów kołowych (kół zębatych, kół kolejowych).

Słowa kluczowe: drgania giętne w płaszczyźnie, pierścien z podłożem sprężystym, trzyparametryczne podłoże sprężyste, układy kołowe

DOI:10.7862/rb.2014.35

Przesłano do redakcji: 13.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

²² Autor do korespondencji/corresponding author: Stanisław Noga, Rzeszów University of Technology, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel.: 178651639, e-mail: noga@prz.edu.pl

WPŁYW BRAMY WJAZDOWEJ NA SKUTECZNOŚĆ EKRANU AKUSTYCZNEGO

Jednym z największych problemów ochrony przed hałasem, którego źródłami są pojazdy samochodowe jest prawidłowe zaprojektowanie ekranów akustycznych, ich wysokości, długości oraz zapewnienie możliwości wjazdu na posesję tak by nie obniżał on skuteczności projektowanego ekranu. W niniejszym artykule przedstawiono doświadczalną i obliczeniową ocenę skuteczności ekranu akustycznego z bramą wjazdową oraz wpływ bramy na skuteczność ekranu. Głównym zadaniem badanego ekranu, jest zapewnienie komfortu akustycznego mieszkańcom chronionego obiektu. W celu wyznaczenia skuteczności ekranu in-situ, zastosowano metodę pośrednią zgodnie z [2]. Wyniki z badań terenowych porównano z trzema metodami analitycznymi. W metodach analitycznych uwzględniono temperaturę powietrza, a na jej podstawie prędkość i długość fali dźwiękowej w określonych częstotliwościach. Wykazano stosunkowo niewielką skuteczność wynikającą przede wszystkim z niedostatecznej długości i wysokości ekranu. Wpływ bramy wjazdowej na skuteczność ekranu jest znikomy i waha się od 0.37 do 0.62 dB. Niewielki wpływ bramy wjazdowej na poprawę klimatu akustycznego w obszarze chronionych wynika z prześwietu pod bramą, mniejszej wysokości bramy (ok. 30 cm) od wysokości ekranu oraz prześwietów pomiędzy bramą a ekranami, widocznych dopiero po jej zasunięciu.

Słowa kluczowe: ekran akustyczny, hałas komunikacyjny, skuteczność ekranów, brama wjazdowa

INFLUENCE OF ENTRY GATE ON EFFICIENCY OF AN ACOUSTIC SCREEN

Summary

One of the biggest problems of traffic noise protection is the proper design of noise barriers, their location, length, height and entry gate in such a way so as not lowered efficiency of acoustic screen. An experimental and analytical efficiency method of traffic noise protection against traffic noise and influence entry gate, have been presented in this paper. Primary objective this screen is assurance property acoustic climate for people who have lived in protected home. The efficiency of this screen has been evaluated by an indirect method. In this case research survey on site has been made. The calculations have been made with the use of three methods. The results of measurements and calculations have been compared. The temperature has been used to calculated speed and length sound wave in analytical method. A low efficiency acoustic screen has been demonstrated, whereas its low efficiency mainly resulted from the low height and length of acoustic screen. The entry gate has had low influence on efficiency of acoustic screen and it is up 0.37 to 0.62 dB. Insignificant influence has resulted from a slot under the gate, lower height than the height screen and slots between gate and the screens. We can see this slots after closed the gate.

Keywords: acoustic screen, traffic noise, efficiency of an acoustic screen, entry gate

DOI:10.7862/rb.2014.36

Przesłano do redakcji: 27.08.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

²³ Autor do korespondencji/corresponding author: Karol Pereta, Politechnika Rzeszowska, ul. Poznańska 2, 35-084 Rzeszów, tel. +48 17 8651618, e-mail: kpereta@prz.edu.pl

Dariusz SZYBICKI²⁴
Krzysztof KURC²⁵
Magdalena MUSZYŃSKA²⁶
Mirosław SOBASZEK²⁷

DYNAMIKA GAŚIENICOWEGO ROBOTA INSPEKCYJNEGO

W artykule opisano sposób modelowania dynamiki gaśienicowego robota inspekcyjnego. Robot został zbudowany w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki i jest przeznaczony do inspekcji rur, kanałów wentylacyjnych „suchych” jak i zalanych wodą. Robot zbudowany jest modułowo, ma dwie niezależne, wodoszczelne gaśienice. Moduł główny robota stanowi korpus zbudowany ze stopu aluminium. W korpusie znajduje się elektronika sterująca, kamera oraz systemy łączności. Dynamika robota została opisana przy pomocy równań Lagrange’a II rodzaju dla układu nieholonomicznego. W celu wyeliminowania mnożników Lagrange’a z równań ruchu posłużono się formalizmem Maggiiego. Przeprowadzając analizę dynamiki wzięto pod uwagę takie czynniki jak: poślizg gaśienicy zależny od odkształceń szponów oraz podłoża, siłę oporu hydrodynamicznego, siłę wyporu oraz siłę oporu hydrodynamicznego. Prototyp robota przeszedł pozytywne testy w Miejskim Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji w Krakowie.

