

STRESZCZENIA

Filip ZAKĘŚ¹

ZASTOSOWANIE METODY RÓŻNIC SKOŃCZONYCH W DYNAMICE CIENKICH PŁYT MOSTOWYCH PODDANYCH DZIAŁANIU OBCIĄŻEŃ RUCHOMYCH

Praca przedstawia rozwiązanie zagadnienia drgań nietylnionych cienkiej prostokątnej płyty mostowej poddanej działaniu obciążenia nieinercyjnego poruszającego się ze stałą prędkością. Zastosowane zostały znane procedury numeryczne Metody Różnic Skończonych, mające na celu dyskretyzację przestrzenną obszaru płyty, a także algorytmy metody Newmarka przy dyskretyzacji czasu przejazdu obciążenia przez płytę. Podano formuły pozwalające zbudować i rozwiązać macierzowe równanie ruchu w tym budowę wektorów obciążeń dla przypadku ruchomej siły skupionej oraz ruchomego obciążenia rozłożonego. Praca uzupełniona jest przykładem numerycznym płyty mostowej podpartej 4 słupami obciążonej dwoma rodzajami obciążenia ruchomego.

Słowa kluczowe: Metoda Różnic Skończonych, obciążenia ruchome, płyta cienka, metoda Newmarka

APPLICATION OF FINITE DIFFERENCE METHOD IN DYNAMICS OF THIN BRIDGE PLATES SUBJECTED TO MOVING LOADS

Summary

This paper presents solution of problem of undamped vibrations of thin rectangular bridge plate subjected to a non-inertial load moving with constant velocity. In order to spatial discretization of the plate numerical procedures have been applied as well as formulas of Newmark method applied to discretize time of the load movement. Formulas required to build and solve matrix equation of motion have been given as well as formulas for load vectors corresponding with two cases of moving load namely the case of moving constant force and the case of moving distributed load. A numerical example of a bridge plate with 4 point supports subjected to 2 types of moving load has been presented in order to show the efficiency of the method.

Keywords: Finite Difference Method, moving load, thin plate, Newmark Method

Przesłano do redakcji: 13.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

¹ Autor do korespondencji / corresponding author: Filip Zakęś, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Zakład Mechaniki i Wytrzymałości Materiałów, Pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław; tel. 713205521; filip.zakes@up.wroc.pl.

DYNAMICALLY LOADED BRANCHED AND INTERSECTING CRACKS

The boundary element method (BEM) is applied to analysis of statically and dynamically loaded plates with branched and intersecting cracks. The numerical solution is obtained by discretization of external boundaries and crack surfaces using quadratic three-node boundary elements. The problem of coincident crack boundaries is solved by the dual BEM in which for nodes on crack surfaces simultaneously the displacement and the traction boundary integral equations are applied. The dynamic problem is solved by using the Laplace transform method and the solution in the time domain is computed by the Durbin numerical inversion method. The Laplace transform method gives very stable and accurate results and requires small computer memory. Static stress intensity factors (SIF) are computed by the path independent J-integral and dynamic SIF by the crack opening displacement (COD) method. Numerical examples of a branched crack in a rectangular plate and a star-shaped crack in a square plate are presented. Static SIF are compared with available results presented in literature showing good agreement. The maximum dynamic SIF are approximately two times larger than the corresponding static SIF. The influences of angles between branches of the crack and dimensions of the plate for the star-shaped crack on dynamic SIF are analyzed.

Keywords: fracture, stress intensity factor (SIF), boundary element method (BEM), Laplace transform method

ROZGAŁĘZIONE I PRZECINAJĄCE SIĘ PĘKNIĘCIA OBCIĄŻONE DYNAMICZNIE

Streszczenie

Metodę elementów brzegowych (MEB) zastosowano do analizy obciążonych statycznie i dynamicznie tarcz z pęknięciami rozgałęzionymi i przecinającymi się. Rozwiązanie numeryczne otrzymano w wyniku dyskretyzacji brzegów zewnętrznych tarczy i krawędzi pęknięć z zastosowaniem kwadratowych trójwęzłowych elementów brzegowych. Zastosowano sformułowanie dualne MEB do analizy pokrywających się krawędzi pęknięcia, w którym stosuje się jednocześnie dla węzłów pęknięcia brzegowe równanie całkowe przemieszczeń i sił powierzchniowych. Zagadnienie dynamiczne analizowano metodą transformacji Laplace'a, a rozwiązanie w dziedzinie czasu wyznaczono metodą numerycznej transformacji odwrotnej Durбина. Metoda transformacji Laplace'a pozwala na wyznaczenie stabilnego i dokładnego rozwiązania i wymaga małej pamięci komputerowej. Statyczne współczynniki intensywności naprężeń (WIN) obliczono za pomocą J-całki niezależnej od konturu całkowania, a dynamiczne WIN na podstawie rozwarcia krawędzi pęknięcia. Przedstawiono przykłady numeryczne rozgałęzionego pęknięcia w tarczy prostokątnej i pęknięcia gwiazdzistego w tarczy kwadratowej. Statyczne WIN porównano z wynikami dostępnymi w literaturze, wykazując dobrą zgodność rozwiązań. Maksymalne wartości dynamicznych WIN są około dwukrotnie większe niż odpowiednie statyczne WIN. Badano wpływ kąta między pęknięciami rozgałęzionymi i wielkości tarczy z pęknięciem gwiazdzistym na dynamiczne WIN.

Słowa kluczowe: pękanie, współczynnik intensywności naprężeń (WIN), metoda elementów brzegowych (MEB), metoda transformacji Laplace'a

Przesłano do redakcji: 13.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

² Corresponding author / autor do korespondencji: Piotr Fedeliński, Silesian University of Technology, Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice, Poland; phone: 48 32 237 1635; Piotr.Fedeliński@polsl.pl

Dariusz ROZUMEK³
Roland PAWLICZEK⁴
Janusz LEWANDOWSKI⁵

STANOWISKO DO BADAŃ ZMĘCZENIOWYCH MATERIAŁÓW PRZY ZGINANIU ZE SKRĘCANIEM

W pracy zaprezentowano budowę, zasadę działania i pomiary na maszynie wytrzymałościowej do badań zmęczeniowych. Maszyna przeznaczona jest do badań zmęczeniowych próbek z materiałów konstrukcyjnych pracujących przy cyklicznie zmiennych obciążeniach zginających, skręcających i proporcjonalnym zginaniu ze skręcaniem. Można zadawać obciążenia z zerową lub różną od zera wartością średnią momentu. W pracy przedstawiono przykładowe pomiary statyczne i cykliczne na dźwigni maszyny i badanej próbce dotyczące cechowania stanowiska przy zginaniu i skręcaniu oraz wpływu wartości średniej obciążenia.

Słowa kluczowe: cechowanie maszyny, pomiary odkształceń, badania cykliczne, wartość średnia

THE STAND FOR FATIGUE TESTS OF MATERIALS UNDER BENDING WITH TORSION

S u m m a r y

The paper presents structure, a principle of operation and measurements of the strength machine for fatigue tests. The machine is designed for fatigue tests of specimens performed from the structural materials working under cyclical loads bending, torsion and proportional bending with torsion. We can ask the load with a zero or non-zero mean value of the moment. The paper presents examples of measurements of static and cyclic on lever machines and the tested specimen (calibration machine) under bending and torsion and the influence of the mean value load.

Keywords: calibration machines, strain measurements, cyclic tests, mean value

Przesłano do redakcji: 13.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

³ Autor do korespondencji / corresponding author: Dariusz Rozumek, Politechnika Opolska, Katedra Mechaniki i PKM, ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole; tel. 774498410; d.rozumek@po.opole.pl

⁴ Roland Pawliczek, Politechnika Opolska, Katedra Mechaniki i PKM, ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole; tel. 774498404; r.pawliczek@po.opole.pl

⁵ Janusz Lewandowski, Politechnika Opolska, Katedra Mechaniki i PKM, ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole; tel. 604585204; janusz210@wp.pl

WPŁYW WYŻSZYCH HARMONICZNYCH NA NIELINIOWE DRGANIA BELEK WYKONANYCH Z MATERIAŁU KELVINA-VOIGTA

W pracy analizuje się geometrycznie nieliniowe drgania ustalone belek wymuszone siłami harmonicznymi zmiennymi w czasie. Belki wykonane są z materiału lepko-sprężystego opisywanego za pomocą modelu Kelvina - Voigta. Do opisu geometrycznej nieliniowości deformacji zastosowano teorię von Karmana oraz teorię belek Eulera - Bernoulliego. Pominięto wpływ osiowych sił bezwładności oraz założono nieprzesuwność osiową końców belek. Sformułowano związki fizyczne wyrażone za pomocą sił przekrojowych i uogólnionych odkształceń. Równania ruchu oraz równania amplitud zapisano stosując metodę prac wirtualnych, metodę bilansu harmonicznymi oraz metodę elementów skończonych. Nieliniowe równania amplitud rozwiązano metodą kontynuacji. W rozwiązaniach okresowych równań ruchu uwzględniono wyższe harmoniczne, co pozwala na analizę rezonansów pobocznych, ale znacząco skomplikowało sformułowanie i rozwiązanie problemu. Za pomocą krzywych rezonansowych przedstawiono dynamiczne zachowanie się belek wykonanych z materiału Kelvina - Voigta. Wyniki porównano z rozwiązaniami dla belek sprężystych. Przeanalizowano istotność wyższych harmonicznymi w opisie drgań nieliniowych.

Słowa kluczowe: model Kelvina-Voigta, geometryczna nieliniowość belek, MES, drgania ustalone, analiza wyższych harmonicznymi

INFLUENCE OF HIGHER HARMONICS ON NON-LINEAR VIBRATIONS OF BEAMS MADE OF KELVIN-VOIGT MATERIAL

Summary

The problem of geometrically non-linear steady state vibrations of beams excited by harmonic forces is considered in this paper. The beams are made of a viscoelastic material defined by the classic Kelvin-Voigt rheological model. The von Karman theory and the Euler-Bernoulli theory are applied to describe the effects of geometric nonlinearities of beam deformations. The influence of axial inertial forces are neglected. The immovable ends of beam system are assumed. The physical relationships for internal forces and general deformations are defined. The equations of motion and amplitudes are derived using the virtual work method, the harmonic balance method and the finite element methodology. Non-linear amplitude equations are solved applying the continuation method. In the steady-state solution of equations of motion, the higher harmonics are taken into account what enables one to examine an secondary resonances but significantly complicates the formulation and solution of the problem. Using resonance curves the dynamic behaviour of beam systems made of the viscoelasticity Kelvin-Voigt material are presented. The results are compared with these ones for elastic beams. The significance of higher harmonics for the description of steady-state non-linear vibrations are briefly discussed.

