

PORÓWNAWCZE BADANIA WŁAŚCIWOŚCI SPRĘŻYSTYCH ELEMENTÓW DYSTANSOWYCH NADWOZI POJAZDÓW TRANSPORTOWYCH

Streszczenie

Przedstawiono wyniki porównawcze badania właściwości sprężystych trzech różnych typów elementów dystansowych nadwozi pojazdów do transportu ładunków, stosowanych w zabudowie ich skrzyń ładunkowych. Omówione zagadnienie ma istotne znaczenie w przypadku projektowania konstrukcji zabudowy specjalnej pojazdu z ładunkiem, na którą oddziałują obciążenia dynamiczne, w warunkach transportu, w ruchu drogowym. Prawidłowy dobór właściwości sprężystych elementów dystansowych na etapie prac projektowych skutkować będzie odpowiednim tłumieniem drgań oraz długim okresem bezawaryjnej pracy, jak również niskim poziomem emisji hałasu. Przedstawione wyniki porównawczych badań stanowią cenną wiedzę dla konstruktorów i projektantów zabudów specjalnych nadwozi pojazdów transportowych.

Słowa kluczowe: elastomery, drgania mechaniczne, tłumienie drgań, transport żywności, nadwozia specjalne

Wprowadzenie

Drgania mechaniczne są jednym z powszechnie występujących czynników fizycznych środowiska pracy pojazdów transportowych oddziałujące niekorzystnie na organizm człowieka, ale również na przewożony ładunek (w zależności od jego typu) podczas transportu w ruchu drogowym. Powszechność ich występowania powoduje, że bez uwzględnienia wpływu drgań nie jest możliwa wiarygodna merytoryczna ocena parametrów środowiska pracy. Dlatego podejmowane są działania zmierzających do ich ograniczenia lub zminimalizowania ich niekorzystnego wpływu, już na etapie prac projektowych, w szczególności podczas projektowania zabudów specjalnych nadwozi pojazdów transportowych.

Jedną z metod zmniejszania wpływu drgań jest stosowanie elementów dystansowych pomiędzy zabudową specjalną a ramą nośną, o odpowiednich właściwościach sprężystych. Elementy takie muszą spełniać szereg założeń konstrukcyjnych, wynikających między innymi z: maksymalnych możliwości do realizacji w zabudowie gabarytów, maksymalnego możliwego obciążenia ładunkiem, ilości i sposobu rozmieszczenia na ramie, właściwości sprężystych, wytrzymałości mechanicznej R_m , wytrzymałości zmęczeniowej, maksymalnego ugięcia pod obciążeniem. Bardzo istotną rolę odgrywa również odporność na działanie czynników atmosferycznych, w szczególności cykliczne zmiany temperatury (od -30° do $+70^\circ\text{C}$), nasłonecznienie, korozja pod wpływem wody, oddziaływanie na promieniowanie UV, oddziaływanie środków chemicznych do sypania dróg, w tym soli drogowej itd. Konieczność uwzględnienia tak wielu czynników podczas projektowania komplikuje w znaczny sposób z pozoru proste zagadnienie konstrukcyjne, jakim jest dobór elementów dystansowych nadwozi pojazdów transportowych.

Przedmiot badań

Przedmiotem badań były tuleje elementów dystansowych wykonane z różnych pod względem właściwości fizyko-mechanicznych tworzyw sztucznych, mogące stanowić elementy dystansowe nadwozia naczep transportowych.

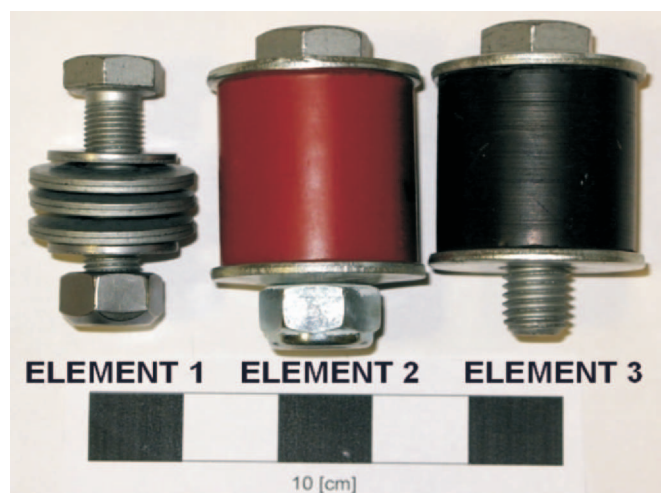
Badaniom poddano trzy różne elementy, które oznaczono nr od 1 do 3, co pokazano na rys. 1. Podstawowe właściwości

elementów wyszczególniono w tab. 1. Element nr 1 stanowiła metalowa sprężyna podkładowa, która jednocześnie była obiektem referencyjnym, do którego odniesiono wszystkie wyniki badań.

