

Sylwester MARKUSIK, Damian GAŚKA, Kazimierz WITASZEK

BADANIA PRZYSPIESZEŃ I POZIOMÓW DRGAŃ W SUWNICACH POMOSTOWYCH

Streszczenie. Artykuł zawiera opis zasady działania i konstrukcji specjalnego toru pomiarowego do badań przyspieszeń w suwnicach pomostowych. Opracowana metodyka doświadczalnych badań przyspieszeń może być stosowana także w innych konstrukcjach. Przedstawiono również przykładowe wyniki pomiarów wykonanych na doświadczalnej suwnicy pomostowej

TESTING OF ACCELERATION AND VIBRATION IN OVERHEAD TRAVELLING CRANES

Summary. The article shows description of methodology and construction of special measuring equipment tool for acceleration measurements in cranes. The methodology of acceleration measurement can be used in other constructions. Also example results of measurements for experimental overhead travelling crane are shown.

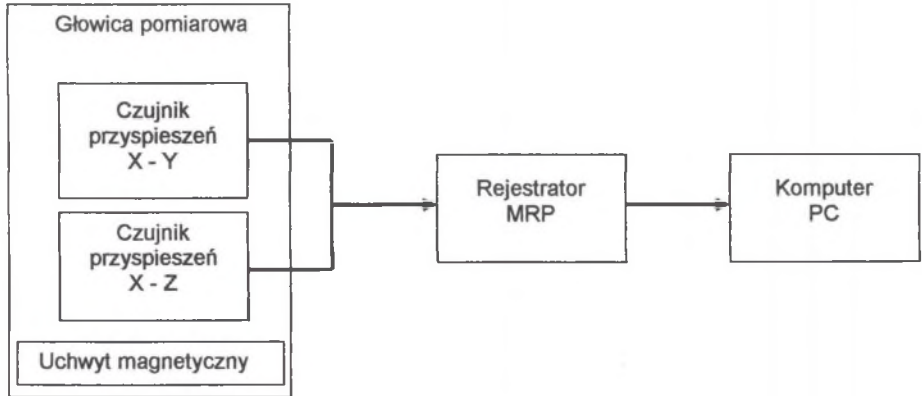
1. WPROWADZENIE

Podstawowym problemem w procesie wymiarowania konstrukcji stalowych jest dokładne określenie zarówno typów, jak i wartości obciążeń na nie działających. Dla dźwignic, które charakteryzują się ruchem przerywanym, obciążenia wywołane przyspieszeniami lub opóźnieniami ruchów roboczych (napędu jazdy, podnoszenia, obrotu i/lub zmiany wysięgu) zaliczane są do obciążeń regularnych [1]. Są to w zasadzie siły bezwładności i jako obciążenia skojarzone powinny być uwzględnione dla tych części ustroju nośnego oraz ładunku brutto, na które działają.

Wymienione obciążenia są jedną z podstaw do sprawdzenia wytrzymałości dźwignic na wypadek zaistnienia uszkodzeń spowodowanych niekontrolowanym ruchem, przekroczeniem granicy plastyczności, sprężystą niestabilnością oraz – tam gdzie to możliwe – zmęczeniem materiału [2, 3]. Kierunek obciążeń wywołanych przyspieszeniami lub opóźnieniami ruchów roboczych (np.: siły dynamicznej przyspieszenia napędu jazdy dźwignicy lub siły dynamicznej przyspieszenia napędu jazdy wózka) jest styczny do kierunku ruchu roboczego [4]. Wyznaczenie wartości sił dynamicznych może się odbywać na drodze doświadczalnej lub metodami analitycznymi sprawdzonymi doświadczalnie. Dotychczas jednak badania tego typu prowadzono w przypadku suwnic jedynie sporadycznie [5-7].

2. BUDOWA TORU POMIAROWEGO I SPOSÓB JEGO INSTALOWANIA NA SUWNICY

Dla weryfikacji analitycznych metod wyznaczania przyspieszeń i opóźnień ruchów roboczych suwnic oraz drgań ustrojów nośnych i określania ich rzeczywistych wartości skompletowano zestaw aparatury badawczej umożliwiającej pomiary tych wielkości w warunkach przemysłowych. Przedstawiono go schematycznie na rys. 1.



