

Wpływ zastosowania wibroizolacji biernej przewodników kabiny dźwigu na komfort jazdy

Impact of the use of isolation and passive guides on the crane cab ride comfort

KAMIL SZYDŁO
RAFAŁ LONGWIC*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.10.149>

English version available on: www.mechanik.media.pl

Przedstawiono inżynierskie metody poprawy komfortu urządzeń dźwigowych zwanych potocznie windami. Skupiono się na aspekcie wyciszenia kabiny windy poprzez zastosowanie przewodników kabinowych z wkładkami mającymi izolację bierną (warstwę tłumiącą drgania od pracującego układu prowadnica–przewodnik). Zmierzone poziomy natężenia dźwięku w kabinie i na zewnątrz kabiny z zastosowaniem tradycyjnych przewodników i przewodników z izolacją bierną. Wyniki pomiarów zestawiono i porównano w aspekcie zasadności ich stosowania i wpływu na poziom hałasu wewnątrz kabiny windy. **SŁOWA KLUCZOWE:** przewodnik kabinowy, komfort windy, metody wibroizolacji kabiny windy

The article presents the engineering methods used to improve the comfort of lifting devices commonly called lifts. The authors focused their attention particularly on the aspect of the elevator cabin silence by using sliding guides with inserts with passive insulation (a layer of vibration damping from the running track guide system). To this end, measurements were made sound level in the cabin and on the cabin, by means of conventional sliding guides and sliding guides of passive isolation. The measurements were compiled and compared in terms of their applicability and impact on the noise level inside the elevator cab.

KEYWORDS: Elevator guide, elevator comfort, vibro insulation methods of elevator cab

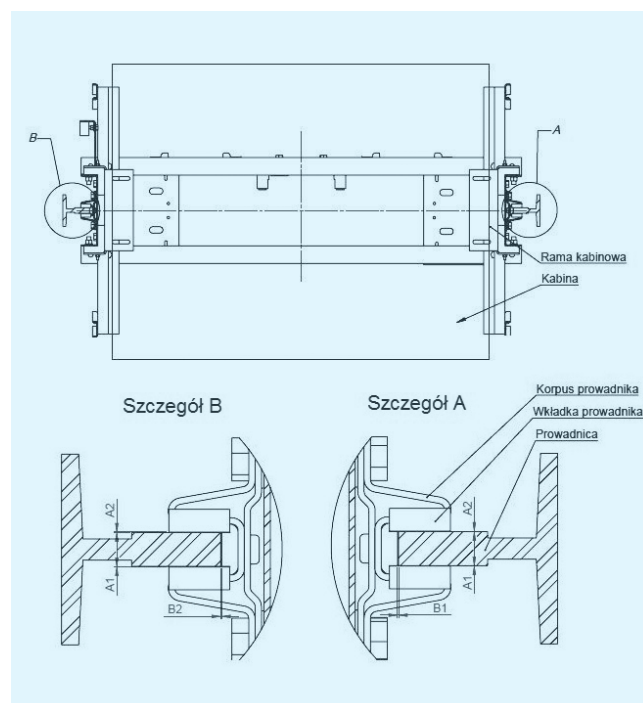
Komfort w środkach transportu jest bardzo ważnym zagadnieniem, mającym bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo podróży. Odczucia związane z komfortem zależą od czynników charakteryzujących otoczenie, w którym przebywa pasażer, takich jak: drgania, temperatura, wilgotność powietrza, hałas, pozycja pasażera, oświetlenie oraz czas narażenia pasażera na te czynniki. Pomimo znajomości czynników decydujących o odczuwaniu komfortu trudno jest jednoznacznie go ocenić w sposób ilościowy ze względu na subiektywny charakter percepcji bodźców zewnętrznych przez pasażera.

Do najbardziej miarodajnych wielkości wpływających na odczucie komfortu jazdy w transporcie należą drgania i poziom natężenia dźwięku (hałas), który jest zależny od częstotliwości generowanych drgań. W przypadku dźwigów osobowych podwyższony poziom hałasu podczas jazdy jest szczególnie niekorzystny z uwagi na niewielkie rozmiary kabin mogących w szczególnych przypadkach wywoływać niekorzystne objawy psychosomatyczne. Sprawia to, że konstruktorzy urządzeń dźwigowych kładą coraz większy nacisk na zwiększanie komfortu oferowanych urządzeń poprzez zmniejszanie poziomu hałasu i drgań odczuwanych przez pasażerów.