Słowa kluczowe: robot gaśienicowy, dynamika, równania Lagrange’a, robot inspekcyjny

DYNAMICS OF INSPECTION ROBOT WITH CRAWLER DRIVE

Summary

In this article authors present the problem connected with the dynamics modeling mobile robot with crawler drive. This robot has been designed to enable monitoring and analysis of the technical state of pipes and water tanks. On the crawler module track drive different types of variables interact over time. Description of crawler motion in real conditions, with the uneven ground with variable parameters, it is very complicated and therefore it is necessary to use simplified models. The description of the robot's dynamic based on the energetic method based on Lagrange equation. In order to avoid modeling problems connected with decoupling Lagrange multipliers Maggi equation are used.

Keywords: inspection robot, dynamics, underwater robot, robot with crawler drive, Lagrange equation

DOI:10.7862/rb.2014.37

Przesłano do redakcji: 07.07.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

²⁴ Autor do korespondencji/corresponding author: Dariusz Szybicki, Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, e-mail: dszybicki@prz.edu.pl

²⁵ Krzysztof Kurc, Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, e-mail: kkurc@prz.edu.pl

²⁶ Magdalena Muszyńska, Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, e-mail: magdaw@prz.edu.pl

²⁷ Mirosław Sobaszek, Katedra Podstaw Elektroniki, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, e-mail: somirek@prz.edu.pl

Dariusz SZYBICKI²⁸
Łukasz RYKAŁA²⁹
Magdalena MUSZYŃSKA³⁰

WYRÓWNOWAŻANIE MAS W RUCHU OBROTOWYM

Problem poruszany w artykule dotyczy zjawiska wyrównoważania (wyważania) mas w ruchu obrotowym. W celu rozwiązania danego zagadnienia opracowano algorytm dotyczący problemu wyważania przy pomocy mas próbnych. Ponadto dokonano prezentacji autorskiego projektu urządzenia i omówiono procedury wyważania na omawianym stanowisku. Zaprezentowano również wyniki badań symulacyjnych oraz weryfikacyjnych przeprowadzonych na zbudowanym urządzeniu.

Słowa kluczowe: wyważanie, drgania, elementy wirujące, stanowisko do wyważania

DESCRIPTION PHENOMENON OF BALANCING MASSES IN ANGULAR RATE

S u m m a r y

In the article description of the phenomenon of balancing masses in angular rate. In order to solve the problem of balancing test masses, the algorithm was elaborated. In addition created stand was presented and procedures for balancing in the discussed stand were described. The paper presents also the results of simulation and experiments performed on the created device.

Keywords: balancing, vibration, rotating components, balancing stand

DOI:10.7862/rb.2014.38

Przesłano do redakcji: 10.07.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

²⁸ Autor do korespondencji/corresponding author: Dariusz Szybicki, Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, tel. (17) 865 1843, e-mail: dszybicki@prz.edu.pl

²⁹ Łukasz Rykała, Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, tel. (17) 865 1843, e-mail: lrykala@prz.edu.pl

³⁰ Magdalena Muszyńska, Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, tel. (17) 865 1843, e-mail: magdaw@prz.edu.pl

