

# WPLYW BŁĘDÓW PRODUKCYJNYCH ELEMENTÓW DYSTANSOWYCH NADWOZI POJAZDÓW TRANSPORTOWYCH NA ICH WŁAŚCIWOŚCI SPRĘŻYSTE

Streszczenie

Omówiono wpływ błędów produkcyjnych elementów dystansowych nadwozia pojazdu do transportu ładunków, stosowanych w zabudowie skrzyń ładunkowych, na ich właściwości sprężyste. Przedstawione wyniki badań mogą stanowić cenną wiedzę dla konstruktorów i technologów oraz inżynierów kontroli jakości zabudów specjalnych nadwozi pojazdów transportowych.

**Słowa kluczowe:** elastomery, tuleje, tłumienie drgań, transport żywności, nadwozia specjalne, kontrola jakości

## Wprowadzenie

Elementy dystansowe stosowane w budowie nadwozi transportowych oraz ich właściwości fizykomechaniczne omówiono w pracach [1, 3]. W niniejszej pracy skupiono się na określeniu ilościowym negatywnego wpływu błędów produkcyjnych na właściwości sprężyste kompletnego elementu dystansowego w odniesieniu do części złożonej z podkładek prostych i tulei z polibiuszu.

Budowę elementu dystansowego pokazano na rys. 1, części składowe stanowią dwie podkładki stalowe, śruba, nakrętka oraz tuleja elastomerowa (z polibiuszu).

Podczas prowadzenia badań w ramach pracy [2] zaobserwowano różną twardość losowo wybranych elementów elastomerowych, wykonanych z polibiuszu, w zakresie 86-90°SHA. W przypadku podkładek stalowych, zaobserwowano różny ich kształt, od płaskiego do wklęsłego/wypukłego. Wypukłość lub wklęsłość podkładki stalowej wynosiła około 1/2 jej grubości i była związana ze znacznym odkształceniem plastycznym podczas nieprawidłowego montażu. Zarówno różna twardość elementów elastomerowych uzyskana w procesie wytwarzania (polimeryzacji) tych elementów, jak i różny kształt podkładek stalowych jest typowym błędem produkcyjnym.

Montaż wadliwych elementów dystansowych nie zapewni odpowiedniego tłumienia drgań i może być przyczyną niekontrolowanego przemieszczania się i uszkodzenia przewożonego ładunku.

## Przedmiot badań

Przedmiotem badań był element elastomerowy wykonany z polibiuszu przygotowany w trzech wariantach konstrukcyjnych, w których zastosowano:

**wariant 1** - dwie podkładki płaskie (proste) oraz element elastomerowy o twardości 90°SHA, (el. referencyjny),

**wariant 2** - dwie podkładki płaskie (proste) oraz element elastomerowy o niższej twardości 86°SHA,

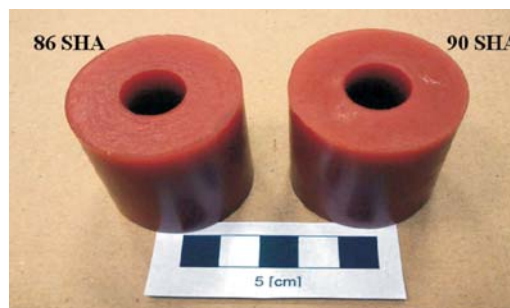
**wariant 3** - jedną podkładkę płaską (prostą) i jedną podkładkę wklęsłą oraz element elastomerowy o twardości 86°SHA.

Części zespołu w wariantcie konstrukcyjnym 1 były bez błędów produkcyjnych, w wariantcie 2 zastosowano błąd produkcyjny - tuleję o mniejszej twardości, natomiast w wariantcie 3 zastosowano kumulację błędów produkcyjnych - tuleję o mniejszej twardości oraz wklęsłą podkładkę. Dla tak zdefiniowanego zestawu badawczego wykonano serię badań wytrzymałościowych.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 1. Budowa zespołu elementu dystansowego  
Fig. 1. Construction of the elastomeric spacer



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 2. Przykłady tulei dystansowych (polibiusz) o różnej twardości

Fig. 2. Elastomeric spacers with different hardness



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 3. Przykłady podkładek stalowych o różnym kształcie:  
a) zdeformowanej, b) płaskiej (bez deformacji)

Fig. 3. Steel washer with different shape: a) deformed, b) plane

## Warunki prowadzenia prac badawczych

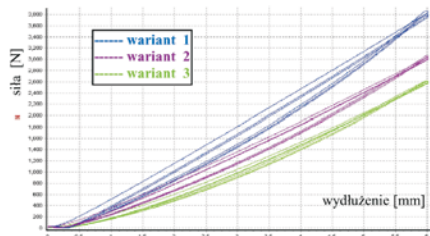
Badania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej HUNG-TA, model HT-2402. Urządzenie umożliwia wykonanie badań wytrzymałościowych (w tym wytrzymałości na ściskanie) na znormalizowanych i nieznormalizowanych próbkach z siłą do 50 kN.

Wszystkie elementy zostały stabilnie zamocowane na podstawie maszyny wytrzymałościowej w taki sposób, aby możliwe było ich swobodne ściskanie. Do prób ściskania zaadaptowano specjalne trzpienie dociskowe, pochodzące z maszyny wytrzymałościowej TIRATEST 2200.