Tab. 1. Podstawowe właściwości fizyczne elementów dystansowych z różnych materiałów

Table 1. Spacer's basic physical properties made of different materials

Nr	Material	Masa [g]	Twardość	Forma geometryczna
1.	Stal sprężynowa	54,37	41 HRC	podkładki
2.	Elastomer polibusz	53,58	86-90 SHA	tuleja
3.	Guma	60,85	74-77 SHA	tuleja



Rys. 1. Widok badanych elementów dystansowych
Fig. 1. The view of examined spacers

Warunki prowadzenia prac badawczych

Badania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej HUNG-TA, model HT-2402. Urządzenie umożliwia wyko-

nianie badań wytrzymałościowych (w tym wytrzymałości na ściskanie) na znormalizowanych i nieznormalizowanych próbkach z siłą do 50 kN.

Maszyna do badań wytrzymałościowych Hung-Ta znajdowała się w klimatyzowanej hali badawczej (rys. 2.) Podczas wszystkich pomiarów temperatura otoczenia wynosiło $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Wszystkie elementy zostały stabilnie zamocowane na podstawie maszyny wytrzymałościowej, w taki sposób, aby możliwe było ich swobodne ściskanie. Sposób mocowania poszczególnych elementów pokazano na rys. 5a-7a. Podczas badań wytrzymałościowych wszystkich elementów dystansowych przyjęto jednakowe, następujące parametry procesu:

- prędkość ściskania - $18 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$,
- siła nacisku wstępnego - 50 N (wynikająca ze sposobu obciążania próbek i konieczności niwelowania luzów układzie kinematycznym maszyny),
- maksymalne ugięcie 6,0 mm (założenie konstrukcyjne).

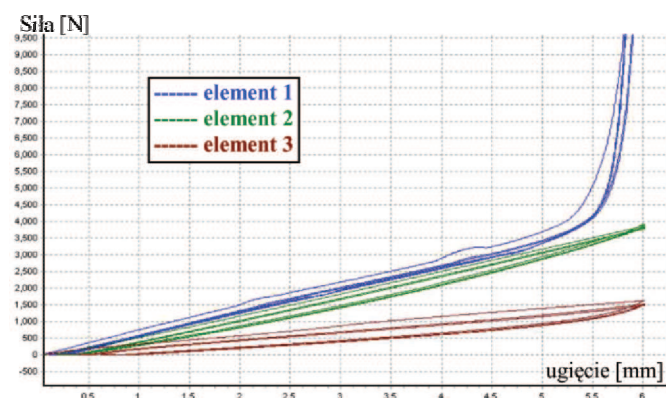
Przyjęte ugięcie wszystkich tulei, wynoszące 6,0 mm, wynikało z wytycznych konstrukcyjnych. Do prób ściskania zaadaptowano specjalne trzpienie dociskowe, pochodzące z maszyny wytrzymałościowej TIRATEST 2200.



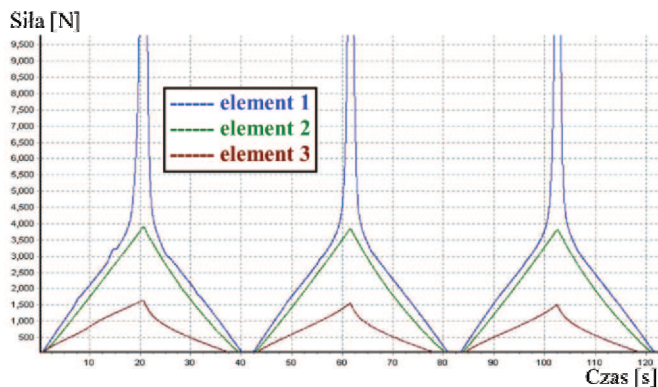
Rys. 2. Maszyna wytrzymałościowa Hung-Ta HT-2402
Fig. 2. The strenght testing machine Hung-Ta HT-2402

Wyniki badań

Przebieg procesu ściskania i zależność ugięcia elementów 1-3 [mm] od przyłożonej siły [N] przedstawiono na rys. 3, natomiast zależność czasu ściskania od przyłożonej siły [N] przedstawiono na rys. 4. Charakterystyczny nagły wzrost wartości siły dla elementu 1 (ugięcie większe od 5,5 mm) jest spowodowany osiągnięciem maksymalnego odkształcenia sprężystego elementu.