Keywords: Kelvin-Voigt model, geometric nonlinearities of beam, FEM, steady-state analysis, higher harmonic analysis

Przesłano do redakcji: 14.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁶ Autor do korespondencji / corresponding author: Przemysław Wielentejczyk, Politechnika Poznańska, Instytut Konstrukcji Budowlanych, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań; tel. +48616652471; przemyslaw.wielentejczyk@put.poznan.pl

⁷ Roman Lewandowski, Politechnika Poznańska, Instytut Konstrukcji Budowlanych, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań; tel. +48616652472; roman.lewandowski@put.poznan.pl

IDENTYFIKACJA CECH SPRĘŻYSTYCH WĘZŁA KONSTRUKCYJNEGO NA PODSTAWIE WYNIKÓW TESTU DYNAMICZNEGO

W prac analizowano cechy sprężyste węzłów konstrukcji prętowych. Połączenie węzłowe uważa się za podatne, gdy relacja pomiędzy momentem zginającym a kątem obrotu przekroju nie pozwala na traktowanie połączenie jako sztywne, ani jako nominalnie przegubowe. Głównym celem pracy była próba określenia współczynnika sprężystości obrotowej na podstawie cech dynamicznych wyznaczonych eksperymentalnie. W analizie wykorzystano relację pomiędzy parametrami sprężystości wyznaczonymi odpowiednio dla konstrukcji podatnej i konstrukcji sztywnej oraz częstotliwościami drgań własnych tych układów. Częstotliwości drgań własnych węzła konstrukcyjnego zostały wyznaczone analitycznie z wykorzystaniem modelu sztywnego węzła. W teście dynamicznym zmierzono odpowiedź konstrukcji wzbudzonej impulsem, a po wykonaniu szybkiej transformacji Fouriera wyznaczono częstotliwości drgań własnych układu traktowanego jako podatny. Porównanie odpowiednich częstotliwości drgań własnych umożliwiło określenie wartości współczynnika sprężystości obrotowej, który można wykorzystać do opisu modelu węzła podatnego. Wyniki przykładu numerycznego dla wybranego węzła potwierdziły poprawność zaproponowanej metody określenia współczynnika sprężystości obrotowej na podstawie charakterystyk dynamicznych wyznaczonych w teście dynamicznym.

Słowa kluczowe: podatność węzła, charakterystyki dynamiczne, badania eksperymentalne, konstrukcje prętowe

IDENTIFICATION OF THE STIFFNESS PARAMETERS OF THE STRUCTURAL JOINT BASED ON THE RESULTS OF THE DYNAMIC TEST

Summary

In the work the stiffness parameters of structural nodes were analyzed. The main purpose of the study was to determine the rotational stiffness of a joint. The joint is considered as a semirigid when the relationship between the bending moment and the angle of the cross-section rotation excludes the treatment of the joint as a rigid one or as a nominally pinned.

The relationship between the ratio of stiffness coefficients and the ratio of the natural frequencies derived for a flexible and a rigid structure was used. The natural frequencies for considered joint were determined analytically using the rigid model. In the dynamic test the response of the system induced by an impulse load was measured. The natural frequencies for a system regarded as a flexible one were derived using the Fast Fourier Transform. After determination of the rotational stiffness the natural frequencies were derived for the joint applying the semirigid model.

For considered joint the 3D analysis was also carried out using an advanced program based on the finite element method. The numerical example confirmed the possibility of determining of the rotational stiffness by the dynamic characteristics obtained in a dynamic test.

Keywords: semirigid node, dynamic characteristics, experimental investigation, bar structures

Przesłano do redakcji: 15.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁸ Autor do korespondencji / corresponding author: Zdzisław Pawlak, Politechnika Poznańska, Instytut Konstrukcji Budowlanych, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań; zdzislaw.pawlak@put.poznan.pl

Jan BOGACKI⁹
Jarosław ZAWADZKI¹⁰

MAGNETIC MARKERS USE FOR MONITORING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION CAUSED BY FRACTURING FLUIDS DURING SHALE GAS EXPLOITATION

Magnetic materials may be added to the fracturing fluid, as the magnetic marker allowing to determine the range and efficiency of hydraulic fracturing. The application of appropriate magnetic markers can significantly improve the efficiency of shale gas extraction. There are, however, other important benefits of magnetic markers use, involving the monitoring of environmental pollution, during gas extraction with above mentioned method. However, with the rapid increase in amount of shale gas extracted using hydraulic fracturing method, there are also credible reports on the possibility of groundwater or the soil pollution. Thus, it is necessary to apply enhanced methods, to effectively detect any fracturing fluid leakage. The use of magnetic markers gives such opportunities. In case of leakage and consequently the fracturing fluid pollution, magnetic markers are placed into the soil environment. The presence of pollutants in soil can be detected using a number of standard chemical methods, but magnetometric ones, which are much faster and cheaper deserve special attention, because they enable *in-situ* detection of the magnetic marker in fracturing fluid leakage. This article discusses the above-mentioned issues based on the literature review, the knowledge and experience of the authors.

Keywords: magnetic markers, shale gas, hydraulic fracturing, environmental pollution, magnetometric methods, magnetic susceptibility

ZASTOSOWANIE MARKERÓW MAGNETYCZNYCH DO MONITORINGU ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA PŁYNEM SZCZELINUJĄCYM PODCZAS EKSPLOATACJI GAZU ŁUPKOWEGO

Streszczenie

Materiały magnetyczne dodawane do płynu szczelinującego jako marker magnetyczny, mogą w procesie szczelinowania hydraulicznego pełnić dodatkowe funkcje, oprócz umożliwienia określenia zasięgu szczelin w skałach złożowych wytwarzanych w tym procesie. Ocenia się, że zastosowanie odpowiednich markerów magnetycznych może znacznie poprawić wydajność wydobywania gazu łupkowego. Istnieją jednakże inne, istotne korzyści z zastosowania markerów magnetycznych, polegające na monitoringu zanieczyszczenia środowiska w trakcie wydobywania gazu łupkowego omawianą metodą. Niestety, wraz z gwałtownym wzrostem ilości wydobywanego gazu łupkowego, z zastosowaniem metody szczelinowania hydraulicznego, pojawiły się również wiarygodne doniesienia o możliwości zanieczyszczenia wód podziemnych lub gleby, w trakcie tego procesu. Konieczne jest więc zastosowanie skutecznych metod wykrywania potencjalnego wycieku płynu szczelinującego. Stosowanie markerów magnetycznych daje takie możliwości. W przypadku wystąpienia wycieku i w konsekwencji zanieczyszczenia środowiska płynem szczelinującym, również markery magnetyczne zostają wprowadzone do środowiska gruntowego. Obecność zanieczyszczeń w gruncie można stwierdzić za pomocą wielu standardowych metod chemicznych. Ze względu na znaczną czasochłonność i kosztochłonność bezpośrednich metod laboratoryjnych, na uwagę zasługują znacznie szybsze i tańsze metody magnetometryczne, które pozwalają na łatwe, *in-situ*, wykrycie markera magnetycznego w ewentualnym wycieku. W artykule omówione zostaną wspomniane powyżej zagadnienia na podstawie przeglądu literaturowego oraz wiedzy i doświadczenia autorów.

Słowa kluczowe: markery magnetyczne, gaz łupkowy, szczelinowanie hydrauliczne, zanieczyszczenie środowiska, metody magnetometryczne, podatność magnetyczna

Przesłano do redakcji: 20.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁹ Autor do korespondencji / corresponding author: Jan Bogacki, Faculty of Building Services, Hydro and Environmental Engineering, Warsaw University of Technology, Nowowiejska 20, 00-653 Warsaw, tel. 222345423, jan.bogacki@is.pw.edu.pl

¹⁰ Jarosław Zawadzki, Faculty of Building Services, Hydro and Environmental Engineering, Warsaw University of Technology, Nowowiejska 20, 00-653 Warsaw, j.j.zawadzki@gmail.com

Andrzej CIŃCIO¹¹
Jan FEDOROWICZ¹²

ANALYSIS OF WALL STRUCTURES SUBJECTED TO MINING DISCONTINUOUS DEFORMATIONS

The paper presents a simplified methodology for the analysis of static building construction longwall when within the horizontal projection of the foundation can find a local threshold or a fault area. It shows the formulation of the basic assumptions of work and provides theoretical considerations leading to the determination of additional load rigid structure located above the gap. Then formulated a way that the separation of the designated load spatial body of the building on each side of the building. The results were confronted with the results of the analyzes of numerical aspects of behavior of buildings on the emerging facet of land in the form of a threshold. Analyzed the structures of rigid construction, constructed in accordance with the principles set out in the guidelines. The analysis was performed by MES with the program Abaqus and the Robot program. It adopted with the assumption that the fault coverage will not exceed the defined work called. critical distance. In the construction of the model surface mining in addition to the model of linear-elastic and model Winkler's used for substrates simplest models of the material elastic-plastic - model of the surface of plasticity in the form of a condition Coulomb-Mohr and Drucker-Prager, and model the mechanics of the critical state of Modified-Cam-Clay.

Keywords: Influences mining, buildings in mining area, numerical analysis, constitutive models of soil, Modified Cam-Clay

ANALIZA KONSTRUKCJI ŚCIANOWYCH NARAŻONYCH NA WPŁYW NIECIĄGŁYCH DEFORMACJI GÓRNICZYCH

Streszczenie

W pracy przedstawiono uproszczoną metodykę przeprowadzania analizy statycznej budynków o konstrukcji ścianowej w sytuacji, gdy w obrębie rzutu poziomego ich fundamentów może znaleźć się lokalny próg lub uskoki terenu. Przedstawiono sformułowanie podstawowych założeń pracy oraz podano rozważania teoretyczne prowadzące do określania dodatkowego obciążenia budowli sztywnej znajdującej się nad uskokiem. Następnie sformułowano sposób pozwalający na rozdzielenie wyznaczonego obciążenia przestrzennej bryły budynku na poszczególne ściany budynku. Uzyskane rezultaty skonfrontowano z wynikami przeprowadzonych analiz numerycznych zagadnienia zachowania się budowli nad powstającym uskokiem terenu w postaci progu. Analizie poddano budowle o konstrukcji sztywnej, skonstruowane zgodnie z zasadami podanymi w wytycznych. Analizę przeprowadzono metodą MES przy pomocy programu Abaqus oraz programu Robot. Przyjęto przy tym założenie, że zasięg uskoku nie przekroczy zdefiniowanej w pracy tzw. odległości krytycznej. W budowie modelu podłoża górniczego oprócz modelu liniowo-sprężystego oraz modelu Winklera wykorzystano dla podłoża najprostsze modele materiału sprężysto-plastycznego – model z powierzchnią plastyczności w postaci warunku Coulomba-Mohra oraz Druckera-Pragera, a także model mechaniki stanu krytycznego Modified-Cam-Clay.