Podczas badań ściskania zachowano wszystkie wartości parametrów procesu, jakie przyjęto w pracy [2]:

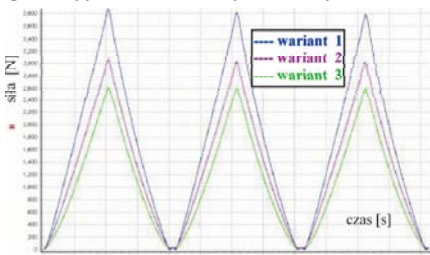
- prędkość ściskania:  $18 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ,
- siła nacisku wstępnego: 50 N (wynikająca ze sposobu obciążania próbek i konieczności niwelowania luzów w układzie kinematycznym maszyny),
- maksymalne ugięcie 6,0 mm (założenie konstrukcyjne producenta),
- temperatura otoczenia  $22 \pm 2^\circ \text{C}$ .

## Wyniki badań



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 4. Wykres siły w funkcji ugięcia elementów elastomerowych  
Fig. 4. Diagram of force versus deflection of elastomeric elements



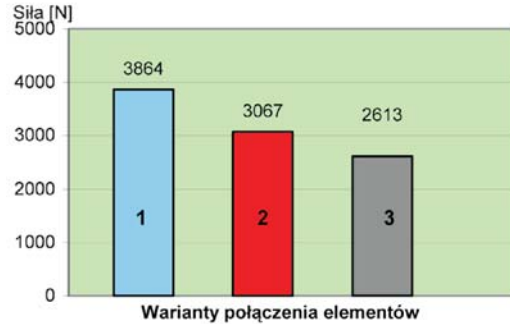
Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 5. Wykres siły w funkcji czasu dla elementów elastomerowych  
Fig. 5. Diagram of force versus time of elastomeric elements

## Podsumowanie

Przebieg procesu ściskania i wykresy siły w funkcji ugięcia przedstawiono na rys. 4, natomiast wykres siły w funkcji czasu przedstawiono na rys. 5. Wartości siły ściskającej dla każdego wariantu konstrukcji elementu dystansowego były różne. Najwyższe wartości siły ściskającej (3864 N - nominalnej), uzyskano dla wariantu 1 konstrukcji - bez błędów produkcyjnych.

Dla tulei elastomerowej o niższej twardości zanotowano spadek wartości siły nominalnej o 21% (do 3067 N). Kumulacja wystąpienia dwóch błędów produkcyjnych spowodowała dalszy spadek wartości siły nominalnej o 32% (do 2613 N). Wykres sił ściskających w stanie maksymalnego dopuszczalnego (założenie konstrukcyjne producenta) ugięcia 6,0 mm przedstawiono na wykresie słupkowym (rys. 6).



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 6. Porównanie maksymalnych sił ściskających przy ugięciu 6 mm dla trzech konstrukcji elementu dystansowego  
Fig. 6. Comparison of the maximum compressive forces at the deflection of 6 mm, for the three spacer's construction

Badania twardości w skali Rockwella podkładek stalowych, wykonane przy użyciu twardościomierza ZWICK, dowiodły że zastosowano podkładki o bardzo niskiej twardości, niemierzalnej w skali HRC. Pomiar składu chemicznego na spektrometrze emisyjnym iskrowym SOLARIS wykazał, że zastosowano stal o bardzo niskiej zawartości węgla (0,054%) i manganu 0,29%.

Na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych stwierdzono, że błędy produkcyjne mają istotny wpływ na właściwości sprężyste elementów dystansowych. Błędy montażowe i niska twardość elementu elastomerowego oraz zła jakość i trwałość podkładek stalowych skutkują kumulacją wad i znacznym obniżeniem siły ściskającej.

W związku z powyższym, zalecana jest ścisła kontrola jakości w celu sprawdzania twardości każdego elementu elastomerowego przed montażem. Możliwe wady materiałowe i zróżnicowanie w twardości Shore'a, uzyskiwane podczas produkcji tych elementów, skutkują znacznym pogorszeniem trwałości eksploatacyjnej kompletnego elementu dystansowego. Zalecane jest również użycie podkładek ze stali konstrukcyjnej o wyższej zawartości węgla oraz o twardości około 40 HRC, w celu zmniejszenia ryzyka wystąpienia odkształcenia plastycznego elementu podczas montażu.

## Bibliografia

- [1] Dobrzański L.A. [red.]: Leksykon materiałoznawstwa ver. 1.49. Elektroniczna baza danych materiałów, 2012.
- [2] Gościński M., Dudziak B.: Porównawcze badania właściwości sprężystych elementów dystansowych nadwozi pojazdów transportowych. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2014, nr 1.
- [3] 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.

## THE INFLUENCE OF MANUFACTURING FOULTS ON ELASTIC PROPERTIES OF SPACER'S USED IN TRANSPORT VEHICLES

### Summary

The article presents the results of a comparative study of manufacturing faults on the elastic properties of elastomeric spacers used in transport vehicles, especially in construction of load-carrying body. The results of comparative studies provide valuable knowledge for quality control engineers and designers of the special transport vehicle bodies.

**Key words:** elastomers, sleeve, vibration damping, food transport, special body construction, quality control

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