

Mirosław Nader, Krzysztof Kielczyk

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

WYTRZYMAŁOŚĆ DACHU NACZEPY CIĘŻAROWEJ W ASPEKcie BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO

Rękopis dostarczono: kwiecień 2018

Streszczenie: Stałe i przesuwne dachy naczeł ciężarowych charakteryzują się zwykle niską masą oraz łatwą obsługą, co przekłada się bezpośrednio na komfort użytkowania, żywotność systemu oraz potrzebny czas do otwarcia czy zamknięcia. Nie zawsze jednak eksploatacyjne zalety dachów idą w parze z ich wytrzymałością, zwłaszcza w sytuacjach opadów śniegu czy też gwałtownych zmian pasa ruchu przez zespół pojazdów: ciągnik siodłowy - naczepa ciężarowa.

Analiza przepisów homologacyjnych wykazuje, iż na dzień dzisiejszy brakuje sprecyzowanych wymagań i fizycznych metod badawczych / wytrzymałościowych dla montowanych dachów naczeł ciężarowych jako komponentów.

Metody badawcze kompletnych nadwozi pojazdów (włącznie z dachem), mające przeważnie charakter niszczący, opisane są w normach europejskich, np. PN-EN 12642:2017 "Zabezpieczanie ładunków na pojazdach drogowych – Konstrukcja nadwozi pojazdów do przewozu towarów - Wymagania minimalne" [6], wewnętrznych przepisach niemieckich, np. VDI 2700:2004 "Zabezpieczenie ładunków na pojazdach drogowych" [8] czy też Dyrektywie DCE 9.5:2008 "Zabezpieczenie ładunku w transporcie nośników ładunku pojazdami użytkowymi w ruchu drogowym" [7].

Nieniszczącą, możliwą do przeprowadzenia, metodą badawczą dla dachu jako komponentu jest metoda obliczeniowa.

Otrzymywane wyniki badań pozwalają prowadzić prace rozwojowe nad doskonaleniem systemu bezpieczeństwa pojazdów (m.in. wprowadzanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych dachów naczeł ciężarowych oraz weryfikowanie już istniejących). Przeprowadzane testy wytrzymałościowe dają możliwości optymalizacji i dostosowywania dachów do przewożonych ładunków np. stałe dachy podnoszone używane w transporcie ładunków podzielných, czy też dachy przesuwne używane w transporcie ładunków niepodzielných.

Badanie wytrzymałości dachów naczeł ciężarowych jest wysoce zasadne z punktu widzenia zabezpieczenia ładunku, ale przede wszystkim bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego. Wymagania i ograniczenia przytoczonych metod badawczych nie są (w opinii autorów) 100% - owym odwzorowaniem możliwych deformacji podczas rzeczywistego poruszania się pojazdu po drogach. Z drugiej strony, przytoczone dokumenty pełnią funkcję uznanych regulatorów na międzynarodowej arenie przepisów prawa ruchu drogowego.

Praca ma na celu wykazanie korzyści wynikających z zastosowania wzmocnionych dachów we wszystkich rodzajach zabudów naczeł ciężarowych, kurtynowych.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo ruchu drogowego, transport, ładunek

1. WPROWADZENIE

Możliwość szybkiego przemieszczania towarów do miejsc docelowego przeznaczenia, jaką oferuje transport drogowy spowodowała, że zdominował on rynek przewozowy, zarówno w Polsce, jak i w innych krajach. Drogowe przewozy towarowe stanowią trzon europejskiego transportu i logistyki. Decydujący udział tego rodzaju transportu niesie jednak zagrożenia dla środowiska i bezpieczeństwa użytkowników dróg, m.in. w postaci zwiększonej emisji zanieczyszczeń oraz liczby wypadków i kolizji.

Odpowiednio skonstruowane dachy naczep ciężarowych, ograniczają pośrednio ruchy ładunku. Wytrzymałość ich konstrukcji należy określać na podstawie uznanych norm europejskich lub innych, odpowiadających im wymogom. Przyjęte standardy definiują warunki minimalne zapewniające zdolność skrzyni ładunkowej do zabezpieczenia ładunku (jeżeli nie zostały wykorzystane urządzenia odciągowe). Ważne jest sprawdzenie właściwości i przeznaczenia pojazdu oraz czy jego komponenty spełniają wymogi pozwalające na traktowanie ich jako elementów systemu mocowania ładunku.