Józef SZYBIŃSKI³¹
Piotr RUTA³²

ANALIZA DRGAŃ SWOBODNYCH NIEPRYZMATYCZNEGO PRĘTA CIENKOŚCIENNEGO

Przedmiotem rozważań w niniejszej pracy jest zagadnienie własne niepryzmatycznego pręta cienkościennego opisanego według teorii Własowa. Przestrzenne drgania pręta opisane są czterema, w ogólnym przypadku sprzężonymi, równaniami o zmiennych współczynnikach. Równania te zostały rozwiązane z wykorzystaniem szeregów Czebyszewa. Zastosowana metoda bazuje na twierdzeniu dotyczącym rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych, przedstawionym w monografii Paszkowskiego, *Zastosowanie numeryczne wielomianów i szeregów Czebyszewa*, PWN, Warszawa, 1975. Uzyskane w wyniku zastosowania opisanego twierdzenia związki rekurencyjne pozwalają na wyznaczenie współczynników rozwinięć, w szeregi Czebyszewa, poszukiwanych funkcji przemieszczeń i obrotu. W przypadku drgań swobodnych związki te mają postać nieskończonego układu równań algebraicznych. Przedstawione rozważania dotyczą układu o dowolnie zmiennych parametrach geometrycznych i materiałowych. Uzyskane końcowe wzory pozwalają na rozwiązanie zagadnienia własnego dowolnego pręta. Wystarczy tylko w nieskończonym układzie równań podstawić współczynniki rozwinięć parametrów aktualnie analizowanego układu. W celu weryfikacji uzyskanych wyników porównano otrzymane częstości i formy własne z wynikami otrzymanymi z wykorzystaniem MES. Do analizy MES wykorzystano program komputerowy Sofistik. Układ podzielono na 100 pryzmatycznych belkowych elementów skończonych o siedmiu stopniach swobody. Otrzymane rezultaty w zakresie częstości własnych dały dobrą zgodność wyników otrzymanych z wykorzystaniem przedstawionej w pracy metody, a wynikami uzyskanymi z wykorzystaniem MES. Gorszą zgodność otrzymano w zakresie form własnych, niewątpliwie wpływ na to miał istotnie różny sposób modelowania analizowanych układów.

Słowa kluczowe: teoria Własowa, częstości i formy własne, szeregi Czebyszewa, związki rekurencyjne, rozwiązania analityczne

ANALYSIS OF THE FREE VIBRATION OF A THIN-WALLED NONPRISMATIC BEAM

Summary

This paper deals with the eigenvalue problem of a thin-walled nonprismatic beam described in accordance with the Vlasov theory. The spatial vibration of the beam is described by four compressed (in the general case) equations with variable coefficients. The equations have been solved using the Chebyshev series. The method used is based on the theorem concerning the solution of ordinary differential equations, presented in Paszkowski's monograph: *Numerical application of Chebyshev polynomials and series* (in Polish), PWN, Warsaw, 1975. The recurrence relations obtained by solving the above theorem make it possible to determine the coefficients of the expansions of the sought displacement and rotation functions into Chebyshev series. In the case of free vibrations, the relations have the form of an infinite system of algebraic equations. The considerations apply to a system with arbitrarily variable geometrical and material parameters. The derived formulas make it possible to solve the eigenvalue problem of any beam. It is enough to substitute the expansion coefficients of the parameters of the currently analyzed system into the infinite system of equations. In order to verify the results the calculated eigenfrequencies and forms were compared with the ones obtained using FEM. The Sofistik software was used for the FE analysis. The system was divided into 100 finite prismatic beam elements with seven degrees of freedom. As regards eigenfrequencies, the results obtained using the proposed method were found to be in good agreement with the ones yielded by FEM. The agreement for the eigenforms was worse, which was undoubtedly due to the significantly different ways of solving the considered systems.

Keywords: Vlasov theory, eigenfrequencies and forms, Chebyshev series, recurrence relations, analytical solutions

DOI:10.7862/rb.2014.39

Przesłano do redakcji: 16.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

³¹ Józef Szybiński, Politechnika Wroclawska, Instytut Inżynierii Lądowej, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, e-mail: jozef.szybinski@pwr.edu.pl

³² Autor do korespondencji/corresponding author: Piotr Ruta, Politechnika Wroclawska Instytut Inżynierii Lądowej, 50-370 Wrocław Wyb. Wyspiańskiego 27, e-mail: piotr.ruta@pwr.edu.pl

Paweł ŚNIADY³³
Filip ZAKĘŚ³⁴

DRGANIA WIELOPRZĘSŁOWYCH CIĄGLYCH BELEK PRYZMATYCZNYCH WYWOŁANE SIŁĄ RUCHOMĄ

Praca przedstawia rozwiązanie zagadnienia drgań wieloprzęsłowych ciągłych belek pryzmatycznych wywołanych skupioną siłą poruszającą się ze stałą prędkością. Wykorzystując znane rozwiązania dla belki swobodnie podpartej obciążonej siłą ruchomą oraz zmienną w czasie siłą skupioną w punkcie wyznaczono równanie drgań belki wieloprzęsłowej analogicznie do statycznej metody sił, zastępując algebraiczny układ równań zgodności przemieszczeń układem równań całkowych Volterra, podając również procedurę numeryczną ułatwiającą ich rozwiązanie. W pracy zamieszczono przykład obliczeniowy belki trójprzęsłowej.