W literaturze można znaleźć liczne publikacje na temat dźwigów osobowych i komfortu korzystania z nich. Poszczególne systemy układu rama–kabina zostały opisane w publikacjach [1–4, 5–7, 11]. Autorzy publikacji [5, 9–11] opisują metody oceny hałasu i drgań w kabinach dźwigów osobowych, a także podejmują próby oceny przyczyn ich powstawania i metod ich minimalizowania. Niewystarczająca jest liczba publikacji z zakresu metod zmniejszania hałasu w kabinach dźwigów osobowych ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych materiałów inżynierskich stosowanych do produkcji przewodników ślizgowych.

Budowa układu jezdnego dźwigu osobowego

W windach osobowych hałas, który odczuwany jest w kabinie przez pasażerów, najczęściej pochodzi z pracującego układu napędowego (wciągarki), układu koła linowe–lina (zwłaszcza w tzw. dźwigach bez maszynowni) lub – w każdej konfiguracji urządzenia – z pracy układu prowadnica–przewodnik (rys. 1).

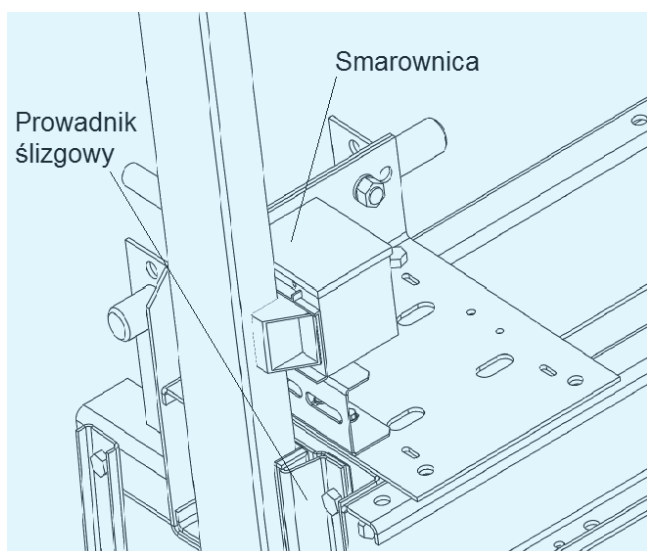


Rys. 1. Układ jezdny dźwigu osobowego z przewodnikami ślizgowymi

Pokazany na rys. 1 przewodnik ślizgowy składa się z korpusu przewodnika i wkładki, która współpracuje ślizgowo z prowadnicą windy.

Aby zmniejszyć tarcie, układ przewodnik–prowadnica smarowany jest smarem płynnym aplikowanym na prowadnicę poprzez smarownicę podczas jazdy dźwigu (rys. 2).

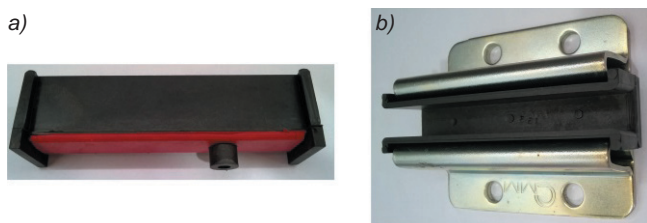
* Mgr inż. Kamil Szydło (kamil-szydlo@wp.pl), dr hab. inż. Rafał Longwic prof. PL (r.longwic@pollub.pl) – Katedra Pojazdów Samochodowych Politechniki Lubelskiej



Rys. 2. Typowy sposób montażu smarownicy prowadnic na górnej części ramy kabinowej

Odpowiedni dobór układu jezdny (prowadników i prowadnic) jest szczególnie ważny, ponieważ drgania i hałas generowane przez układ jezdny są najmocniej odbierane przez użytkowników z uwagi na bezpośrednie sąsiedztwo tych elementów z kabiną. Można przyjąć, że im sztywniejsza jest prowadnica (szyna, po której porusza się prowadnik), tym mniej drgań będzie generować podczas przejazdu kabiny.