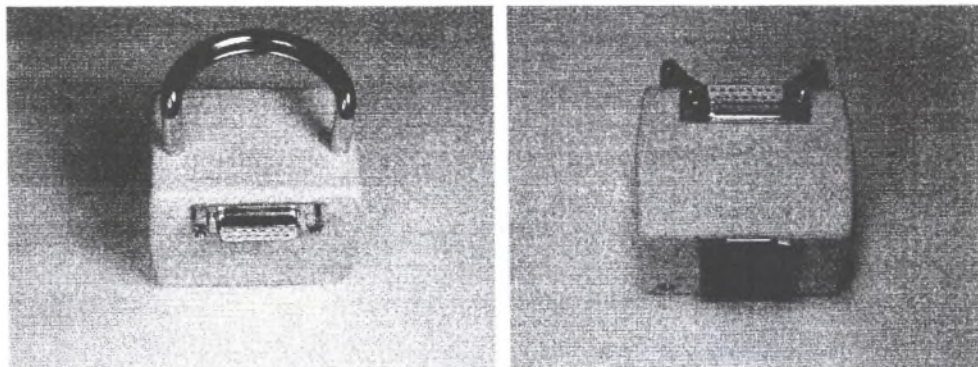
Rys. 1. Schemat blokowy zestawu aparatury badawczej

Fig. 1. Block diagram of measuring device

Składał się on z Mikroprocesorowego Rejestratora Przyspieszeń (MRP), przenośnego komputera PC oraz głowicy pomiarowej z uchwytem magnetycznym. Głowicę tę (rys. 2) zaprojektowano i wykonano w Politechnice Śląskiej. Główne jej zalety są następujące:

- uchwyt magnetyczny ułatwia zabudowę na każdej suwnicy bez konieczności dokonywania zmian w badanym obiekcie,
- małe wymiary głowicy umożliwiają montaż w dowolnym miejscu konstrukcji stalowej,
- jednoczesny pomiar wartości przyspieszeń w trzech wzajemnie prostopadłych osiach (ze względu na zastosowane czujniki jedna z nich jest zdublowana),
- wysoka dokładność pomiaru,
- możliwość badania dynamiki ruchu suwnicy i podnoszenia ładunku w celu identyfikacji obciążeń regularnych i wyjątkowych, zgodnie z europejskimi aktami normatywnymi [1] dotyczącymi wymiarowania ustrojów nośnych dźwignic.

W konstrukcji głowicy pomiarowej zastosowano scalone, mikromechaniczne czujniki przyspieszeń ADXL202 produkcji Analog Devices. Ich cyfrowy sygnał wyjściowy był rejestrowany z częstotliwością 100 Hz. Rozdzielczość pomiaru wynosiła 0,002 g (g – przyspieszenie ziemskie, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$). Dane pomiarowe zapisywano binarnie w pamięci nieulotnej typu Flash rejestratora MRP. Po wykonaniu serii pomiarów dane te transmitowano do przenośnego komputera PC poprzez łącze szeregowe RS232. Program MRP Software umożliwiał konwersję danych binarnych do postaci tekstu ASCII, który to format jest akceptowany przez większość arkuszy kalkulacyjnych.



Rys. 2. Głowica pomiarowa z wbudowanym uchwytem magnetycznym

Fig. 2. Measuring head with magnetic chuck

3. METODYKA DOŚWIADCZALNYCH BADAŃ PRZYSPIESZEŃ I OPÓZNIĘŃ RUCHÓW ROBOCZYCH ORAZ DRGAŃ

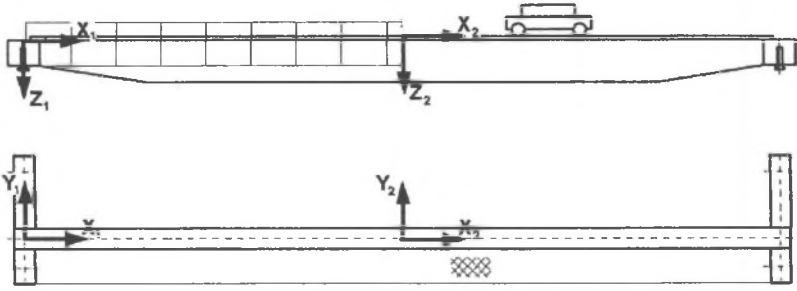
Doświadczalne badania przyspieszeń, opóźnień i drgań z wykorzystaniem opracowanego toru pomiarowego przeprowadzono na doświadczalnej suwnicy pomostowej jednodźwigarowej w Ośrodku Badawczo – Rozwojowym Dźwignic i Urządzeń Transportowych DETRANS w Bytomiu.

