ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1994

Seria: MECHANIKA z. 115 Nr kol. 1230

Remigiusz ĆWIK, Tadeusz KOPROWSKI
Katedra Mechaniki Robotów i Maszyn Roboczych Ciężkich
Politechnika Śląska

LABORATORYJNE STANOWISKO DO BADAŃ SKUTECZNOŚCI WIBROIZOLACJI KABIN SUWNIC WIBROIZOLATORAMI QUASI-ZEROWEJ SZTYWNOŚCI

Streszczenie. W pracy przedstawiono opis laboratoryjnego stanowiska do badań skuteczności wibroizolacji kabin suwnic wibroizolatorami quasi-zerowej sztywności.

THE LABORATORY STAND FOR TESTING VIBROINSULATION EFFICIENCY OF THE DRIVER'S CAGE OF BRIDGE CRANES WITH THE QUASIZERO STIFFNESS

Summary. In the paper the stand for testing vibroinsulation efficiency of the driver's cage of bridge cranes with the quasizero stiffness vibroinsulators has been presented.

ЛАБОРАТОРИЙНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПИТАНИЯ ВИБРОИЗОЛАЦИИ КАБИН МОСТОВЫХ КРАНОВ С ВИБРОИЗОЛЯТОРАМИ С КВАЗИРНУЛЕВОЙ ЖЕДКОСТЬЮ

Резюме. В работе представлено лабораторийный стенд для испитания виброизоляции кабин мостовых кранов с виброизоляторами с квазирнулевой жедкостью.

1. WSTĘP

Potrzeba zbudowania laboratoryjnego stanowiska do badań skuteczności wibroizolatorów quasi-zerowej sztywności zastosowanych do podwieszania kabiny suwnicy pomostowej była wynikiem zebranych doświadczeń w trakcie wstępnych badań prototypowego układu wibroizolacji kabiny zainstalowanego na suwnicy hakowej $Q=5T$

i L=32m [1]. Wykonanie pełnych badań w czasie eksploatacji jest prawie niemożliwe z powodu trudności dokonywania zmian w konstrukcji wibroizolatorów i ich układu, trudności montażu oraz konieczności wyłączenia suwnicy z ruchu na okres badań; to wszystko uczyniłoby badania bardzo kosztownymi.

2.OPIS STANOWISKA

Schemat stanowiska pokazano na rys.1. Do sztywnej ramy (1) modelującej jezdnię suwnicy podwieszono belkę (2) za pośrednictwem sprężyn (3) i śrub (4). Belka (2) modeluje masę suwnicy, a sprężyny (3) jej sztywność. Do belki (2) przymocowano układ zawieszenia kabiny i dwóch wibroizolatorów quasi-zerowej sztywności (rys.2). Układ zawieszenia kabiny zapewnia równomierne obciążenie wibroizolatorów kabiną. Do układu wibroizolacji kabiny podwieszono płyty (6) modelujące masę kabiny. Wibroizolatory mogą być podwieszone do belki bezpośrednio, tj. z pominięciem układu zawieszenia.