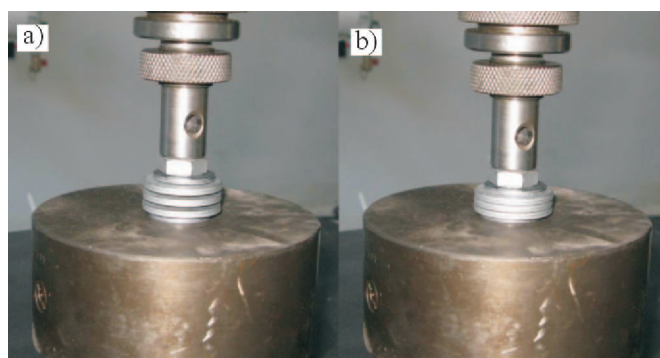


Rys. 3. Zależność ugięcia elementów 1-3 [mm] od siły [N]
Fig. 3. Dependence of deflection of elements 1-3 [mm] on force [N]

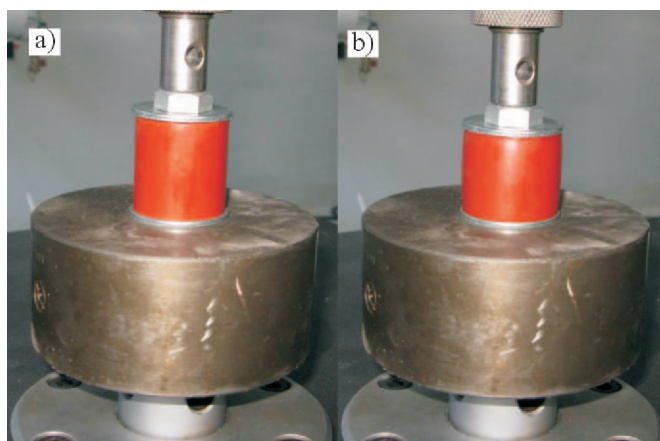


Rys. 4. Zależność czasu ściskania od przyłożonej siły [N]
Fig. 4. Dependence of time for elements 1-3 mm on force [N]

Widok elementów dystansowych w stanie przed obciążeniem (widok a) oraz w stanie ugięcia 6,0 mm (widok b) pokazano na rys. 5-7. Na rys. 5b pokazano element sprężyny stalowej w stanie całkowitej, maksymalnej deformacji sprężystego elementu.



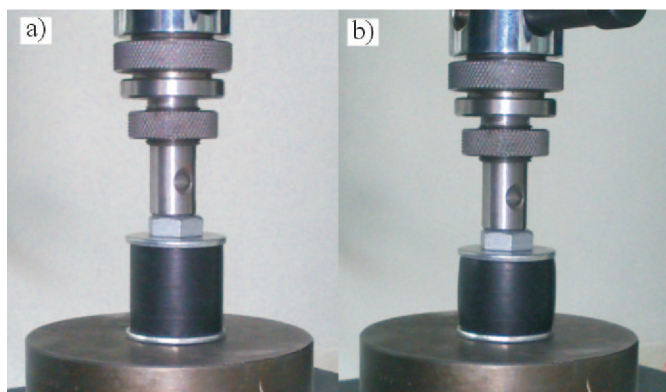
Rys. 5. Widok elementu dystansowego referencyjnego przed obciążeniem oraz w stanie ugięcia 6,0 mm
Fig. 5. A view of the steel spacer without and with load force, at the deflection 6,0 mm



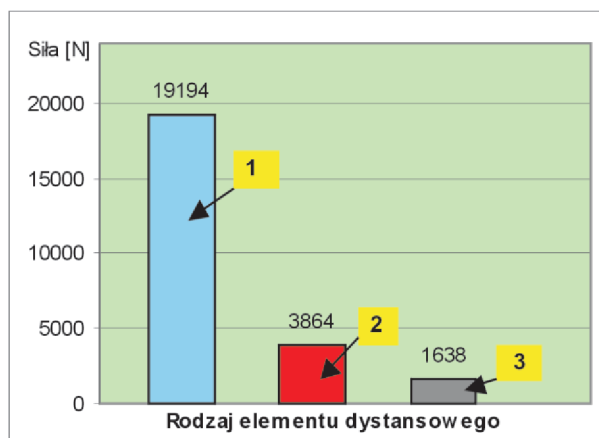
Rys. 6. Widok elementu dystansowego elastomerowego (polibusz) przed obciążeniem oraz w stanie ugięcia 6,0 mm
Fig. 6. A view of the elastomeric spacer without and with load force, at the deflection 6,0 mm

W próbie ściskania dla maksymalnego ugięcia (6,0 mm), której poddano badaniu tuleje elastomerowe poliuretanowe (polibusz) i izoprenowe (guma) oraz tuleję sprężynową ze stali, jako referencyjną, wartości sił ściskających wykazywały duże zróżnicowanie. Wahwały się one od 19194 N dla sprężyny ze stali, do 1638 N dla tulei z gumy. Wartości sił ściskających w stanie maksymalnego ugięcia 6,0 mm przedstawiono na wy-

kresie słupkowym (rys. 8). W odniesieniu do elementów elastomerowych (polibusz i guma) zaobserwowano spęczenie elementów i zwiększenie ich średnicy zewnętrznej. Elementy elastomerowe w przeciwieństwie do elementu stalowego miały możliwość dalszego odkształcenia sprężystego, poza zakres 6,0 mm.