Słowa kluczowe: wpływy górnicze, budynki na terenie górnicy, analizy numeryczne, modele konstytutywne gruntu, Modified Cam-Clay

Przesłano do redakcji: 20.02.2017 r

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

Urszula PAWLAK¹³

¹¹ Autor do korespondencji / corresponding author: Andrzej Cińcio, Politechnika Śląska, Katedra Teorii Konstrukcji Budowlanych, ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice; andrzej.cincio@polsl.pl

¹² Jan Fedorowicz, Wyższa Szkoła Techniczna, Wydział Architektury, Budownictwa i Sztuk Stosowanych, ul. Rolna 43, 40-555 Katowice; jankfedorowicz@gmail.com

¹³ Autor do korespondencji / corresponding author: Urszula Pawlak, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury, 25-314 Kielce; al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7. Tel: +48 41 34-24-803, Fax: +48 41 34-43-784, u.pawlak@tu.kielce.pl

DYNAMIC STABILITY CRITERION FOR THE EVALUATION OF A STEEL INDUSTRIAL HALL WITH INTERNAL TRANSPORT

The paper presents the problem of dynamic criterion of stability loss of industrial hall with internal transport. The analysis was performed with finite element method. As a result of the calculation the relationship of eigenfrequency and axial compressive force was presented. On the basis of these results fundamental recommendations formulated for designers of steel halls with internal transport.

Keywords: steel halls, internal transport, stability, dynamics

DYNAMICZNE KRYTERIUM OCENY STATECZNOŚCI STALOWEJ HALI PRZEMYSŁOWEJ Z TRANSPORTEM WEWNĘTRZNYM

Streszczenie

W referacie przedstawiono zagadnienie dynamicznej utraty stateczności hali stalowej z transportem wewnętrznym. Analizę przeprowadzono metodą elementów skończonych. Jako wynik obliczeń przedstawiono zależność częstości drgań własnych konstrukcji od siły ściskającej w słupach konstrukcji. Na podstawie wyników analizy sformułowano podstawowe zalecenia dla projektantów konstrukcji hal stalowych z transportem wewnętrznym.

Słowa kluczowe: hale stalowe, transport wewnętrzny, stateczność, dynamika

Przesłano do redakcji: 14.02.2017 r

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

¹⁴Michał Szczecina, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury, 25-314 Kielce; al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7. Tel: +48 41 34-24-804, Fax: +48 41 34-43-784, michalsz@tu.kielce.pl

WPLYW SZYBKOŚCI UTRATY SŁUPA NA DYNAMICZNĄ ODPOWIEDŹ KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ

W konstrukcjach ramowych, nagła utrata słupa spowodowana na przykład eksplozją ładunku wybuchowego czy uderzeniem pojazdu powoduje dynamiczną odpowiedź, która w przypadku niewystarczającej odporności konstrukcji może prowadzić do częściowej lub całkowitej katastrofy. Pojęcie "nagłości" jest nieprecyzyjne i dlatego warto zbadać jak szybkość utraty słupa wpływa na maksymalne przemieszczenie i jak to przemieszczenie odnosi się do przemieszczenia statycznej utraty słupa. W tym celu przeprowadzono symulacje numeryczne odpowiedzi żelbetowego budynku słupowo-belkowego, który wcześniej został poddany eksperymentalnej quasi-statycznej utracie słupów. Symulacje polegają na stopniowym wydłużeniu czasu trwania utraty słupa od zera do wartości, która asymptotycznie zbliża się do odpowiedzi statycznej. Ze względu na różne rozpiętości przęseł, rozważono trzy scenariusze utraty słupa. Stwierdzono, że wpływ szybkości utraty słupa zależy od możliwości przeniesienia obciążeń przez pozostałą część konstrukcji, a to przejawia się w wartościach okresu drgań własnych dla postaci w kierunku pionowym konstrukcji bez danego słupa. Podano także czasy trwania utraty słupa, dla których odpowiedź jest na umownym poziomie 95% maksymalnej odpowiedzi dynamicznej oraz wartości znormalizowanego czasu w stosunku do odpowiedniego okresu drgań własnych, co może posłużyć jako wskazówka przy doborzeniu kroku czasowego całkowania równań ruchu w obliczeniach dynamicznych przy użyciu metody elementów skończonych.

Słowa kluczowe: postępująca katastrofa, obciążenie wyjątkowe, modelowanie konstrukcji żelbetowej, współczynnik dynamiczny

DYNAMIC RESPONSE OF A REINFORCED CONCRETE STRUCTURE UNDER SUDDEN COLUMN REMOVAL

Summary

In frame structures, a sudden column removal, which can be triggered by a blast of an explosive material or a vehicle impact, causes dynamic response, which in case of insufficient structural capacity can lead to partial or total progressive collapse. The notion of suddenness is imprecise and therefore it is worth to evaluate how the rate of column removal influences the maximum displacement and how this displacement refers to the displacement produced by static column removal. To this end, the response from numeric simulations of a reinforced concrete column-beam structure has been evaluated. This real structure had been earlier tested experimentally for quasi-static column removals. The numerical simulations consist in progressive increase of time of column removal from zero to the value, which asymptotically approaches the static response. Since the lengths of frame spans are not equal, three column removal scenarios have been investigated. It should be noted that the impact of rate of column removal depends on the ability of the remaining structure to withstand the lack of column and this reflects in the natural period for mode corresponding to the vertical downward motion of the model without the column. It is also interesting to compare the time duration of column removal for which the response is in the range of 95% of maximum dynamic response for three column removal scenarios and the normalized time related to the corresponding natural period. This indication can be useful when selecting the time step in numerical integration of equations of motion in dynamic analysis using finite element method.

Keywords: progressive collapse, accidental loading, modelling of reinforced concrete structures, dynamic factor

Przesłano do redakcji: 15.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

Marian KLASZTORNY¹⁶

¹⁵ Autor do korespondencji / corresponding author: Seweryn Kokot, Politechnika Opolska, Katedra Mechaniki, Konstrukcji Budowlanych i Inżynierskich, ul. Katowicka 48, 45-061 Opole; tel. 77 449 8579; s.kokot@po.opole.pl

¹⁶ Corresponding author / autor do korespondencji: Marian Klasztorny, Military University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanics and Applied Computer Science, 2 gen. S. Kaliskiego Street, PL-00908 Warsaw, Poland; phone: +48 605 953 533; m.klasztorny@gmail.com

² Karol Zielonka, Automotive Industry Institute, 55 Jagiellonska Street, PL-03301 Warsaw, Poland; phone: +48 22 7777 015; k.zielonka@pimot.eu

³ Daniel B. Nycz, Jan Grodek State Vocational Academy, Institute of Technology, 6 Reymonta Street, PL-38500 Sanok, Poland; phone: +48 698 615 128; daniel.nycz@interia.pl

Karol ZIELONKA²
Daniel B. NYCZ³
Pawel POSUNIAK⁴

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF SIMULATION OF TB32 CRASH TEST FOR SP-05/2 ROAD SAFETY BARRIER ON HORIZONTAL CONCAVE ARC

The study concerns a selected road safety barrier consisting of a B-type guiderail, Sigma-100 posts with 2.00 m spacing, and supporting elements of a trapezoid cross section, located between the posts and the guiderail. The barrier is formed on a horizontal concave arc having a radius of 150 m. The full-scale experimental TB32 crash test was carried out for a vehicle impacting at the angle of 20°, on the testing grounds of the Automotive Industry Institute, Warsaw, Poland. The numerical modelling and simulation methodology of a barrier – vehicle system, recently developed by the authors is applied. Simulation of the above test was performed using LS-Dyna v.971 finite element code, while maintaining the conditions of the experimental test. All the functionality parameters for the barrier are studied, among others, ASI, THIV, working width, vehicle motion trajectory in the exit box. The results of the simulation tests were compared with those of the full-scale experimental test. The experimental verification of the numerical modelling and simulation of the selected crash test is rated positively. It was proven, both numerically and experimentally, that the TB32 crash test does not meet the condition imposed on the vehicle motion trajectory in the exit box.

Keywords: road safety barrier on horizontal concave arc, simulation crash test, experimental crash test, experimental verification of modelling and simulation

WERYFIKACJA EKSPERYMENTALNA SYMULACJI TESTU ZDERZENIOWEGO TB32 DROGOWEJ BARIERY OCHRONNEJ SP-05/2 W ŁUKU POZIOMYM WKŁĘŚLYM

Streszczenie

Przedmiotem badań numerycznych i eksperymentalnych jest stalowa taśmowa drogowa bariera ochronna, składająca się z prowadnicy typu B, słupków Sigma-100 w odstępach 2,00 m oraz elementów podporowych. Bariera jest w łuku poziomym wklęsłym o promieniu 150 m. Test zderzeniowy TB32 według PN-EN 1317 przeprowadzono na poligonie Przemysłowego Instytutu Motoryzacji w Warszawie, z użyciem samochodu Dodge Neon. Zastosowano metodologię modelowania numerycznego i symulacji układu bariery – pojazd opracowaną przez część zespołu autorów. Symulację ww. testu zderzeniowego przeprowadzono przy zastosowaniu systemu LS-Dyna v.971, przy zachowaniu warunków testu eksperymentalnego. Analizą objęto wszystkie parametry funkcjonalności bariery określone w normie PN-EN 1317, m.in. ASI, THIV, szerokość pracująca, trajektoria ruchu pojazdu w polu wyjścia. Przeprowadzono weryfikację eksperymentalną modelowania numerycznego i symulacji testu TB32. Wynik weryfikacji oceniono pozytywnie. Udowodniono, zarówno numerycznie, jak i eksperymentalnie, że w rozpatrywanym przypadku bariery w łuku poziomym test TB32 nie spełnia kryterium pola wyjścia pojazdu.

Słowa kluczowe: drogowa bariera ochronna w łuku poziomym wklęsłym, symulacyjny test zderzeniowy, eksperymentalny test zderzeniowy, weryfikacja eksperymentalna modelowania i symulacji

Przesłano do redakcji: 17.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁴ Pawel Posuniak, Automotive Industry Institute, 55 Jagiellonska Street, PL-03301 Warsaw, Poland; phone: +48 22 7777 015; p.posuniak@pimot.eu

PIONOWE DRGANIA WŁASNE OSIOWOSYMETRYCZNEJ SZTYWNEJ BRYŁY ZAGŁĘBIONEJ W INERCYJNEJ PÓLPRZESTRZENI SPRĘŻYSTEJ

Przedstawiono analizę pionowych drgań własnych masywnej osiowosymetrycznej sztywnej bryły zagłębionej w jednorodnej inercyjnej półprzestrzeni sprężystej. Zespoloną sztywność półprzestrzeni z więzami nałożonymi przez sztywną bryłę otrzymano z rozwiązania mieszanego osiowosymetrycznego zagadnienia brzegowego dynamicznej teorii sprężystości metodą elementów brzegowych w dziedzinie częstości. Część rzeczywista zespolonej sztywności pionowej reprezentuje sztywność i inercję podłoża, część urojona przedstawia tłumienie związane z rozchodzeniem się fal w półnieskończonym ośrodku sprężystym (tłumienie radiacyjne). Współczynniki sztywności i tłumienia półprzestrzeni są funkcjami częstości drgań. Częstość drgań własnych sztywnej bryły z więzami nałożonymi przez inercyjną półprzestrzeń sprężystą jest pierwiastkiem nieliniowego równania charakterystycznego. Analizę drgań własnych przeprowadzono stosując parametry bezwymiarowe: współczynnik zagłębienia bryły w podłożu, współczynnik masy, współczynnik częstości oraz współczynnik tłumienia radiacyjnego. Przedstawiono zależność współczynnika częstości drgań własnych i współczynnika tłumienia od współczynnika masy i współczynnika zagłębienia. Wyznaczono również współczynniki częstości drgań własnych bryły przy pominięciu tłumienia radiacyjnego oraz w przypadku bryły zagłębionej w półprzestrzeni nieinercyjnej, której pionowa sztywność statyczna jest granicą dynamicznego współczynnika sztywności półprzestrzeni przy częstości dążącej do zera. Różnice między współczynnikami częstości reprezentują wpływ tłumienia radiacyjnego oraz inercji półprzestrzeni.