Pomiary przeprowadzono w dwóch punktach pomiarowych – na czołownicy i w środku rozpiętości dźwigara (rys. 3) według schematu przedstawionego w tablicy 1. Tablica ta przedstawia również maksymalne zmierzone wartości przyspieszeń i opóźnień dla obu punktów pomiarowych:

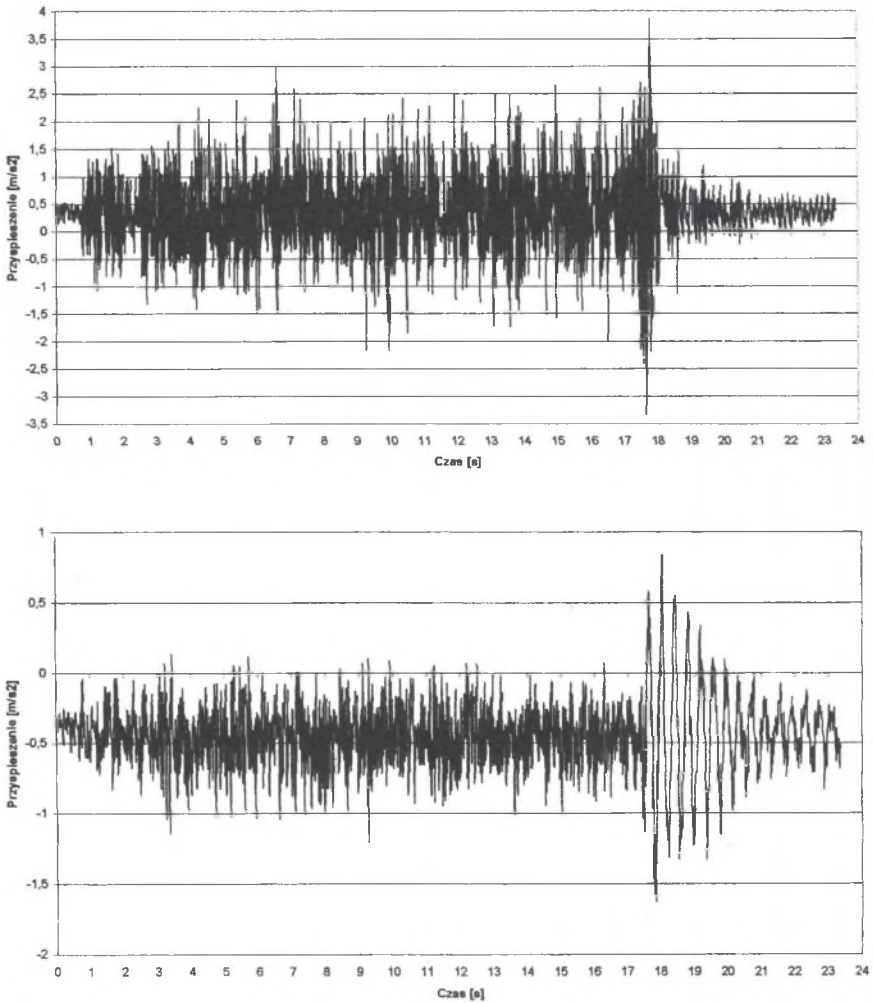
Tablica 1

Metodyka badań przyspieszeń i opóźnień ruchów roboczych suwnicy

Nr pomiaru	Charakterystyka pomiaru
1	Pomiar próbny wykonany w celu identyfikacji osi
2	Przejazd wciągarki ze środka mostu do jednej z czołownic
3	Przejazd suwnicy bez obciążenia ze środka mostu do jego końca i powrót (wciągarka nieruchoma przy czołownicy nr 1)
4	Przejazd suwnicy bez obciążenia ze środka mostu do jego końca i powrót (wciągarka nieruchoma przy czołownicy nr 2)
5	Przejazd suwnicy bez obciążenia ze środka mostu do jego końca i powrót (wciągarka nieruchoma w środku mostu)
6	Podnoszenie ładunku z podłoża
7	Przejazd wciągarki wzdłuż mostu (suwnica nieruchoma)
8	Przejazd suwnicy z obciążeniem ze środka mostu do jego końca i powrót (wciągarka nieruchoma przy czołownicy nr 1)
9	Przejazd suwnicy z obciążeniem ze środka mostu do jego końca i powrót (wciągarka nieruchoma przy czołownicy nr 2)
10	Przejazd suwnicy z obciążeniem ze środka mostu do jego końca i powrót (wciągarka nieruchoma w środku mostu)
11	Jednoczesny ruch suwnicy i wciągarki