Słowa kluczowe: teoria Własowa, częstości i formy własne, szeregi Czebyszewa, związki rekurencyjne, rozwiązania analityczne

VIBRATIONS OF MULTI-SPAN CONTINUOUS BEAMS UNDER MOVING FORCE

Summary

In this paper authors consider damped and undamped vibrations of multi-span continuous beams, uniform in every span, subjected to a moving constant force. Presented solution is analogical to the static force method, with simply supported beam applied as a primary structure. Instead of set of algebraic force method equations a set of Volterra integral equations is given. A numerical example of three-span beam is presented.

Keywords: multi-span beam, moving force, Volterra integral equation

DOI:10.7862/rb.2014.40

Przesłano do redakcji: 28.04.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

³³ Autor do korespondencji/corresponding author: Paweł Śniady, Wydział Inżynierii środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, tel. 71 320 55 06, e-mail: pawel.sniady@wp.pl

³⁴ Filip Zakęś, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, tel. 71 320 55 06, e-mail: filip.zakes@up.wroc.pl

Marcin TEKIELI³⁵
Łukasz MICHALSKI³⁶

BADANIA DYNAMICZNE OBIEKTÓW MOSTOWYCH NIEPODLEGAJĄCYCH OBCIĄŻENIOM PRÓBNYM W KONTEKŚCIE MONITORINGU STANU KONSTRUKCJI

W artykule przeanalizowano zasadność przeprowadzania badań obiektów mostowych, które zgodnie z obowiązującym prawem nie podlegają procedurze próbnych obciążeń dopuszczających obiekt do eksploatacji (długość przęsła nie przekracza 20m)[3]. Analiza polegała na porównaniu wyników badań statycznych i dynamicznych dla dwóch obiektów mostowych. Wyniki uzyskane w trakcie badań polowych porównano również z wynikami otrzymanymi z wykorzystaniem modeli numerycznych konstrukcji. Wskazano istotne rozbieżności dla rzeczywistych i otrzymanych z modelu wyników dla jednego z obiektów. Przedstawiono możliwe przyczyny pojawienia się rozbieżności i zaproponowano wykorzystanie badań dynamicznych jako elementu systemu do oceny i monitoringu stanu mostowego.

Słowa kluczowe: dynamika konstrukcji, obiekty mostowe, symulacja, obciążenia próbne, monitoring stanu konstrukcji (SHM), wykrywanie uszkodzeń konstrukcji

DYNAMIC LOAD TESTS OF SHORT BRIDGE STRUCTURES AS A PART OF STRUCTURAL HEALTH MONITORING SYSTEM

Summary

In Poland, in accordance with the law, it is not necessary to make load test for short bridge structures (if the span length is less than 20 meters). The analysis was based on a comparison of the results of static and dynamic tests for the two short bridge structures. The results obtained during the field trials was also compared with the results obtained from numerical models of both structures. Significant differences between these two type of results for one of the tested structure were identified. Possible causes of mentioned discrepancies were presented and the use of dynamic tests as an element of a system for bridge structure health monitoring was proposed.

Keywords: dynamics of structures, bridge structures, simulation, load test, structural health monitoring (SHM), structural failures detection

DOI:10.7862/rb.2014.41

Przesłano do redakcji: 08.06.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

³⁵ Autor do korespondencji/corresponding author: Marcin Tekieli, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Instytut Technologii Informatycznych w Inżynierii Lądowej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel. (12) 628 29 24, e-mail: mtekieli@15.pk.edu.pl

³⁶ Łukasz Michalski, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: lukaszmi-chalsk@o2.pl

OCENA WPLYWU OBCIĄŻEŃ EKSPLOATACYJNYCH NA STAN NAPRĘŻENIA W ELEMENTACH NOŚNYCH KONSTRUKCJI BASZTOWEJ WIEŻY SZYBOWEJ W ŚWIETLE PRZEPROWADZONYCH EKSPERYMENTÓW