Słowa kluczowe: częstości drgań własnych, interakcja dynamiczna, metoda elementów brzegowych, nieliniowe równanie charakterystyczne

VERTICAL EIGENVIBRATION OF AXISYMMETRIC RIGID BODY EMBEDDED IN AN INERTIAL ELASTIC HALF-SPACE

Summary

An analysis of vertical eigenvibration of a massive axisymmetric rigid body embedded in a uniform elastic half-space is presented. The complex-value stiffness of the half-space with the constraints imposed by the rigid body has been obtained from the solution of a mixed axisymmetric boundary value problem of the dynamic elasticity by the boundary element method in the frequency domain. The real part of the complex-valued stiffness represents the stiffness and inertia of the medium while the imaginary part describes the damping due to energy dissipated by waves propagating away from the foundation (radiation damping). Stiffness and damping coefficients of the half-space are frequency dependent.

Eigenfrequency of the rigid body with the constraints imposed by the inertial elastic half-space is the root of nonlinear characteristic equation. The analysis of the eigenvibration has been realized using the dimensionless parameters: embedment ratio, mass ratio, frequency ratio and radiation damping ratio. Variation of dimensionless eigenfrequency and damping ratio with the mass and embedment ratios are presented. Dimensionless eigenfrequencies at neglected radiation damping and in the case of a massless elastic medium are also computed. The differences between the damped and undamped eigenfrequencies represent the effects of radiation damping and inertia of the half-space.

Keywords: eigenfrequencies, dynamic interaction, boundary element method, nonlinear characteristic equation

Przesłano do redakcji: 17.02.2017 r

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

¹⁷ Autor do korespondencji / corresponding author: Zbigniew Sienkiewicz, Politechnika Koszalińska, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji, Katedra Mechaniki Budowli, ul. Śniadeckich 2, 75-453 Koszalin; tel. 94-3478-567; zbigniew.sienkiewicz@wilsig.tu.koszalin.pl

WYZNACZENIE ZALEŻNOŚCI MIĘDZY EFEKTYWNOŚCIĄ DZIAŁANIA A SPRAWNOŚCIĄ MECHANICZNĄ MECHANIZMU RÓŻNICOWEGO

Pojazdy samochodowe o napędzie na wszystkie koła ze stałym lub chwilowym podziałem momentu obrotowego charakteryzują się lepszą zdolnością do poruszania się w trudnym terenie czy też w różnorodnych warunkach drogowych z powodu podziału siły napędowej na przednią i tylną oś napędową. Polepszenie właściwości trakcyjnych pojazdów samochodowych od lat jest przedmiotem badań i rozważań w branży motoryzacyjnej, nie tylko z uwagi na większe możliwości samochodów, ale przede wszystkim z powodu zwiększenia bezpieczeństwa. Moment obrotowy przeniesiony przez mechanizm różnicowy na oś napędową, której koła znajdują się na nawierzchni o mniejszym współczynniku przyczepności, może być przyczyną utraty kontroli nad pojazdem. Szczególnie przy dużych prędkościach.

Przedmiotem pracy są badania wpływu sprawności centralnego mechanizmu różnicowego na dystrybucję momentu obrotowego poszczególnych osi napędowych. Badania przeprowadzone zostały na międzyosiowym mechanizmie różnicowym stosowanym w skrzynce rozdzielczej 6-cio biegowej manualnej skrzyni biegów.

Na podstawie dokonanej analizy wyników badań przedstawiono wpływ wielkości luzu pomiędzy czopem satelitów a średnicą otworów pod czopy satelitów w obudowie mechanizmu na wartość wyjściowego momentu obrotowego z mechanizmu różnicowego, a tym samym na jego sprawność oraz wykazano brak jednoznacznej, liniowej zależności pomiędzy sprawnością mechaniczną, a wartością wskaźnika dystrybucji momentu obrotowego.

Słowa kluczowe: Mechanizm różnicowy, moment obrotowy, dystrybucja momentu obrotowego, sprawność działania

DETERMINATION OF THE RELATION BETWEEN PERFORMANCE EFFICIENCY AND MECHANICAL EFFICIENCY OF THE DIFFERENTIAL

Summary

All-wheel-drive vehicles with a constant or momentary torque distribution have a better ability to drive in difficult ground or in a variety of road conditions due to distribute torque on the front and rear drive axles. Improving the traction properties of motor vehicles has been a subject of research and consideration in the automotive industry for years, not only because of the greater possibilities of vehicles, but primarily because of increased safety. The torque distributed by the differential to the drive axle, whose wheels are on a surface with a lower adhesion, can cause loss of control of the vehicle. Especially at high speeds.

The subject of the research work is the mechanical efficiency effect of the center differential to distribute torque of each axis drive. The research were conducted on an center differential used in a six-speed manual gear box. Based on the analysis of the test results shows the influence of the clearance size between the RH pinions pilots and their pocket in case body to the out-put torque from the differential and thus its mechanical efficiency. Test result analysis shows also the lack of clear, linear correlation between the mechanical efficiency and the value of the torque distribution ratio.

Keywords: differential, torque, torque distribution, mechanical efficiency

Przesłano do redakcji: 24.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

¹⁸ Autor do korespondencji / corresponding author: Lucjan Król, Politechnika Opolska, Wydział Mechaniczny, ul. St. Mikołajczyka 5, 45-001 Opole, lucjan.krol@doktorant.po.edu.pl

WERYFIKACJA STANU NAPRĘŻENIA W ELEMENTACH NOŚNYCH ZMODERNIZOWANEGO KOŁA PĘDNEGO GÓRNICZEGO URZĄDZENIA WYCIĄGOWEGO

Urządzenia wyciągowe w kopalniach są budowane i stosowane od wielu lat. Są one jednak tematem ciągłych badań, których celem jest poznanie czynników umożliwiających poprawę ich właściwości eksploatacyjnych. Koło pędne maszyny wyciągowej stanowi skomplikowany element konstrukcji w skład którego wchodzi m.in. płyty, powłoki, tarcze, przepony, elementy żeber promieniowych i obwodowych rozmieszczonych w zależności od rodzaju konstrukcji. Celem podjętej – powtórnej – analizy wytrzymałościowej koła pędnego urządzenia wyciągowego, było uzyskanie pełnej informacji o stanie naprężeń jaki powstaje w zmodernizowanych jego elementach składowych, stosownie do sugestii zawartych w opracowaniu [7]. Celem tych sugestii było globalne obniżenie stanu naprężenia oraz eliminacja obszarów o znacznej koncentracji naprężeń. Wyniki przeprowadzonych analiz – numerycznych i eksperymentalnych w zakresie stanu naprężenia, pozwoliły na określenie trwałości zmęczeniowej konstrukcji koła pędnego.

Słowa kluczowe: górnicze urządzenie wyciągowe, koła pędne, naprężenia, pomiary tensometryczne

VERIFICATION OF THE STATE OF STRESS IN THE ELEMENTS SUPPORTING MODERNIZED KOEPE PULLEY IN HOISTING INSTALLATIONS

Summary

Hoisting installations in mines have been constructed and operated for many years, yet they still merit a rigorous research to identify all factors that would enable us to improve their performance parameters. A Koepe pulley in a winding system is a complex structural component, made of plates, shells, discs, membranes, radial or circumferential fin elements varying in their actual layout, depending on the design. The strength analysis of a Koepe pulley in a hoisting system is carried out to get a better insight into the state of stress experienced by modernized pulley components, according to the suggestions made in the study [7]. The purpose of these suggestions was global reduction of stress and elimination of areas of significant stress concentration.

The results of the analyzes numerical and experimental the state of stress allowed to determine the fatigue life for a Koepe pulley.

Keywords: mine hoist, Koepe pulley, stress, strain gauge measurements

Przesłano do redakcji: 15.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

¹⁹ Autor do korespondencji / corresponding author: AGH-University of Science and Technology Faculty of Mechanical Engineering and Robotics Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland, stwolny@agh.edu.pl

²⁰ AGH-University of Science and Technology Faculty of Mechanical Engineering and Robotics Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland sbadura@agh.edu.pl

WYTRZYMAŁOŚĆ CIĘGIEN NOŚNYCH GÓRNICZEGO NACZYNIA WYDOBYWCZEGO

Analiza okresowych badań skipów i klatek eksploatowanych w szybach jednej z kopalń wykazała że większość zarejestrowanych uszkodzeń elementów nośnych naczyń wydobywczych to pęknięcia o charakterze zmęczeniowym.

Celem wyeliminowania przyczyn powstawania uszkodzeń oraz zwiększenia trwałości naczyń wydobywczych, niezbędnym będzie prawdopodobnie wykonanie rekonstrukcji tych fragmentów naczyń, w których uszkodzenia te występują. Aby rekonstrukcja przyniosła oczekiwane rezultaty niezbędne jest poznanie przyczyn będących źródłem powstających pęknięć. Dlatego postanowiono przeprowadzić pomiary, których wyniki umożliwiłyby wyznaczenia wartości obciążeń cięgien, a w dalszej kolejności ocenę ich wytrzymałości i trwałości.

Wykonana analiza trwałości zmęczeniowej cięgien naczynia wydobywczego, wskazuje na możliwość rozwoju pęknięć zmęczeniowych w najbardziej wyciężonych obszarach konstrukcji, w krótkiej perspektywie czasowej.

Słowa kluczowe: skipy górnicze, naprężenia cięgien, tesnometria, trwałość zmęczeniowa

THE STRENGTH OF RODS BEARING ELEMENTS IN CONVEYANCES

Summary

Analysis of periodic tests conveyances and cage operated shafts in one of the mines revealed that most of the failures recorded in load-bearing elements in conveyances, is fatigue cracks. In order to eliminate the causes formation of damage and increased durability in conveyances, necessary will probably perform the reconstruction of the fragments conveyances in which the damage they are. To reconstruction brought the expected results, it is necessary to know the reasons being the source of emerging cracks. Therefore it was decided to carry out measurements the results of which allow you to determine the values of loads and a further assessment of their strength and durability.