Komponentami dźwigu mającymi bezpośredni kontakt z prowadnicą są prowadniki, które w zależności od konstrukcji mogą się dzielić na ślizgowe (wymagające do właściwej pracy smarowania) i rolkowe (pracujące na sucho). Odpowiedni dobór prowadników ma ogromne znaczenie dla cichej pracy urządzenia. Właściwie zaprojektowany prowadnik ślizgowy powinien mieć mocny korpus i tak dobraną wkładkę, aby zapewniała optymalny kompromis pomiędzy twardością wydłużającą jej żywotność i elastycznością pomagającą tłumić nierówności prowadnic. Osiąga się to często poprzez łączenie materiałów (twarda, o dobrych właściwościach ślizgowych wkładka, mająca bezpośredni kontakt z prowadnicą, jest połączona z korpusem za pomocą elastycznego polimeru zapewniającego amortyzację pracy). Wkładka do prowadnika ślizgowego z dodatkową warstwą amortyzującą została przedstawiona na rys. 3.



Rys. 3. Prowadnik ślizgowy: a) wkładka z warstwą amortyzującą, b) kompletny prowadnik

Coraz częściej stosuje się materiały polimerowe amortyzujące drgania również na bocznych płaszczyznach wkładki, aby w jak najmniejszym stopniu przenosiła ona drgania z pracującego układu na kabinę i tym samym eliminowała zjawisko rezonowania cienkościennych elementów kabiny, zmniejszając poziom hałasu generowanego w kabinie. Aby możliwa była ocena skuteczności takiego rozwiązania, konieczne jest przeprowadzenie pomiarów natężenia dźwięku zarówno w przypadku tradycyjnych rozwiązań, jak też nowych wkładek z wibroizolacją bierną.

Obiekt i plan badań

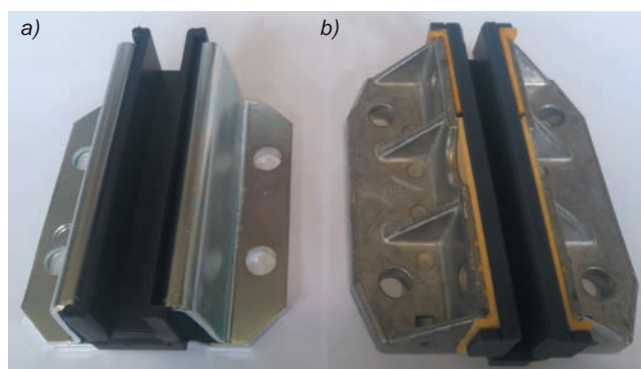
Obiektem badań był 5-przystankowy dźwig osobowy z układem napędowym zainstalowanym w szybie żelbetowym. Charakterystyka obiektu badań została pokazana w tabl. I.

TABLICA I. Parametry obiektu badań

Rok instalacji	2014
Udźwig Q , kg	750
Prędkość V , m/s	1
Wysokość podnoszenia H , mm	25 000
Liczba przystanków N	9
Głębokość kabiny A , mm	1400
Szerokość kabiny B , mm	1300
Typ wciągarki	jednobiegowa, regulowana z enkoderem
Umiejscowienie maszynowni	w szybie
Rodzaj prowadników	ślizgowe
Budowa ścian kabiny	panelowa ze stali obkładanej laminatem

Dźwigi z takim umiejscowieniem napędu są szczególnie narażone na zwiększony poziom drgań i hałasu w szybie, a w konsekwencji również w kabinie. Pracujący układ napędowy generuje drgania, które przenoszą się poprzez posadowienie i prowadnice na prowadniki i ramę kabinową, w której jest osadzona kabina, aż do jej wnętrza.

Plan badań zakładał wykonanie pomiarów na kabinie (w szybie) i we wnętrzu kabiny podczas sekwencji przejazdu od najwyższego przystanku do najniższego i z powrotem do najwyższego na wkładkach kabinowych bez bocznej wibroizolacji biernej (rys. 4a) i powtórzenie sekwencji po wymianie prowadników na układ z trójstronną wibroizolacją bierną (rys. 4b).