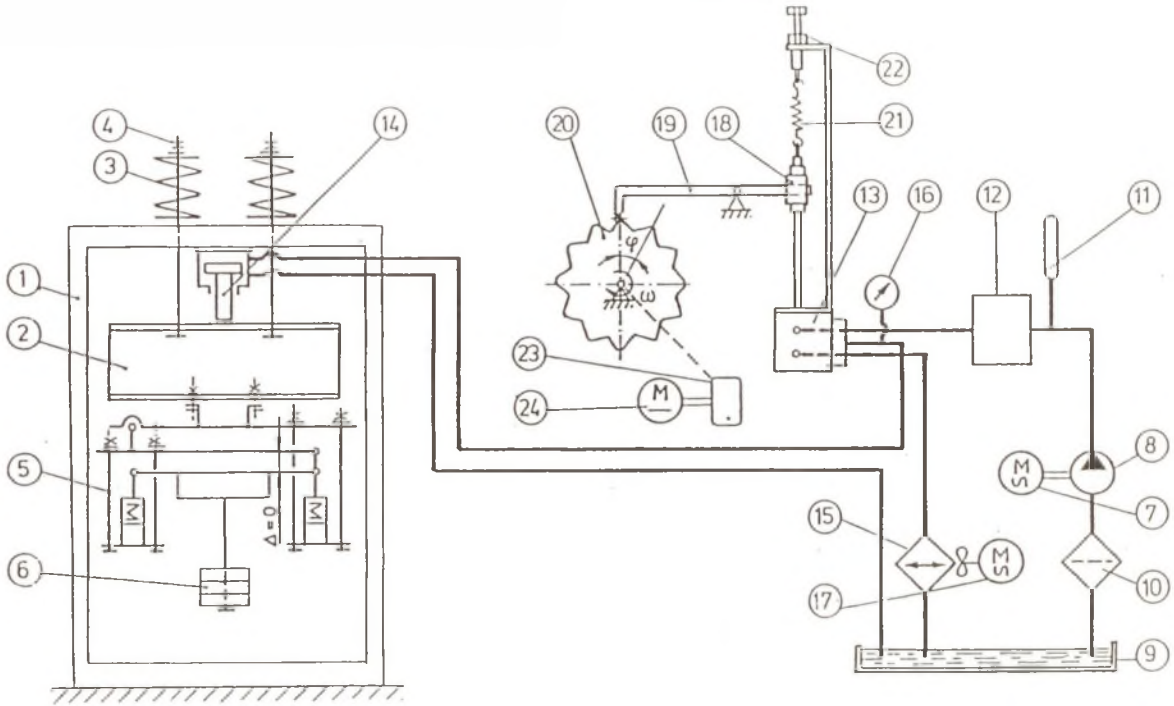
Wymuszenie drgań masy modelującej suwnicę wykonuje układ wymuszania drgań. Silnik elektryczny (7) układu napędza pompę olejową (8) zasysającą olej ze zbiornika (9). Przed pompą jest filtr oleju (10). Z pompy olej przepływa do akumulatora hydraulicznego (11) i poprzez regulator ciśnienia (12) do rozdzielacza hydraulicznego (13). Rozdzielacz hydrauliczny dostarcza i odprowadza olej do i z siłownika hydraulicznego (14); nadmiar oleju poprzez chłodnicę oleju (15) przekazywany jest do zbiornika oleju (9). Chlodzenie oleju zapewnia wentylator (17). Manometr (16) wskazuje ciśnienie oleju doprowadzonego do siłownika hydraulicznego (14). Siłownik zamocowany jest do ramy (1), a tłok jego działa na belkę (2). Dwa suwaki rozdzielacza sterowane są dźwigniami (19) od krzywki (20) z odpowiednio do wymaganych drgań zaprofilowanymi garbami. Stały docisk dźwigni do krzywki zapewnia sprężyna (21) regulowana śrubą (22). Krzywka napędzana jest bocznikowym silnikiem prądu stałego (23) poprzez przekładnię mechaniczną (24). Prędkość obrotowa silnika (23) jest regulowana z pulpitu sterowniczego. Wzbudzanie drgań własnych może odbywć się kinematycznie lub dynamicznie.

Jednoczesnej rejestracji drgań masy suwnicy i masy kabiny dokonuje się na oscylografie używając czujników naklejonych na belki wspornikowe mocowane jednym końcem sztywno do ramy (1), a drugim przesuwnie do mas modelujących suwnicę i kabinę.

3. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

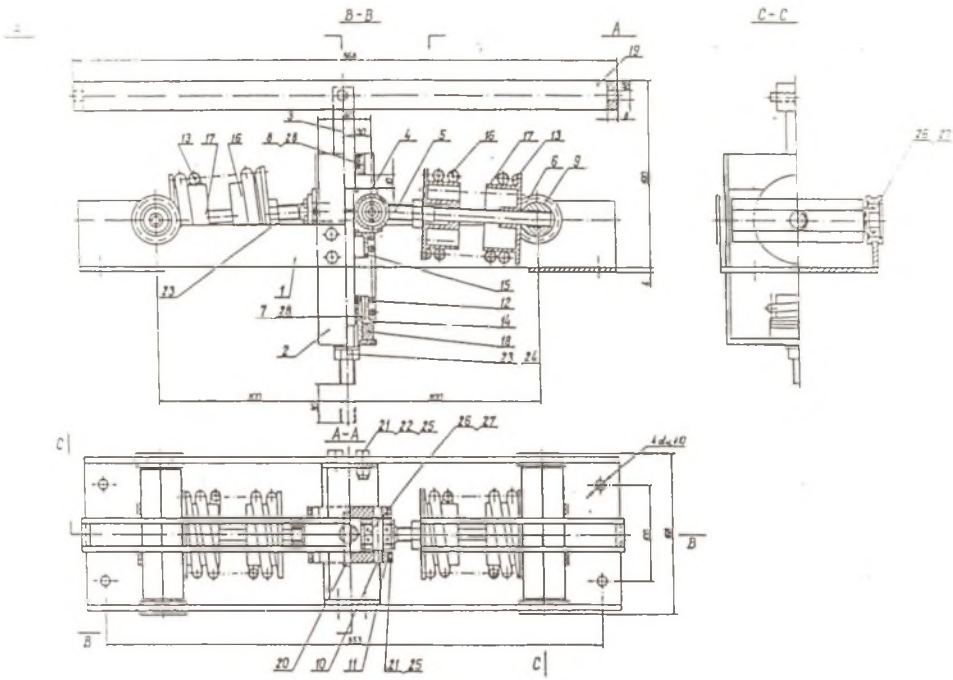
Przy projektowaniu stanowiska przyjęto następujące założenia projektowe:

1. Suwnicę z kabiną podwieszoną poprzez układ wibroizolacji z quasi-zerową sztywnością modeluje się układem dwumasowym.



Rys.1. *Schemat laboratoryjnego stanowiska do badań układu wibroizolacji kabin suwnic*

Fig.1. *Scheme of the stand for testing vibroinsulation of the driver's cage of bridge cranes*



Rys.2. *Wibroizolator quasi-zerowej sztywności*

Fig.2. *The quasizero stiffnes vibroinsulator*

1 - rama, 2 - korpus prowadnika pionowego, 3 - prowadnik pionowy,4 - kamień prowadnika, 5 - prowadnik ukośny, 6 - poprzeczka obrotowa, 7,8 - tuleje prowadnika pionowego, 9 - obudowa łożyska, 10 - oś prowadnika ukośnego, 11 - pokrywa łożyska, 12 - sprężyna główna, 13 - sprężyna kompensacyjna, 14,15 - tuleje sprtężyny głównej, 16,17 - tuleje sprężyny kompensacyjnej, 18 - tuleja dystansowa, 19 - dźwignia, 20,21 - śruby, 22,23 - nakrętki, 24,25 - podkładki, 26 - łożysko kulkowe, 27,28,29 - pierścienie osadcze

2. Konstrukcja układu wibroizolacji i wibroizolatora rzeczywistej suwnicy i jej modelu jest identyczna.
3. Wpływ skali modelu na wartość charakterystyk statycznych i dynamicznych nie ma istotnego wpływu.
4. Częstotliwość drgań własnych suwnicy będzie równa częstotliwości drgań własnych jej modelu.

Założenia o równomierności częstotliwości drgań własnych suwnicy rzeczywistej ω i jej modelu ω_m zapisano:

$$\omega = \omega_m$$

lub

$$\frac{c}{m} = \frac{c_m}{m_m} = k \,, \tag{1a,b}$$

gdzie:

c - sztywność rzeczywistej suwnicy,
c_m - sztywność modelu suwnicy,
m - masa redukowana rzeczywistej suwnicy,
m_m - masa modelu suwnicy.

Z równania (1b) odpowiednio sztywność i masa modelu suwnicy będą:

$$c_m = k\, m_m = \frac{c}{m}\, m_m$$

i

$$m_m = \frac{c_m}{k} = \frac{m}{c}\, c_m \,, \tag{2a,b}$$

Jeżeli częstotliwość wyrazić przez przyspieszenie ziemskie i ugięcie statyczne suwnicy y_{st} i jej modelu y_{stm}:

$$\omega = \sqrt[2]{\frac{g}{y_{st}}} \quad i \quad \omega_m = \sqrt[2]{\frac{g}{y_{stm}}} \,, \tag{3a,b}$$

to na podstawie (1) będzie:

$$y_{stm} = y_{st} \,. \tag{4}$$

Przyjmując "a priori" masę modelu kabiny i mając wartości wielkości dla suwnicy rzeczywistej, wartości wielkości dla modelu wyznaczono z wyżej przytoczonych wzorów.

Zaprojektowane i wykonane stanowisko znajduje się w Laboratorium Katedry Mechaniki Robotów i Maszyn Roboczych Ciężkich Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

LITERATURA

[1] Opracowanie układów wibroizolacji kabin operatorów maszyn roboczych ciężkich. Etap V. Mat.: Wojnarowski J. i in.. Praca naukowo-badawcza NB-312/rmt-4/87. 1990. IMiPKM. Politechnika Śląska. Gliwice.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Roman Bąk

Wpłynęło do Redakcji w grudniu 1993 r.

Abstract

Because of technical difficulties and high costs of preliminary testing of a prototype of a vibroinsulation system of a real cage of bridge crane, where vibroinsulators with quasi-zero stiffness are used, the decision has been made to carry out full testing on the laboratory stand.

In the brief foredesigne it has been assumed that the vibroinsulation system and the vibroinsulators with quasi-zero stiffness are of the same construction as those in the real crane.

The crane has been modelled as an unimass system to which the mass modelling the cage has been suspended via the vibroinsulation system.

Free vibration frequencies of the cage and frequencies of its model will be identical.

The stand consist of a rigid frame which simulates a bridge deck, to which mass concentrated as a model of the crane has been suspended through springs. The vibroinsulation system along with the mass simulating the cage has been suspended to the concentrated mass.

Forcing of vibrations is effected by means of a hydraulic system in which pressure applied from a hydraulic stand is being controlled with a propely programmed cam driven by means of a direct current motor with governed rotational speed. Free vibrations of the mass system can be caused kinematically and dynamically.

Vibrations are recorded on an oscillogram when using strain gauges sticked on to cantilever beams which are connected to the frame in a rigid way and to corresponding masses by means of articulated and sliding joints.

The stand is situated in the Laboratory of the Department of Robots, Mechanics and Heavy Duty Machines at the Silesian Technical University in Gliwice.