The analysis of fatigue life rods-bearing elements in conveyances it indicates the possibility of the development of fatigue cracks in the most intensive areas of the construction, in the short term.

Keywords: conveyances, tension rods, strain gauge, fatigue life

Przesłano do redakcji: 15.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

²¹ Autor do korespondencji / corresponding author: AGH-University of Science and Technology Faculty of Mechanical Engineering and Robotics Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland, stwolny@agh.edu.pl

²² AGH-University of Science and Technology Faculty of Mechanical Engineering and Robotics Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland sbadura@agh.edu.pl

Janusz LEWANDOWSKI²³
Dariusz ROZUMEK²⁴

OCENA STOPNIA ZUŻYCIA ZESPOŁU WENTYLATORA NA PODSTAWIE POMIARU I ANALIZY DRGAŃ ŁOŻYSK

W pracy omówione zostały wybrane metody pomiarów drgań maszyn wirujących (silników, wirników wentylatorów, przekładni mechanicznych, itp.) zastosowanych do oceny stanu maszyn pracujących w warunkach przemysłowych. Przedstawiono zastosowaną aparaturę badawczą pozwalającą na zebranie danych do analizy. Na przykładzie pomiarów drgań łożysk wentylatora promieniowego typu WPK-3,9 pracującego w stacjach wentylatorów głównych w przemyśle górnym przedstawiono analizę drgań, dzięki której określono stan techniczny wirujących części wentylatora.

Słowa kluczowe: diagnostyka maszyn, drgania, łożyska, wirnik, wentylatory, przekładnie mechaniczne

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF BEARING VIBRATIONS

S u m m a r y

The work presents selected methods of vibration measurement of rotating machines (motors, fan rotors, mechanical gears, etc.) used to evaluate the condition of machines operating in industrial conditions. Presented research apparatus used to record data for analysis. Based on measurements of the vibrations of radial fan bearings type WPK-3.9 operating in mining factory a vibration analysis was presented, which determined the technical condition of the fan.

Keywords: machine diagnostics, vibration, bearings, rotor, fans, gear

Przesłano do redakcji: 10.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

²³ Autor do korespondencji / corresponding author: Janusz Lewandowski, Politechnika Opolska, Katedra Mechaniki i PKM, ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole; Ośrodek Pomiarów i Automatyki Przemysłu Węglowego S.A., ul. Hagera 14A, 41-800 Zabrze, tel. 604585204; jansuz210@wp.pl

²⁴ Dariusz Rozumek, Politechnika Opolska, Katedra Mechaniki i PKM, ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole; tel. 774498410; d.rozumek@po.opole.pl

POMIARY IN-SITU JAKO SPOSÓB NA PROGNOZĘ OBCIĄŻENIA DYNAMICZNEGO BUDYNKÓW

Budując obiekty inżynierskie w strefie oddziaływań dynamicznych powinniśmy zabezpieczyć jego konstrukcję jak i ludzi w nim przebywających przed niepożądanymi wpływami drgań. Jednym z problemów w takich sytuacjach jest właściwy dobór obciążenia projektowanego budynku. W opracowaniu zaproponowano sposób doboru wymuszenia przy wykorzystaniu badań terenowych polegających pomiarze wymuszenia na gruncie w miejscu lokalizacji przyszłego obiektu. Ze względu, na falowy charakter propagacji drgań na granicy ośrodków grunt - budynek mamy do czynienia z jej załamaniem się i odbiciem. Problem ten jest złożony, bowiem generowane przez „wymuszenie” drgania mają różnorodne struktury amplitudowo-częstotliwościowe. Tym nie mniej charakter rozkładu amplitudowo-częstotliwościowego niejednokrotnie jest cechą określającą rodzaj wymuszenia (tramwaju, pociągu metra, odstrzału –ilości i rodzaju ładunku,..). W opracowaniu przedstawiono przykład funkcji przejścia jaka należałoby zastosować na zmierzone drgania gruntu w celu określenia przyśpieszenia fundamentów budynku. Funkcja ta opracowana została na podstawie analizy drgań spowodowanych przejazdem tramwajów dla obiektu o określonych charakterystykach dynamicznych. Dlatego projektowany budynek powinien mieć podobne do niego cechy dynamiczne.

Słowa kluczowe: wpływ na ludzi, wpływ na budynki, dynamika, pomiary drgań

IN-SITU MEASUREMENTS AS A WAY TO FORECAST DYNAMIC LOAD ACTING ON BUILDINGS

Summary

Constructing civil structures located within the area of dynamic actions engineers should protect its structure as well as people staying inside from adverse vibration influences. One of the key problems in these situations is the proper selection of load acting on the designed building. Author proposes a selection method of extortion using field testing involving the measurement of vibrations on the ground at the site of the future facility. Due to wave nature of vibration propagation at the border between ground and structure we are dealing with collapse and reflection. The problem is complex because vibrations generated by „excitation” have various amplitude-frequency structure. Nevertheless the nature of the amplitude-frequency spectrum is often a feature defining type of excitation (tram, subway train, blasting explosive materials, etc.). The study shows an example of the transfer function, which should be impose on measured ground vibrations in order to determine the load on the foundations of the building. This function has been developed based on the analysis of vibration caused by passing trams acting on structure with specific dynamic characteristics. Therefore the designed building should be characterized by similar dynamic properties.

Keywords: impact on people, the impact on buildings, dynamics, time analysis

Przesłano do redakcji: 28.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

²⁵ Autor do korespondencji / corresponding author: Politechnika Krakowska, 31-155 Kraków, koziol_k@poczta.fm

ANALIZA DRGAŃ WIESZARA CIĘGNOWEGO JAKO MODELU KOLEJOWEJ SIECI TRAKCYJNEJ OBCIĄŻONEJ RUCHEM PANTOGRAFÓW

Zwiększenie prędkości jazdy pociągów i rozwój kolei dużych prędkości spowodowały wyraźny wzrost zainteresowania problemami dynamiki kolejowych sieci trakcyjnych. W ostatnich latach pojawiło się w literaturze zagranicznej wiele nowych publikacji przedstawiających zaawansowane numerycznie metody symulacji drgań górnej sieci jezdnej i pantografów. W Polsce temat ten jest stosunkowo mało znany, stąd jednym z celów pracy jest przegląd literatury na temat metod modelowania sieci trakcyjnych. Celem zasadniczym jest przedstawienie oryginalnej metody symulacji drgań sprzężonego układu sieć trakcyjna – pantograf oraz zastosowanie metody do analizy drgań przykładowej sieci trakcyjnej. Metoda bazuje na modelu obliczeniowym przedstawionym przez autorów w odrębnej pracy, sformułowanym na podstawie teorii drgań wiotkiego cięgna z ciągłym rozkładem masy. Górna sieć jezdna jest traktowana jako wstępnie napięty, wieloprzęsłowy wieszak cięgowy złożony z liny nośnej o niepomijalnym zwisie w przęsłach i przewodu jezdnego podwieszonoego za pomocą wiotkich wieszaków nie przenoszących ściskania. Sieć trakcyjna jest obciążona dwoma pantografami poruszającymi się ze stałą prędkością. Pantografy są układami dynamicznymi o dwóch stopniach swobody. Równania ruchu wyprowadzone metodą Lagrange’a – Ritz’a zostały w tej pracy przekształcone poprzez wyodrębnienie nieliniowych sił, które kompensują wpływ wieszaków ściskanych. Opisano metodę rozwiązywania nieliniowych równań ruchu i wyjaśniono sens fizyczny stowarzyszonych z nimi równań liniowych. Przedstawiono przykład symulacji drgań sieci złożonej z dziesięciu przęseł, świadczący o efektywności i możliwościach obliczeniowych prezentowanej metody oraz zbadano wpływ tłumienia w materiale liny nośnej i przewodu jezdnego na charakterystyki dynamiczne badanej sieci.

Słowa kluczowe: symulacja drgań, drgania liniowe, drgania nieliniowe, siła nacisku stykowego, drgania przewodu jezdnego, wpływ tłumienia

VIBRATION ANALYSIS OF SUSPENDED CABLE STRUCTURE AS A MODEL OF RAILWAY OVERHEAD WIRE SYSTEM SUBJECTED TO MOVING PANTOGRAPHS

Summary

Increasing train speeds and rapid development of high speed railway systems give rise to growing interest in dynamics of railway overhead wire systems. In recent years, many new publications on advanced numerical methods for computer simulation of vibration of pantograph-catenary systems appeared in foreign literature. In Poland, this topic is relatively unknown, hence one of the objectives of this paper is to review the literature on methods for modeling overhead contact lines and pantographs. The main goal is to present an original method for simulation of pantograph and catenary coupled system vibration and the use of method in dynamic analysis of a sample system. The method is based on the computational model which have been presented in a separate article. This model is formulated on the basis of vibration theory of a continuous cable. Catenary is treated as initially tensioned, multi-span cable structure which consists of a carrying cable characterized by non-negligible static sag and a contact wire suspended by means of droppers. The slackening of droppers under compressive forces is taken into account. Catenary is subjected to a passage of two pantographs moving with constant speed, each idealized as two-degree-of-freedom dynamic system.

Equations of motion of the system, derived by the use of Lagrange equations and Ritz approximation of catenary displacements, are reexpressed in this paper to extract nonlinear forces which compensate the effects of compressed droppers. The method for solving nonlinear equations of motion is described. It is also explained what is a physical meaning of linear equations associated with these nonlinear. Exemplary simulations are presented for the catenary consisting of ten spans in order to demonstrate efficiency and computing capabilities of the simulation method. An influence of the material damping in carrying rope and this in contact wire, on the dynamic response of analyzed catenary is examined.

Keywords: vibration simulations, linear vibrations, nonlinear vibrations, contact force, contact wire vibrations, damping influence

Przesłano do redakcji: 20.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

²⁶ Autor do korespondencji / corresponding author: Danuta Bryja, Politechnika Wrocławska, Katedra Mostów i Kolei, Wybrzeże St. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław; tel. 713202332; danuta.bryja@pwr.edu.pl

²⁷ Adam Popiołek, Politechnika Wrocławska, Katedra Mostów i Kolei, Wybrzeże St. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław; tel. 713204469; adam.popiolek@pwr.edu.pl

ANALIZA DRGAŃ POPRZECZNYCH SMUKŁEJ KOLUMNY O ZMIENNYM PRZEKROJU POPRZECZNYM PRZY OBCIĄŻENIU UOGÓLNIONYM Z SIŁĄ SKIEROWANĄ DO BIEGUNA DODATNIEGO

W pracy zawarto wyniki rozważań teoretycznych oraz analizę numeryczną zagadnienia drgań swobodnych smukłego układu o zmiennym przekroju poprzecznym poddanego działaniu wybranego przypadku obciążenia swoistego. Analizowane obciążenie uogólnione z siłą skierowaną do bieguna dodatniego realizowane jest poprzez strukturę zbudowaną z głowic z zarysie kołowym: wywołującą i przejmującą obciążenie. W celu zamodelowania niepryzmatyczności kolumny, układ podzielono na n przyzmatycznych segmentów o równej długości i grubości oraz zmiennej szerokości opisaną za pomocą funkcji liniowej oraz wielomianu drugiego stopnia, przy zachowaniu warunku stałej objętości sumarycznej. W oparciu o model fizyczny układu zdefiniowano zależności określające energię mechaniczną struktury. Problem sformułowano na podstawie zasady Hamiltona (metoda drgań, kinetyczne kryterium utraty stateczności). Biorąc pod uwagę geometryczne warunki brzegowe oraz geometryczne warunki ciągłości wyznaczono różniczkowe równania ruchu poszczególnych segmentów kolumny oraz brakujące do opisu układu naturalne warunki brzegowe i naturalne warunki ciągłości. W oparciu o tak zdefiniowany model matematyczny opracowano autorskie algorytmy obliczeniowe umożliwiające badania numeryczne drgań poprzecznych układu. W ramach przeprowadzonych obliczeń określono zakres zmian częstości drgań własnych w funkcji obciążenia zewnętrznego. Dyskusji poddano wpływ zmiennych parametrów geometrycznych kolumny na wartość częstości drgań oraz typ układu, uwzględniając parametry określające kształt kolumny oraz geometrię struktury realizującej obciążenie.