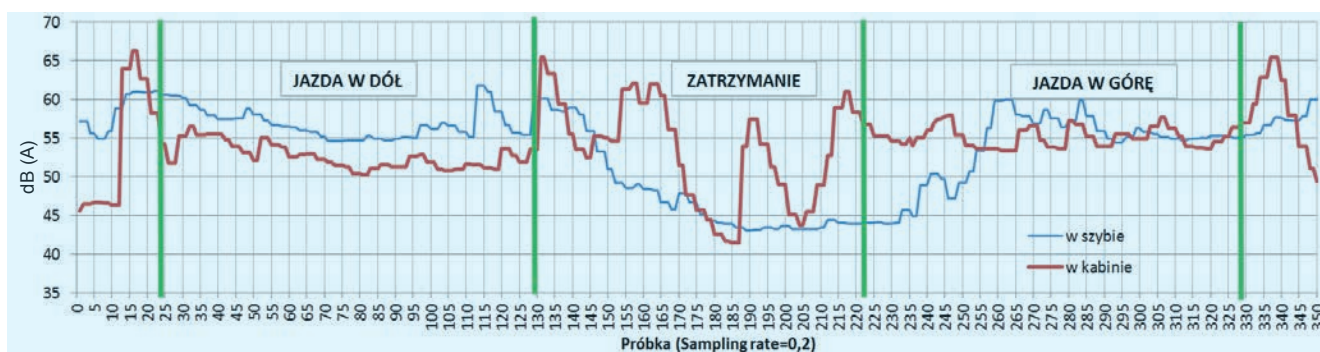


Rys. 4. Prowadnik ślizgowy a) z wibroizolacją na jednej (dolnej) płaszczyźnie, b) z wibroizolacją bierną na trzech płaszczyznach

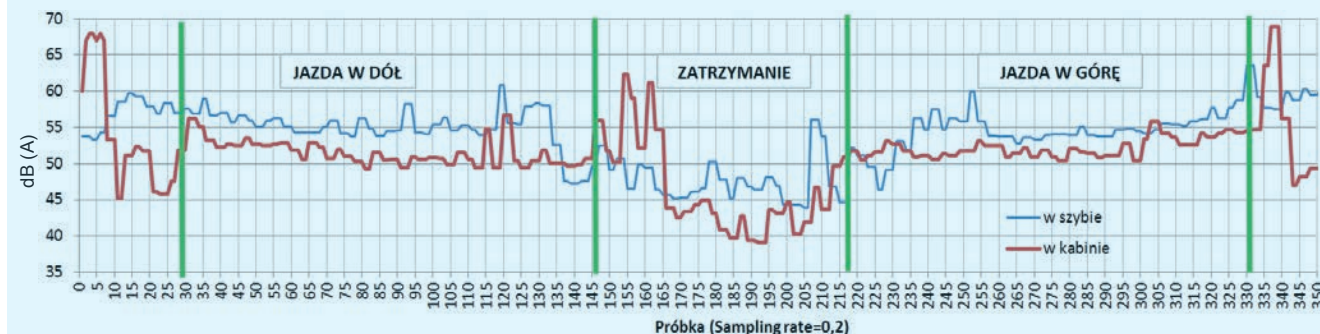
Porównanie poziomu natężenia dźwięku w szybie i kabinie w obu przypadkach pozwoli na sprawdzenie skuteczności obniżania hałasu wewnątrz kabiny z wykorzystaniem wkładek z wibroizolacją bierną.

Aparatura badawcza

Pomiary natężenia poziomu dźwięku przeprowadzono urządzeniem Center 390. Zakres pomiaru urządzenia rozciąga się od 30 do 130 dB, przy częstotliwości mierzonego sygnału mieszczącej się w paśmie od 20 Hz do 8 kHz. Dokładność pomiaru wynosi $\pm 1,4$ dB w warunkach odniesienia, tj. przy natężeniu dźwięku 94 dB i częstotliwości sygnału 1 kHz. Urządzenie zostało ustawione na krzywą uśredniania (SLOW) (właściwą do mierzenia średniego poziomu dźwięku emitowanego przez źródło). Pomiary były wykonywane z zastosowaniem krzywej ważonej A, która najdokładniej odzwierciedla szczególne właściwości ucha ludzkiego.



Rys. 6. Przebieg natężenia dźwięku podczas jazdy dźwigu dla przewodnika z wibroizolacją bierną na trzech płaszczyznach pracy



Rys. 7. Przebieg natężenia dźwięku podczas jazdy dźwigu dla przewodnika z wibroizolacją bierną na jednej płaszczyźnie pracy

Wyniki i wnioski

Zestawione w tabl. II dane, które w graficzny sposób zostały przedstawione na rys. 6 i 7, pozwalają wysnuć wnioski, że praca przewodnika z wibroizolacją bierną na wszystkich płaszczyznach przyłożenia generuje mniejszy o 1,1 dBA poziom natężenia dźwięku w szybie i o 2 dBA w kabinie.