2. DACH NACZEPY CIĘŻAROWEJ

2.1. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE I ZASTOSOWANIA

Wspólną pozytywną cechą wszystkich stosowanych dachów naczep ciężarowych jest niewątpliwie ochrona ładunku przed negatywnym wpływem czynników atmosferycznych.

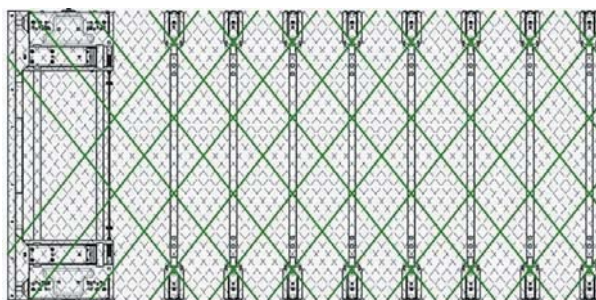
Ze względów konstrukcyjnych, funkcjonalnych i przeznaczenia różnią się od siebie i podzielić je można na:

- dachy stałe – stosowane na przykład w zabudowach typu kontener (załadunek od tyłu),
- dachy przesuwne – stosowane na przykład w zabudowach typu kurtyna (możliwy załadunek z boku i od tyłu np. wózkiem widłowym, ale też od góry np. suwnicą).

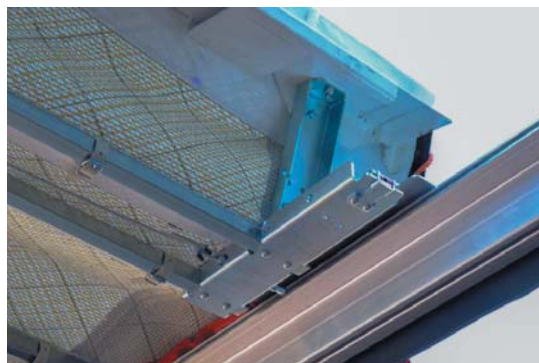
Dachy naczep ciężarowych stanowią też element wzmacniający całej konstrukcji zabudowy pojazdu, głównie podczas jazdy po łuku czy nierównościach. Poddawane są one wtedy m.in. obciążeniom skręcającym i zginającym.

Dla zwiększenia wytrzymałości dachu stosuje się m.in.:

- większą liczbę poprzeczek wzmacniających,
- wtopione / spawane włókna aramidowe w plandekę,
- luźno wiszące stalowe linki wzmacniające lub pasy transportowe.



Rys. 1. Wzmocniony dach – wtopione włókna aramidowe
Źródło: www.versus-omega.com



Rys. 2. Wzmocniony dach – wtopione włókna aramidowe
Źródło: www.versus-omega.com



Rys. 3. Wzmocniony dach – linki stalowe
Źródło: www.versus-omega.com

Oprócz wysokich kosztów linek stalowych ze stali nierdzewnej, przyczyniają się one do szybszego zużycia aluminiowych przewodnic dachu. Linki przesuwają się wraz z otwieranym dachem, wisząc w ładowni często utrudniając załadunek bądź rozładunek.

2.2. METODY BADAŃ DACHÓW NACZEP CIĘŻAROWYCH

2.2.1. PN-EN 12642:2017 – "ZABEZPIECZENIE ŁADUNKÓW NA POJAZDACH DROGOWYCH – KONSTRUKCJA NADWOZI POJAZDÓW DO PRZEWOZU TOWARÓW – WYMAGANIA MINIMALNE" [6]

W normie PN – EN 12642:2017 ujęto dwie metody badawcze zabudowy: symulacyjną, statyczną - z użyciem miechów / poduszek pneumatycznych, oraz dynamiczną - z użyciem akceleratorów do badania przyspieszeń wybranych punktów zabudowy podczas dynamicznej próby jazdy z rzeczywistym ładunkiem. Obie metody stosowane są równoważnie przez producentów i upoważnione laboratoria.