Słowa kluczowe: układy smukłe, drgania swobodne, obciążenie swoiste, obciążenie krytyczne

FREE VIBRATION ANALYSIS OF THE SLENDER COLUMN OF VARIABLE CROSS - SECTION UNDER THE GENERALIZED LOAD WITH A FORCE DIRECTED TOWARDS THE POSITIVE POLE

Summary

The results of the theoretical considerations and numerical analysis of the issue of the free vibration of the slender system of the variable cross-section under selected case of the specific load were included in this work. Analyzed generalized load with a force directed towards the positive pole is realized by the structure built of heads of the circular outlines: loading and receiving heads. In order to model the variable cross-section of the column, the system was divided into n prismatic segments of the equal length and thickness and the variable width described by the linear function and the polynomial of degree 2, fulfilling the condition of the constant total volume. On the basis of the physical model of the system, the mechanical energy of the structure was defined. The issue of the free vibration was formulated taking into account the Hamilton's principle (energetic method, kinetic criterion of the stability loss). Taking into consideration the geometric boundary conditions and the geometric continuity conditions, the differential equations of motion of particular segments of the column as well as the natural boundary condition and the natural continuity conditions were determined. On the basis of so-defined mathematical model, the computation algorithms enabling numerical examination of the transverse vibration of the column were developed. Within the scope of the carried-out calculations, the range of the changes in the frequency of the free vibration as a function of the external load was determined. An influence of the variable geometric parameters of the column on the value of the natural frequency and the type of the system was discussed, including the parameters describing the shape of the column as well as the geometry of the loading structure.

Keywords: slender systems, free vibrations, specific load, critical load

Przesłano do redakcji: 15.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

²⁸ Janusz Szmidła, Politechnika Częstochowska, Instytut Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. J. H. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa; tel. +48 (34) 32-50-616; szmidla@imipkm.pcz.pl

²⁹ Autor do korespondencji / corresponding author: Anna Jurczyńska, Politechnika Częstochowska, Instytut Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. J. H. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa; tel. +48 (34) 32-50-683; a.jurczynska@imipkm.pcz.pl

Barbara TOMCZYK³⁰
Anna LITAWSKA³¹

A NEW TOLERANCE MODEL OF VIBRATIONS OF THIN MICROPERIODIC CYLINDRICAL SHELLS

The objects of consideration are thin linearly elastic Kirchhoff-Love-type circular cylindrical shells having a micro-periodic structure in circumferential direction (*uniperiodic shells*). At the same time the shells have constant structure in axial direction. The aim of this contribution is to formulate and discuss a new non-asymptotic averaged model for the analysis of selected dynamic problems for these shells. This, so-called, *general tolerance model* is derived by means of a certain extended version of the known tolerance modelling of micro-heterogeneous media. This version is based on a new notion of *weakly slowly-varying functions*. Contrary to the starting exact shell equations with highly oscillating, non-continuous and periodic coefficients, governing equations of the tolerance model have constant coefficients depending also on a period of inhomogeneity. Hence, the model makes it possible to investigate the effect of a cell size on the global shell dynamics (*the length-scale effect*). The differences between *the general tolerance model* proposed here and the corresponding *known standard tolerance model* derived by means of the more restrictive concept of *slowly-varying functions* are discussed.

Keywords: uniperiodic shells, mathematical modelling, weakly slowly-varying functions, dynamic problems, length-scale effect

NOWY MODEL TOLERANCYJNY DO ANALIZY DRGAŃ CIENKICH MIKROPERIODYCZNYCH POWŁOK WALCOWYCH

Streszczenie

Przedmiotem rozważań są cienkie liniowo-sprężyste powłoki walcowe typu Kirchhoffa-Love'a mające periodycznie mikro-niejednorodną strukturę w kierunku obwodowym. Powłoki takie nazywamy *uniperiodycznymi*. Celem pracy jest sformułowanie nowego, nieasymptotycznego, uśrednionego modelu służącego do analizy wybranych zagadnień dynamiki takich powłok. Przedstawiony *ogólny model tolerancyjny* wyprowadzony jest w oparciu o pewną zmodyfikowaną wersję znanej techniki tolerancyjnego modelowania struktur mikro-niejednorodnych. Wersja ta bazuje na nowym pojęciu *funkcji słabo wolno-zmiennej*. W przeciwieństwie do równań wyjściowych dla analizowanych powłok niejednorodnych mających współczynniki periodyczne, silnie oscylujące i nieciągłe, równania modelu tolerancyjnego mają stałe współczynniki. Ponadto, współczynniki te zależą od parametru długości mikrostruktury. Tym samym umożliwiają badanie efektu skali.

Słowa kluczowe: powłoka uniperiodyczna, modelowanie matematyczne, funkcja słabo wolno-zmienna, zagadnienia dynamiki, efekt skali

Przesłano do redakcji: 24.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

³⁰ Corresponding author / autor do korespondencji: Barbara Tomczyk, Lodz University of Technology, Department of Structural Mechanics, al. Politechniki 6, 90-924 Lodz, tel. 426313563; barbara.tomczyk@p.lodz.pl

³¹ Anna Litawska, Lodz University of Technology, Department of Structural Mechanics, al. Poli-techniki 6, 90-924 Lodz, tel. 426313563; a.litawska@gmail.com

ODPOWIEDŹ DYNAMICZNA BUDYNKU MIESZKALNEGO PO TERMOMODERNIZACJI NA WSTRZĄSY POCHODZENIA GÓRNICZEGO

Budynki prefabrykowane, wzniesione w drugiej połowie dwudziestego wieku, nadal stanowią liczną grupę wśród budynków mieszkalnych w Polsce. W ostatnich latach, w wyniku nowych wymagań dotyczących ochrony środowiska oraz właściwości cieplnych budynków, obiekty te są modernizowane. Wprowadzane zmiany dotyczą głównie izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych. W typowych technologiach zwiększeniu ulega grubość ściany poprzez wprowadzenie dodatkowych warstw styropianu, wełny mineralnej, zbrojonej zaprawy, siatki z włókna szklanego. Termomodernizacja budynku skutkuje zatem zwiększeniem jego masy i może zmienić sztywność konstrukcji. W niniejszej pracy analizowano wpływ wykonanej termomodernizacji prefabrykowanego, wysokiego budynku mieszkalnego zlokalizowanego w obszarze jednego z najbardziej aktywnych sejsmicznie regionów górniczych w Polsce – Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, na jego odpowiedź dynamiczną na działanie wstrząsów górniczych. W obliczeniach wykorzystano metodę elementów skończonych. Rozważano użycie do modelowania ścian przed i po termomodernizacji modelu wielowarstwowego oraz prostego modelu jednowarstwowego o zastępczych, uśrednionych parametrach. Otrzymane wyniki obliczeń wskazują, że termomodernizacja rozważanego budynku praktycznie nie zmienia wartości częstotliwości drgań własnych tej konstrukcji i odpowiedzi na wymuszenie parasejsmiczne w postaci wstrząsów górniczych.

Słowa kluczowe: budynek prefabrykowany, model numeryczny, wstrząsy górnicze, drgania budynku, izolacja cieplna budynku, termomodernizacja

DYNAMIC RESPONSE OF APARTMENT BUILDING AFTER THERMO-MODERNIZATION ON MINE-INDUCED ROCKBURSTS

Summary

Prefabricated buildings erected in the second half of the twentieth century still constitute a large group of apartment buildings in Poland. Nowadays, as a result of new environmental regulations as well as the necessity to improve energy properties they are modernized. These changes mainly concern thermal insulation of external walls. Application of typical technologies results in increasing of the walls thickness by adding the extra layers of styrofoam, rock or mineral wool, reinforced mortar, glass fibre textile mesh. Therefore such thermo-modernization causes increasing of the building mass and can change the stiffness of structure.

In this paper the influence of the performed thermo-modernization of the prefabricated, high-rise, apartment building located in the area of the one of the most seismically active mining region in Poland – Legnica-Glogow Copperfield, on the mine-induced building dynamic response. Numerical calculations were carried out using finite element method software. A multi-layer model as well as simple one layer model with equivalent parameters were taken into consideration for modelling the walls before and after thermo-modernization. The results of calculations indicate that the thermo-modernization of the considered building practically does not change the values of frequencies of natural vibrations and the dynamic response on the mine-induced excitations of the structure.

Keywords: prefabricated building, numerical model, mining tremors, building vibrations, building thermal insulation, thermo-modernization

Przesłano do redakcji: 28.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

³² Autor do korespondencji: Krystyna Kuźniar, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Instytut Techniki, ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków, tel. 126626339; kkuzniar@up.krakow.pl

³³ Maciej Zajęc, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Instytut Techniki, ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków, tel. 126626339; mjzajac@up.krakow.pl

Tomasz SIWOWSKI³⁴
Mateusz RAJCHEL³⁵
Damian KALETA³⁶

CHARAKTERYSTYKA DYNAMICZNA MOSTU DROGOWEGO WYKONANEGO Z POLIMEROWYCH KOMPOZYTÓW WŁÓKNISTYCH FRP

Przęsło kompozytowe mostu drogowego ma zazwyczaj wysoki stosunek obciążeń ruchomych do stałych (ciężaru własnego), co czyni je znacznie bardziej wrażliwym na oddziaływanie poruszających się pojazdów niż mosty konwencjonalne ze stali i betonu. To m.in. powoduje, że charakterystyka dynamiczna przęseł mostów kompozytowych jest obecnie jednym z najważniejszych aspektów, koniecznych do analizy w procesie projektowania, budowy i eksploatacji mostów kompozytowych. W badaniach dynamicznych obiektu mostowego jego charakterystykę otrzymuje się zazwyczaj z bezpośredniego pomiaru przyspieszeń, odkształceń lub przemieszczeń określonych punktów konstrukcji, wymuszonych w czasie rzeczywistym przez poruszające się po nim z różną prędkością pojazdy. Ta metoda została zastosowana również w badaniach pierwszego polskiego mostu drogowego, którego zarówno dźwigary główne jak i płytę pomostu wykonano z kompozytów FRP. Na podstawie pomiarów przemieszczeń wybranych punktów przęsła pod wpływem obciążenia przejeżdżającymi pojazdami wyznaczono podstawowe charakterystyki dynamiczne mostu: współczynniki dynamiczne, częstości drgań własnych oraz współczynnik tłumienia. Otrzymane wartości potwierdziły właściwe parametry dynamiczne mostu kompozytowego w świetle wymagań stawianych drogowym obiektom mostowym w Polsce.