Rys. 7. Widok elementu dystansowego elastomerowego (guma) przed obciążeniem oraz w stanie ugięcia 6,0 mm
Fig. 7. A view of the rubber spacer without and with load force, at the deflection 6,0 mm



Rys. 8. Porównanie maksymalnych sił ściskających przy ugięciu 6 mm dla trzech rodzajów elementów dystansowych
Fig. 8. Comparison of the maximum compressive forces at the deflection of 6 mm, for the three types of spacers

Podsumowanie

Wykonane porównawcze badania eksperymentalne wskazują, że zastosowanie elementów gumowych i elasto-

merowych, poliuretanowych, jako zamienników elementów dystansowych ze stali, nie zastąpi w identyczny sposób elementu stalowego. Można zadać pytanie: Czy różnice te mają korzystny, czy niekorzystny wpływ na konstrukcję nadwozia? Jednoznacznej odpowiedzi udzielić nie można.

Dla odkształcenia większego od 5,5 mm dla elementu 1 (stalowego) zaobserwowano gwałtowny wzrost siły oporu, co było związane z osiągnięciem przez ten element granicy maksymalnego odkształcenia sprężystego. Dalszy wzrost siły ściskającej spowodowałby trwałą deformację plastyczną i zgniot elementu, a w konsekwencji jego uszkodzenie.

Porównując elementy z tworzyw sztucznych stwierdzono, że zastosowanie elastomeru poliuretanowego (polibuszu) jest zdecydowanie lepsze od zastosowania gumy nie tylko w zakresie wartości maksymalnej siły dla maksymalnego ugięcia tulei (6,0 mm). Istotne są również wyższe właściwości elastomeru poliuretanowego w zakresie cyklicznego zginania, odporności na korozję i zachodzenia procesów starzeniowych w warunkach atmosferycznych.

Dobór odpowiedniego elementu dystansowego uzależniony jest od założonych przez konstruktora wartości maksymalnych sił ściskających, które powinny przenosić poszczególne elementy dystansowe projektowanego nadwozia oraz od dopuszczalnego przemieszczenia (ugięcia) elementu dystansowego. Ostateczna decyzja należy więc do konstruktora, co można zobrazować w następujący sposób. Przyjmując kryterium maksymalnej siły tłumiącej, np. 1600 N można stwierdzić, że wszystkie trzy badane elementy spełniają to założenie, ale wartości deformacji elementów pod wpływem tej siły były, dla każdego z nich, różne.

Należy podkreślić, że tuleje dystansowe, które były przedmiotem badań, wykonano z materiałów różniących się pod względem chemicznym i fizykomechanicznym, jak również jakością wykonania. Wszystkie elementy dystansowe (w tym także podkładki ze stali) powinny zostać wykonane z jednolitego pod względem struktury i właściwości materiału [1].

Bibliografia

- [1] Gościński M., Dudziak B., Ciechacki R., Żurowski K., Kapcińska-Popowska D.: Badania właściwości fizykomechanicznych polimerowych materiałów konstrukcyjnych w aspekcie doboru elementów dystansowych nadwozia. PIMR, Poznań, 2012.
- [2] Leksykon materiałoznawstwa ver. 1.49, pod redakcją L.A. Dobrzańskiego. Elektroniczna baza danych materiałów, 2012.

COMPARATIVE STUDY OF SPACER ELASTIC PROPERTIES USED IN TRANSPORT VEHICLES

Summary

The article presents the results of a comparative study of the elastic properties of three different types of spacers used in transport vehicles, especially in construction of load-carrying body. This task is important for the construction design of a special transport vehicle with a load that is subjected to dynamic loads, in conditions of road traffic transport. Proper selection of spacer's elastic properties on the early stage of the design project will result in the appropriate vibration damping and a long failure-free operation time, as well as low noise emissions. The results of comparative studies provide valuable knowledge for engineers and designers of the special transport vehicle bodies.

Key words: elastomers, mechanical vibration, vibration damping, food transport, special body construction

Prace wykonano w ramach projektu celowego ROW-II-185/2011, finansowanego przez NOT, kierownik projektu mgr inż. Agata Bieńczyk.