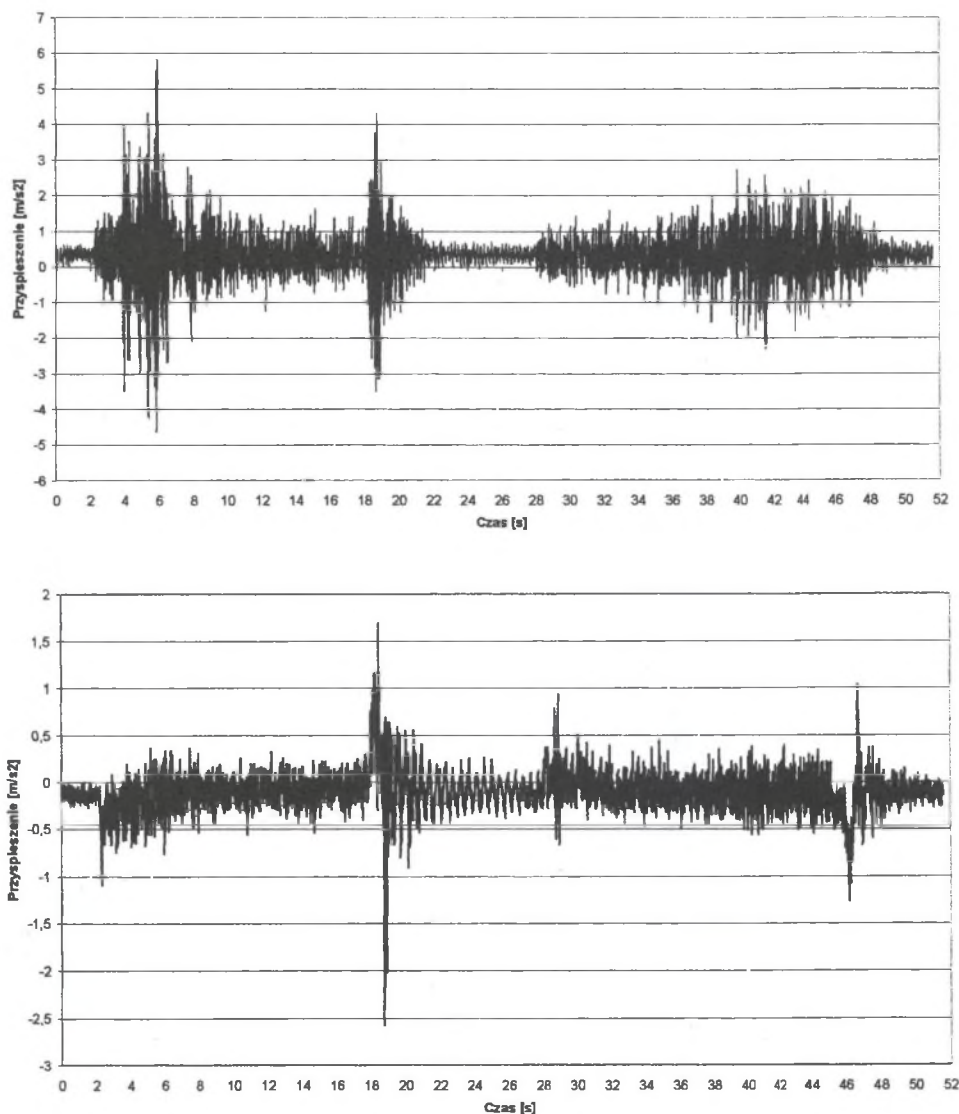


Rys. 3. Punkty pomiarowe w środku dźwigara i na czołownicy
 Fig. 3. Measuring points in the middle of girder and buffer beam



Rys. 4. Przykładowe wyniki dla pomiaru nr 2 na środku dźwigara: a) oś Z_2 , b) oś X_2
 Fig. 4. Example results for measurement no. 2 in the middle of girder: a) axis Z_2 , b) axis X_2

Przykładowe wyniki pomiarów przyspieszeń i drgań przedstawiają rys. 4 i 5, natomiast rysunek 3 przedstawia punkty pomiaru wraz z osiami, w których wyznaczano wartości przyspieszeń.