Słowa kluczowe: współczynnik dynamiczny, częstość drgań własnych, współczynnik tłumienia, przęsło mostu, kompozyt FRP, badania mostu

DYNAMIC CHARACTERISATION OF ROAD BRIDGE MADE OF FIBRE REINFORCED POLYMER COMPOSITES

S u m m a r y

In the first decade of XXI century the new structural material, fibre reinforced polymer composites (FRP), promulgated remarkably in bridge engineering. FRP composite bridge superstructure characterizes usually the high live load / dead load ratio, which makes FRP bridges more sensitive to moving vehicles than conventional bridges. Therefore the dynamic characterization of FRP superstructure has become recently one of the most important issues in its design, construction and maintenance. Dynamic characterization of a bridge is usually identified by direct measurement of accelerations, strains or displacements in relevant structural points, induced by moving vehicles with various velocities. This method has been applied in the dynamic test of the first Polish all-composite bridge. On the basis of displacements measurement in relevant points of the FRP superstructure during bridge loading the basic dynamic parameters have been identified: dynamic coefficients, natural frequencies and damping ratio. The values established during the test confirmed the FRP composite bridge has the adequate dynamic characterization according to the Polish requirements for road bridges.

Keywords: dynamic coefficient, natural frequency, damping ratio, bridge superstructure, FRP composite, bridge test

Przesłano do redakcji: 24.02.2014 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

³⁴ Autor do korespondencji / corresponding author: Tomasz Siwowski, Politechnika Rzeszowska, Zakład Dróg i Mostów, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651926; siwowski@prz.edu.pl

³⁵ Mateusz Rajchel, Politechnika Rzeszowska, Zakład Dróg i Mostów, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651016; mrajchel@prz.edu.pl

³⁶ Damian Kaleta, Promost Consulting Sp. z o.o. Sp.k., ul. Bohaterów 10 Sudeckiej Dywizji Piechoty 4, 35-307 Rzeszów; tel. 178579155; kaleta@promost.pl

STATE-OF-THE-ART TIME INTEGRATION METHODS IN THE ADINA PROGRAM

This paper presents state-of-the-art solution methods available in the ADINA program for dynamic, direct time integration analysis of time-dependent problems. For implicit direct dynamic solutions, a two-step Bathe method is presented. Advantages of the Bathe method over the widely used Newmark method are shown in small sample problems. Solutions of complex dynamic problems using the Bathe method will be presented at the Conference. For direct explicit dynamic solutions, the Noh-Bathe method is presented and compared with the central difference method and here again, advantages of the Noh-Bathe method are shown in small sample problems.

Keywords: structural dynamics, finite elements, implicit time integration, Bathe method, explicit time integration, Noh-Bathe method

STAN WIEDZY NA TEMAT METOD CAŁKOWANIA RÓWNAŃ RUCHU W PROGRAMIE ADINA

Streszczenie

W pracy zaprezentowano metody do bezpośredniego całkowania równań ruchu schematem niejawnym (metoda Bathe'go) i jawnym (metoda Noh-Bathe). W przypadku niejawnego schematu rozwiązywania równań ruchu, porównano rezultaty otrzymane metodami Bathe'go i Newmarka dla prostych przykładów uwypuklając przewagę metody Bathe'go. W przypadku jawnego schematu rozwiązywania równań ruchu, porównano wyniki otrzymane przy pomocy metody Noh-Bate i metody różnic centralnych. Wyniki rozwiązań dla kompleksowych konstrukcji będą przedstawione w czasie Konferencji.

Słowa kluczowe: dynamika konstrukcji, niejawne rozwiązywanie równań ruchu, metoda Bathe'go, jawne rozwiązywanie równań ruchu, metoda Noh-Bathe

Przesłano do redakcji: 24.02.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

WYKRYWANIE USZKODZEŃ WĘZŁÓW W MODELU RAMY STALOWEJ NA PODSTAWIE ANALIZY INERTANCJI

W artykule przedstawiono możliwość detekcji uszkodzeń węzłów na podstawie analizy proporcji pomiędzy wytypowanymi fragmentami funkcji przejścia (FRF). W ramach zadania wykonano eksperyment na modelu laboratoryjnym dwukondygnacyjnej ramy portalowej, którą poddano testom dynamicznym i dla której określono model modalny. Funkcję przejścia odpowiadającą wybranym punktom układu potraktowano jako sygnał w dziedzinie częstotliwości. Wyznaczono odcięte środków ciężkości kwadratów sygnału wybranych fragmentów funkcji, które następnie potraktowano jako dane wejściowe w metodzie wektorów nośnych. Zaproponowane podejście umożliwia skuteczną detekcję uszkodzeń węzłów badanego modelu.

Słowa kluczowe: detekcja uszkodzeń, SHM, FRF, Support Vector Machines (SVM)

DETECTION OF DEFECTS CONNECTION BETWEEN MEMBERS OF STEEL FRAME ON THE BASIS OF FRF CHANGES

Summary

The article presents the possibility of nodes failures detecting based on the analysis of the proportions between the selected intervals of FRF function. Within the scope of the task an experiment was performed on the laboratory model of a two-storey portal frame, which was subjected to dynamic tests and for which a modal model was defined. FRF function for selected system points was treated as a signal in the frequency domain. For the relevant fragments, the centers of gravity of the signal squares were determined, which were then used as input data in the Support Vector Machines (SVM) method. The proposed approach enables effective detection of connection damage in the tested structure.

Keywords: damage detection, SHM, FRF, Support Vector Machines (SVM)

Przesłano do redakcji: 10.03.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

³⁸ Autor do korespondencji / corresponding author: Dominika Ziaja, Politechnika Rzeszowska, Zakład Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651618; dziaja@prz.edu.pl

³⁹ Bartosz Miller, Politechnika Rzeszowska, Zakład Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651623; bartosz.miller@prz.edu.pl

Artur BOROWIEC⁴⁰
Leonard ZIEMIAŃSKI⁴¹

BADANIA DYNAMICZNE ODBIERAKA PRĄDU LEKKIEGO POJAZDU SZYNOWEGO

Badania dynamiczne odbieraka prądu pojazdu szynowego przeprowadzono w celu określenia parametrów modalnych projektowanego rozwiązania. Przedmiotem badań był odbierak prądu dedykowany do lekkich pojazdów szynowych (tramwaj, kolej miejska, metro) o oznaczeniu 120ECI. W celu weryfikacji modelu modalnego podczas badań porównano wyniki analiz modalnych dla różnych sposobów wymuszania drgań (losowo, impulsowo). Przeprowadzono pomiary dla pięciu położań ślizgacza pantografu w zakresie jego pracy.

Słowa kluczowe: analiza modalna, lekki pojazd szynowy, odbierak prądu

DYNAMIC TESTING A PANTOGRAPH OF LIGHT RAIL VEHICLE

Summary

Dynamic testing of the rail vehicle current collector (pantograph) was conducted to determine the modal parameters of the proposed solution. The subject of the study was a current receiver dedicated to light rail vehicles marked 120ECI. In order to verify the modal model, the results of the modal analyzes for different vibration induction methods (random, pulsed) were compared. Measures were taken for the five positions of the collector head in its working range.

Keywords: modal analysis, light rail vehicle, pantograph

Przesłano do redakcji: 19.03.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁴⁰ Autor do korespondencji / corresponding author: Artur Borowiec, Politechnika Rzeszowska, Katedra Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651617; artur.borowiec@prz.edu.pl

⁴¹ Leonard Ziemiański, Politechnika Rzeszowska, Katedra Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651353; ziele@prz.edu.pl

Michał JUREK⁴²
Katarzyna MAJEWSKA⁴³
Magdalena MIELOSZYK⁴⁴
Wiesław OSTACHOWICZ⁴⁵
Leonard ZIEMIAŃSKI⁴⁶

ANALIZA POŁĄCZENIA PŁYTA GFRP – USZTYWNIENIE Z WYKORZYSTANIEM WIBROTERMOGRAFII

W związku z dynamicznym rozwojem metod projektowania i wytwarzania materiałów kompozytowych, zaobserwować można ich zwiększającą się powszechność w wielu gałęziach przemysłu. Materiały kompozytowe znaleźć można również, w takich zastosowaniach, gdzie kluczowe znaczenie ma bezpieczeństwo konstrukcji. Stąd też rozpowszechnieniu kompozytów jako materiałów konstrukcyjnych, towarzyszy ciągle rozwój nieniszczących metod wykrywania uszkodzeń i oceny stanu technicznego konstrukcji.

W pracy przedstawiono wstępne rezultaty badań laboratoryjnych, których celem była próba oceny przydatności metody termografii aktywnej w badaniu stanu połączenia klejowego płyty i profilu kompozytowego. Badania przeprowadzono na próbkach wykonanych z kompozytów włóknistych GFRP (ang. *Glass Fibre Reinforced Polimer*). Na podstawie zarejestrowanych sekwencji termogramów, przeprowadzona została analiza porównawcza, która pozwoliła na skuteczne zlokalizowanie defektu w postaci wady połączenia płyta – usztywnienie.

Słowa kluczowe: wibrotermografia, kompozyty włókniste, badania nieniszczące, połączenia klejone

ANALYSIS OF GFRP PLATE – STIFFENING RIB JOINT WITH USE OF VIBROTHERMOGRAPHY

Summary

Due to the dynamic development of designing and manufacturing methods composite materials are becoming increasingly common in many industries branches. Composite materials can also be found in applications where construction safety is critical. Hence, the widespread use of composites as construction materials is accompanied by the continuous development of non-destructive methods for detecting defects and assessing the technical condition of structures.

The paper presents the preliminary results of laboratory tests aimed at evaluating the usefulness of the active thermography method in the study of adhesive bonding of the panel and the composite profile. The tests were performed on samples made of GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer). Based on the recorded thermogram sequences, a comparative analysis was carried out which enabled the defect to be effectively located.