Wykorzystanie do analizy wytrzymałościowej konstrukcji wieży szybowej metody stanów granicznych wymagało określenie wielkości obliczeniowych tak obciążeń jak i wytrzymałości. Do określenia obliczeniowych wartości obciążenia, niezbędnym było wyznaczenie charakterystycznych wartości obciążeń elementów konstrukcyjnych wieży szybowej [1, 3, 4]. W celu potwierdzenia poprawności przeprowadzonych – w tym zakresie obliczeń – w oparciu o uzyskane rezultaty przeprowadzono numeryczną analizę naprężeń i odkształceń. Wyniki tych analiz zostały zweryfikowane pomiarami naprężeń (odkształceń) w najbardziej wyciężonych obszarach konstrukcji, wytypowanych na podstawie mapy naprężeń stanowiącej wynik analizy numerycznej, co stanowi treść opracowania. Tensometryczne pomiary stanu odkształcenia (naprężenia) wykonano na belkach kondygnacji poziomym +65,00 m), na których posadowione są maszyny wyciągowe (łożyska wału napędowego, mocowania stojanów silników elektrycznych) co schematycznie pokazano na rys. 2. Przeprowadzono ponadto analizę wytrzymałościową (numeryczną), którą ograniczono do obszarów elementów nośnych kondygnacji (poziom +65,00) wieży szybowej, w której mierzono odkształcenia (naprężenia) oraz obciążeń, które wywołały maksymalne wartości zmienionych wartości naprężeń [4]. Wyniki dodatkowo wykonanej (numerycznej) analizy stanu naprężenia, ograniczonej do obszarów elementów nośnych konstrukcji basztowej wieży szybowej, w których stwierdzono maksymalne wyciężenie materiału konstrukcji [4], w całej rozciągłości korespondują z wynikami eksperymentu przeprowadzonego na obiekcie rzeczywistym. Oznacza to, że wykonane (numeryczne) analizy stanu odkształcenia i naprężenia w elementach nośnych konstrukcji basztowych wież szybowych – aktualnie eksploatowanych w polskim górnictwie – upoważniają do przyjęcia generalnego założenia, że w ramach analizy geometrii układu napędowego maszyn wyciągowych, konstrukcje na których posadowione są elementy tego układu można traktować jako sztywne. Wniosek ten dodatkowo potwierdzają wyniki geodezyjnych pomiarów przemieszczeń wybranych punktów konstrukcji nośnej basztowej wieży szybowej. Wyniki te – co jest pewnego rodzaju ciekawostką – wskazują, że konstrukcja basztowej wieży szybowej, powyżej pierwszej kondygnacji, zachowuje się jak bryła sztywna.

Słowa kluczowe: wieża szybowa, stan naprężenia, obciążenia, pomiary tensometryczne

THE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF OPERATING LOADS ON THE STATE OF STRESS AND STRAIN IN SELECTED LOAD-BEARING ELEMENTS OF A TOWER-TYPE HEADGEAR STRUCTURE

Summary

The headgear structure allows the conveyance to be moved over the shaft top to the loading (unloading) point, at the same time it keeps in place the rope pulleys while tower-type headgear structures also accommodate the entire winder installations. The headgear is where the final stage of the hoisting installation is located and where the surface transport systems begin. These aspects strongly impact the actual shape of the tower, its height and in some cases determine the design of the entire winding gear. In order that all the headgear functions should be provided, it is required that the ultimate state conditions should be maintained throughout its entire service life. In order to assess the critical service conditions, the computation procedure should be applied based on design loads and fatigue endurance parameters. The computations of characteristic loads acting on the headgear structure use the developed model of the system based on the dynamic analysis carried out for a specific case: a hoisting installation operated in one of the underground collieries in Poland. The maximal and minimal loads acting on a Koepe pulley and those required for the system operation are determined accordingly. The laws of dynamics provide a background for finding the forces and moments of forces acting in the components of the driving system (including the electric motors and pulley blocks) for the specified loading of the Koepe pulley. Underlying the numerical FEM model of the tower-type headgear structure are the technical specifications of the analysed object and FEM calculations followed by endurance analysis to find the state of stress in structural elements of the headgear under the typical service conditions. The results help in assessing how the design of the hoisting installation should impact on safety features of load-bearing elements in the headgear structure.

Keywords: tower-type headgear, state of stress, loading, strain gauge measurements

DOI:10.7862/rb.2014.42

Przesłano do redakcji: 29.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

³⁷ Autor do korespondencji/corresponding author: Stanisław Wolny, AGH University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland, e-mail: stwolny@agh.edu.pl

³⁸ Sławomir Badura, AGH University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland, e-mail: sbadura@agh.edu.pl