Rys. 4. Metoda statyczna (pośrednia) badania dachu

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 5. Metoda statyczna (pośrednia) badania dachu – widoczne odkształcenie

Źródło: Opracowanie własne

2.2.2. VDI 2700:2004 – "ZABEZPIECZENIE ŁADUNKÓW NA POJAZDACH DROGOWYCH" [8]

Normy z serii VDI 2700 wykorzystują badania drogowe / dynamiczne podczas testów dachu. Metodologia i warunki badań są identyczne jak tzw. "próba drogowa" opisana w normie PN-EN 12642:2017. Prędkość jazdy pojazdu podczas przeprowadzania badań powinna wynosić minimalnie 30 km/h. Należy osiągnąć opóźnienie 0,5g. W przypadku,

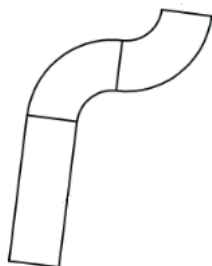
gdy ładunek jest zabezpieczony jedynie przez ścianę boczną (bez dodatkowego osprzętu mocującego), w trakcie badania nie powinny być zauważone żadne trwałe zniszczenia, a po badaniu nie mogą występować pęknięcia, rozdarcia, złamania czy inne deformacje ściany bocznej i dachu.

Metoda ta uwzględnia przeprowadzanie badań drogowych z rzeczywistym ładunkiem jakiemu ma być dedykowana docelowo naczepa ciężarowa, np. papier, szkło, stal, skrzynie typu automotive [7].



Rys. 6. Metoda dynamiczna (pośrednia) badania dachu – trajektoria ruchu pojazdu - zawracanie

Źródło: PN-EN 12642:2017



Rys. 7. Metoda dynamiczna (pośrednia) badania dachu – trajektoria ruchu pojazdu – "S-test"

Źródło: PN-EN 12642:2017



Rys. 8. Metoda dynamiczna (pośrednia) badania dachu – obiekt badań

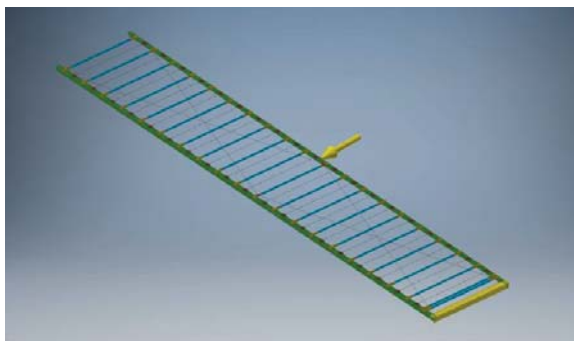
Źródło: Opracowanie własne

2.2.3. BADANIA SYMULACYJNE I OBLICZENIOWE

W praktyce, przed wykonaniem rzeczywistych badań wytrzymałościowych, przeprowadza się szereg prób i badań symulacyjnych. Są one niezwykle przydatne ze względu na aspekt ekonomiczny. Producent komponentu ma możliwość uprzedniego dostosowania konstrukcji pod względem zapotrzebowania rynku, doboru materiałów oraz spełnienia wymogów technicznych.

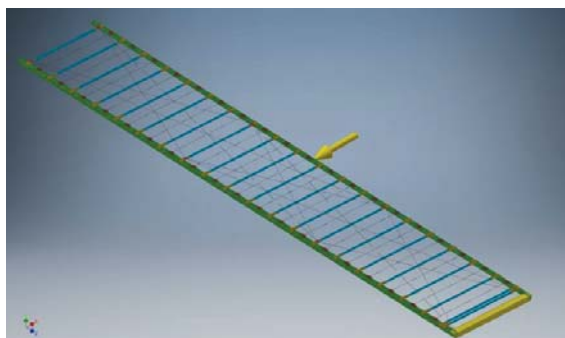
Zalety badań symulacyjnych to:

- możliwość eliminacji wpływu czynnika czasu obserwacji,
- powtarzalność eksperymentu w tych samych warunkach,
- możliwość badań dla warunków nie- lub trudno osiągalnych w rzeczywistości (ekstremalnych),
- możliwość badań nieniszczących,
- możliwość realizacji badań bez konieczności budowy prototypu.