Rys. 5. Przykładowe wyniki dla pomiaru nr 4 na środku dźwigara: a) oś Z_2 , b) oś Y_2

Fig. 5. Example results for measurement no. 4 in the middle of girder: a) axis Z_2 , b) axis Y_2

Wyniki pomiarów na rys. 4 i 5 przedstawiają przyspieszenia i drgania mostu suwnicy w środku dźwigara przy przejeździe wciągarki ze środka mostu do jednej z czołownic oraz przejeździe suwnicy bez obciążenia ze środka mostu do jego końca i powrocie z tego położenia (wciągarka nieruchoma przy czołownicy nr 2) – wg tablicy 1. Dla pomiaru nr 2 wciągarka w 18 sekundzie uderzyła o zderzak na moście suwnicy, natomiast dla pomiaru nr 4 w sekundzie 18 nastąpiło uderzenie suwnicy o zderzak pomostu, a w sekundzie 47

zatrzymanie na środku pomostu. Należy zauważyć, że dla obu pomiarów wartości przyspieszeń w osiach Z są dużo większe niż w pozostałych osiach, natomiast maksymalna zanotowana wartość przyspieszenia występuje dla pomiaru nr 4 i wynosi $\cong 6$ [m/s²] w kierunku osi Z₂.

4. WNIOSKI

1. Przedstawiony układ pomiarowy jest przeznaczony do badań cech dynamicznych mechanizmów jazdy suwnicy i wózka, a dokładnie – do określania przyspieszeń tych mechanizmów i pośrednio obciążeń regularnych wymaganych przy wymiarowaniu dźwignic według norm europejskich.
2. Głowica pomiarowa charakteryzuje się oryginalną, prostą budową, a jej zamontowanie na suwnicy nie wymaga żadnych zmian konstrukcyjnych w obiekcie badanym.
3. Układ pomiarowy może także służyć do pomiarów przyspieszeń mechanizmu podnoszenia w przypadku zamontowania głowicy pomiarowej na haku.
4. Ze względu na częstotliwość pomiaru czujników pomiarowych (100 Hz) możliwy jest także pomiar częstości drgań ustrojów nośnych suwnic.
5. Zasada działania opracowanego układu pomiarowego może być wykorzystywana do konstruowania dowolnego układu tego typu.

Literatura

1. EN 13001-1+3.1:2005. Cranes. General Design. Part 1: General Principles and Requirements. Part 2: Load actions. Part 3.1: Limit States and Proof of Competence of Steel Structures.
2. Chmurawa M., Gąska D.: Zasady wymiarowania ustrojów nośnych dźwignic w świetle europejskich norm bezpieczeństwa. *Transport Przemysłowy* nr 3, 2005, s. 27-32.
3. Gąska D.: Metodyka wymiarowania ustrojów nośnych suwnic pomostowych z wykorzystaniem parametryzacji cech konstrukcyjnych. *Problemy Transportu* nr 1(1), Gliwice 2006, s. 145-152.
4. Chmurawa M., Gąska D., Markusik S.: Nowe metody projektowania i obliczania ustrojów nośnych dźwignic. Część 1 – Wyznaczanie obliczeniowych obciążeń dźwignic wg normy europejskiej EN 13001-2. Praca naukowo – badawcza OBRDiUT „Detrans”. Bytom 2005.
5. Bińkowski W. i in.: Badania rozkładów obciążeń ruchowych dwu suwnic pomostowych II i IV grupy natężenia pracy. Praca badawcza Instytutu Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej o symb. NB-39/RMK/74/75. Gliwice 1975.
6. Chmurawa M., Gąska D.: Badanie dynamiki podnoszenia ładunku w suwnicy. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Transport* z. 53. Gliwice, 2004, s. 35-42.
7. Gallos M., Kulig J.: Badania główne obciążeń eksploatacyjnych suwnic bramowych. Praca bad. OBRDiUT „Detrans” o symb. BW-471044. Bytom 1975-1978.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy Antoniak