Można również zauważyć, że różnica w poziomie natężenia dźwięku w szybie w stosunku do wartości mierzonych w kabinie jest wyraźnie (o 0,9 dBA) większa dla przewodników z wibroizolacją, co może być spowodowane lepszym odizolowaniem cienkościennej kabiny od drgań układu napędowego przenoszonych przez przewodnicę. Widoczny na rys. 6 „gładzi” przebieg natężenia dźwięku podczas przejazdu świadczy o tym, że luz technologiczny na przewodnikach generuje mniejsze wartości natężenia dźwięku podczas normalnej pracy dźwigu.

TABLICA II. Zestawienie średnich wartości natężenia dźwięku podczas całego przejazdu w danym kierunku

	Kierunek jazdy	W szybie Avg, dBA	Średnia z obu przejazdów	W kabinie Avg, dBA	Średnia z obu przejazdów	Różnica, dBA
Z wibroizolacją na trzech płaszczyznach pracy	w dół	56	56,2	51,5	51,8	4,4
	w górę	56,4		52,2		
Z wibroizolacją na jednej płaszczyźnie pracy	w dół	57,1	57,3	52,7	53,8	3,5
	w górę	57,5		55		

Podsumowanie

Przeprowadzone pomiary natężenia dźwięku pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

- stosowanie przewodników z wibroizolacją bierną umieszczoną na wszystkich płaszczyznach kontaktu z przewodnicą zmniejsza poziom natężenia dźwięku mierzony w kabinie (o 2 dBA w stosunku do wkładek z wibroizolacją na

jednej płaszczyźnie), co w odczuwalny sposób poprawia parametry wpływające na komfort podróży,

- poziom natężenia dźwięku mierzony na kabinie (w szybie) jest porównywalny dla obu rodzajów przewodników,
- zastosowanie warstwy wibroizolacyjnej we wkładkach przewodników ślizgowych pozwala odizolować kabinę od drgań pochodzących od układu napędowego przenoszonych przez przewodnicę, minimalizując tym samym zjawisko rezonowania cienkościennej kabiny,
- zastosowanie odpowiednio dobranej wibroizolacji biernej układu napędowego pozwoliłoby na zmniejszenie drgań przenoszonych na przewodnicę kabinowe.

LITERATURA

1. Burov A.A., Kosenko I.I., Troger H. „On periodic motions of an orbital dumbbell-shaped body with a cabin-elevator”. *Mechanics of Solids*. 47, 3 (2012): s. 269–284.
2. Lonkwić P., Szydło K., Molski Sz. „The impact of progressive gear geometry on the braking distance length under changeable operating conditions”. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 10, 29 (2016): s. 161–167.
3. Lonkwić P., Szydło K., Molski Sz. „Savitzky-Golay method for the evaluation of deceleration of the friction lift”. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 11, 1 (March 2017): s. 138–146.
4. Lonkwić P., Szydło K. „Reduction of the cabin acoustic emission by the selection of an optimum stiffening method for the cabin panels”. *Journal of Measurements in Engineering*. 4, 2 (June 2016): s. 43–121.
5. Lonkwić P., Szydło K. „Selected parameters of the work of speed limiter line straining system in a frictional lift”. *Advances in Science and Technology*. 8, 21 (2014): s. 73–77.
6. Lonkwić P., Szydło K., Longwić R., Lotko W. „Certyfikacja hamulców opartych na pakietach sprężyn talerzowych stosowanych w urządzeniach dźwigowych”. *Logistyka*. 3 (2014): s. 3818–3824.
7. Lonkwić P., Szydło K., Longwić R., Lotko W. „Metodyka badań nośności chwytaczy progresywnych”. *Logistyka*. 3 (2014): s. 3825–3830.
8. Lonkwić P., Szydło K., Longwić R., Maciąg P. „Metoda ograniczania emisji hałasu emitowanego z wyrobów cienkościennej”. *Logistyka*. 6 (2014): s. 6818–6827.
9. Longwić R., Szydło K. „The impact of the elevator guides contamination on the braking process delay for selected progressive gears”. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 11, 2 (June 2017): s. 1–7.
10. Szydło K., Maciąg P., Longwić R., Lotko M. „Analysis of vibroacoustic signals recorded in the passenger lift cabin”. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 10, 30 (June 2016): s. 193–201.
11. Szydło K., Longwić R., Lonkwić P. „Selected aspects related to the operation of passenger elevators”. *Problemy Eksploatacji*. 1 (2017): s. 104.