Keywords: GFRP composites, non-destructive testing, vibrothermography

Przesłano do redakcji: 01.04.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁴² Autor do korespondencji / corresponding author: Michał Jurek, Politechnika Rzeszowska, Katedra Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651622; mjurek@prz.edu.pl

⁴³ Katarzyna Majewska, Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szwalskiego, Polska Akademia Nauk, ul. Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk; k.majewska@imp.gda.pl

⁴⁴ Magdalena Mieloszyk, Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szwalskiego, Polska Akademia Nauk, ul. Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk; mmieloszyk@imp.gda.pl

⁴⁵ Wiesław Ostachowicz, Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szwalskiego, Polska Akademia Nauk, ul. Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk; Politechnika Warszawska, Narbutta 84, 02-524 Warszawa; wieslaw@imp.gda.pl

⁴⁶ Leonard Ziemiański, Politechnika Rzeszowska, Katedra Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; ziele@prz.edu.pl

CAŁKOWANIE RÓWNAŃ RUCHU KONSTRUKCJI Z UŁAMKOWYMI TŁUMIKAMI MAXWELLA

W pracy przedstawiono nową metodę numerycznego całkowania równań ruchu z lepko-sprężystymi tłumikami drgań. Tłumiki drgań są opisywane za pomocą ułamkowego modelu Maxwella. Do opisu tego modelu stosuje się pochodne ułamkowe (niecałkowitego rzędu). Podano podstawy teoretyczne proponowanej metody oraz omówiono wyniki przykładowych obliczeń.

Słowa kluczowe: dynamika, tłumiki drgań, zasada Boltzmana, drgania niestacjonarne

NUMERICAL INTEGRATION OF EQUATION OF MOTION OF STRUCTURES WITH FRACTIONAL MAXWELL DAMPERS

Summary

The new numerical method of integration of equation of motion of structural systems with viscoelastic dampers is presented in the paper. Viscoelastic dampers are described with a help of the fractional rheological model of Maxwell type. The fractional derivatives are use in description of dampers. The theoretical basis of the proposed method are presented. Moreover, results of exemplary calculation are described and briefly discussed.

Keywords: dynamics, dampers, Boltzman's principle, transient vibration

Przesłano do redakcji: 10.03.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁴⁷ Autor do korespondencji / corresponding author: Roman Lewandowski, Politechnika Poznańska, Instytut Konstrukcji Budowlanych, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań; tel. 616652472; roman.lewandowski@put.poznan.pl

Barbara MARKIEWICZ⁴⁸
Leonard ZIEMIAŃSKI⁴⁹

ANALIZA DYNAMICZNA KOMPOZYTOWYCH KONSTRUKCJI CIENKOŚCIENNYCH

W pracy przedstawiono analizę dynamiczną kompozytowej konstrukcji cienkościennej o przekroju zamkniętym prostokątnym, o różnych schematach statycznych. Do analizy wykorzystano modele powłokowe i odpowiadające im uproszczone modele prętowe. W modelach powłokowych uwzględniona została ortotropia materiału kompozytowego i różne warianty ułożenia włókien nośnych w poszczególnych warstwach. W modelach belkowych dokonano homogenizacji materiału uzyskując materiał izotropowy o średniej sztywności zastępczej. W analizie uwzględniono dodatkowe usztywnienia w postaci przepon wewnętrznych. Analizowano częstotliwości własne i odpowiadające im postacie drgań. Zbadano jaki wpływ na wyniki ma kąt orientacji włókien w warstwach, smukłość belki i schemat statyczny oraz porównano wyniki otrzymane dla modeli powłokowych z wynikami otrzymanymi dla uproszczonych modeli prętowych.

Słowa kluczowe: pręt kompozytowy, pręt cienkościenny, model prętowy, modelowanie MES, dynamika, częstotliwości drgań

DYNAMIC ANALYSIS OF THIN-WALLED COMPOSITE STRUCTURES

Summary

The paper presents a dynamic analysis of closed thin-walled (CTW) section composite structures with different boundary conditions. Analysis is carried out with a use of shell models and corresponding simplified beam models.

The shell models include orthotropy of the composite material and different fiber orientation angles in laminas. In the beam models the material is homogenized and treated as isotropic with mean material properties. The numerical analysis is also performed for the same beam with added internal diaphragms.

The results are presented in the form of natural frequencies and corresponding mode shapes. The effects of the boundary conditions, fiber angle and slenderness are studied. The results obtained for the shell models are compared with those for the simplified beam models.

Keywords: composite beam, thin-walled beam, beam element, FEM modeling, natural frequencies

Przesłano do redakcji: 20.03.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁴⁸ Autor do korespondencji / corresponding author: Barbara Markiewicz, Politechnika Rzeszowska, Katedra Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651618; bmarkiewicz@prz.edu.pl

⁴⁹ Leonard Ziemiański, Politechnika Rzeszowska, Katedra Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651353; ziele@prz.edu.pl

Grzegorz PIĄTKOWSKI⁵⁰
Leonard ZIEMIAŃSKI⁵¹

EKSPERYMENTALNA ANALIZA MODALNA DŹWIGARA KOMPOZYTOWEGO FRP Z KOMPOZYTOWĄ PŁYTĄ POMOSTOWĄ

Celem przeprowadzonych badań było ustalenie parametrów dynamicznych dźwigara kompozytowego z kompozytową płytą pomostową, tj. ustalenie częstotliwości drgań rezonansowych, postaci drgań i współczynników tłumienia. Zastosowana eksperymentalna analiza modalna polegała na pomiarze siły wymuszającej oraz rejestracji odpowiedzi konstrukcji w postaci sygnałów przyspieszeń w wybranych punktach. Posłużono się metodą SIMO (single input – multiple output), tj. wzbudzenie drgań w jednym punkcie, z jednoczesnym pomiarem przyspieszeń w wielu punktach. W badaniach zastosowano wymuszenie harmoniczne zrealizowane za pomocą wzbudnika modalnego.

Słowa kluczowe: eksperymentalna analiza modalna, dźwigar mostowy, dźwigar kompozytowy, pomost kompozytowy, kompozyty FRP

EXPERIMENTAL MODAL ANALYSIS OF A FRP COMPOSITE GIRDER WITH A COMPOSITE DECK PANEL

Summary

The purpose of the study was to estimate modal parameters of the composite girder with a composite deck panel. Experimental modal analysis with a SIMO test was used. Dynamic response of the beam to harmonic excitation was measured with numerous of piezoelectric acceleration sensors. The basic frequencies, vibration modes and damping coefficients were found.

Keywords: experimental modal analysis, bridge girder, composite girder, composite deck panel, FRP composites

Przesłano do redakcji: 19.04.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁵⁰ Autor do korespondencji / corresponding author: Grzegorz Piątkowski, Politechnika Rzeszowska, Katedra Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651323; pgrzes@prz.edu.pl

⁵¹ Leonard Ziemiański, Politechnika Rzeszowska, Katedra Mechaniki Konstrukcji, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651327; ziele@prz.edu.pl

GEOLOGICAL AND SEISMIC INVESTIGATION OF FORMER LIGNITE MINING AREA IN ZIELONA GÓRA – TWO CASE STUDIES

The article presents two case studies of investigation carried out on plots of land, intended for multi-family residential development, lying on a former lignite mining area in Zielona Gora. It was underground mining, operating in the years 1840-1948. Lignite deposits were extracted with the room and pillar method, i.e. with an overlayer collapse, causing deformations on the surface of the ground. In the first case study, there was no detailed mining data. In order to identify the geological structure under the planned seven-floor multi-family building, seismic surveys were performed with the technique of multichannel analysis of surface waves (MASW). Three seismic profiles were performed. They revealed the presence of several zones where S-waves had smaller velocity values. In order to verify whether the zones with the smaller values of velocity correspond to e.g. lower soil density resulting from collapsed exploitation room, some drillings were undertaken to the depth indicated in geophysical investigation. Additionally, the CPT and dynamic probing were also performed. The data obtained allowed to determine the soil parameters necessary for the safe design and foundation of the building. In the second case study, a historical mining map with the marked location of the shaft and the main galleries was used. Formerly, geological and engineering documentation for construction works had been prepared, based on 30-meter drillings and soundings with a heavy probe. The mining maps and the contemporary maps were mapped one on another carefully and accurately, calibrated with historic buildings. Thus, the accuracy of 5 m was obtained. Additionally, investigation with the MASW technique was performed. Ten seismic profiles were performed, and then verified by drillings. Also, dynamic probing in the vicinity of the expected location of the shaft was performed. Neither the MASW investigation nor the dynamic probing did not reveal any alterations in the soil condition, which would suggest the presence of the properly liquidated shaft. Thus, based exclusively on the cartographic material, the area comprising the liquidated and backfilled shaft was established. The area was excluded from the plans for the intended building erection.

Keywords: lignite mining, Zielona Góra, seismic investigation, multichannel analysis of surface waves MASW, seismic estimation SPT (N30)

BADANIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE ORAZ SEJSMICZNE NA OBSZARACH DAWNEGO GÓRNICICTWA WĘGLA BRUNATNEGO – DWA PRZYPADKI Z TERENU ZIELONEJ GÓRY

Summary

Artykuł przedstawia badania, jakie przeprowadzono na dwóch przykładowych działkach przeznaczonych dla zabudowy wielorodzinnej leżących na terenie dawnego górnictwa węgla brunatnego w Zielonej Górze. Było to górnictwo podziemne, działające w latach 1840-1948. Węgiel brunatny eksploatowany był metodą filarowo – komorową, na zawał, powodując powstawanie na powierzchni deformacji terenu. Dla niektórych fragmentów miasta zachowały się mapy górnicze.

W pierwszym przypadku brak było szczegółowych danych górniczych. W celu rozpoznania budowy geologicznej pod projektowany budynek wielorodzinny, 7-kondygnacyjny wykonano geofizyczne badania sejsmiczne techniką wielokanałowej analizy fal powierzchniowych MASW. Wykonano 3 profile sejsmiczne. Wykazały one kilka niewielkich stref cechujących się niższymi wartościami prędkości fal sejsmicznych poprzecznych S. W celu weryfikacji, czy strefy obniżenia prędkości związane są np. z obniżonym zagęszczeniem gruntu wskutek zawału stropu nad komorami eksploatacyjnymi wykonano odwierty do głębokości wskazanej badaniami geofizycznymi. Wykonano także sondowania sondą CPTu oraz sondowania dynamiczne. Uzyskane dane pozwoliły na określenie parametrów podłoża koniecznych do bezpiecznego zaprojektowania posadowienia budynku. W drugim przypadku dostępna była mapa górnictwa z lokalizacją szybu oraz głównych chodników.

Keywords: górnictwo węgla brunatnego, Zielona Góra, badania sejsmiczne, wielokanałowa analiza fal powierzchniowych, MASW, sejsmiczna estymacja SPT (N30)

Przesłano do redakcji: 11.04.2017 r.

Przyjęto do druku: 28.04.2017 r.

⁵² Corresponding author / autor do korespondencji: Agnieszka Gontaszewska-Piekarz, Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski, ul. Prof. Szafrana 1, 65-001 Zielona Góra, a.gontaszewska@ib.uz.zgora.pl

⁵³ Jerzy Kłosiński, Geospectrum S.c. Kraków, klosinski@geospectrum.pl