Rys. 9. Badania symulacyjne dachu naczepy ciężarowej (4 linki wzmacniające)

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 10. Badania symulacyjne dachu naczepy ciężarowej (10 linek wzmacniających)

Źródło: Opracowanie własne.

2.3. PRZYKŁADOWE WYNIKI

Badaniu wytrzymałościowemu poddano dach naczepy ciężarowej, kurtynowej. Obciążenie testowe 5 ton równomiernie rozłożone i prostopadłe do szyny dachowej. Metoda badawcza – obliczeniowa. Pakiet komercyjny.

Tablica 1

Identyfikacja pojazdu i obiektu badań

Rodzaj pojazdu:	Naczepa ciężarowa
Badany element:	Dach naczepy kurtynowej
Kategoria pojazdu:	O ₄
Rodzaj zabudowy:	Skrzynia
Dopuszczalna masa całkowita pojazdu	35 ton
Obciążenie testowe dachu	5 ton

Źródło: Opracowanie własne.

Tablica 2

Wyniki badań

Badany element	Wymagane odkształcenie	Kryterium zatwierdzenia	Wynik badania	Ocena
Dach naczepy ciężarowej (4 linki wzmocnień)	max. 300 mm	Brak odkształceń trwałych obiektu badań	max. 105 mm	Wynik pozytywny

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 10. Badania symulacyjne dachu naczepy ciężarowej (4 linki wzmocnień) – obciążenie

Źródło: Opracowanie własne.

3. PODSUMOWANIE

Stosowane przez producentów naczep ciężarowych dachy powinny być zawsze sprawdzane (przed wdrożeniem do produkcji seryjnej) pod względem konstrukcyjnym, instalacyjnym oraz wytrzymałościowym. Często, podczas badań bezpośrednich (Rys. 5)

(siłowych i zarazem niszczących) okazuje się, iż zaprojektowany i już wdrożony do produkcji kompletny pojazd, nie spełnia standardów bezpieczeństwa [6], [8].

Producenci naczepek ciężarowych oferują całą gamę różnych rozwiązań konstrukcyjnych dachów (Rys. 2, Rys. 3), dostosowując je do przewozu uniwersalnych ładunków. Wyniki badań wszystkimi opisanymi w niniejszej pracy metodami jednoznacznie wskazują na "przewagę" wzmocnionych dachów (Tablica 2). Tym samym, zwiększone zostaje bezpieczeństwo kierowcy, innych użytkowników dróg oraz ładunku. W opinii autorów, dachy wszystkich rodzajów naczepek ciężarowych poruszających się po drogach powinny być wzmocnione, a ich konstrukcja i wytrzymałość ujednolicona przepisami [3] dla producentów. Należy sprawdzać też przeznaczenie pojazdu. Często zdarza się, że komponent i cała naczepa są sprawdzone pod kątem przewożenia lekkich ładunków, a docelowo podejmowane są w spedycjach przez przewoźników znacznie cięższe ładunki.

Bibliografia

1. DZ. U. z 2012 r. poz. 1137 wraz z późn. zm.,
2. www.stvo.de, 2018 r.,
3. Dyrektywa 2007/46/WE zmieniona przez Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/2400 z dnia 12 grudnia 2017 r.,
4. www.ec.europa.eu, 2018 r.,
5. PKN, PN – EN 12640 "Mocowanie ładunków na pojazdach drogowych – Punkty mocowania na pojazdach używanych do przewozu towarów – Minimalne wymagania i badania", 2002 r.,
6. PKN, PN-EN 12642 "Zabezpieczanie ładunków na pojazdach drogowych – Konstrukcja nadwozi pojazdów do przewozu towarów - Wymagania minimalne", 2017 r.,
7. Dyrektywa DCE 9.5 "Zabezpieczenie ładunku w transporcie nośników ładunku pojazdami użytkowymi w ruchu drogowym", 2008 r.,
8. VDI 2700 "Zabezpieczenie ładunków na pojazdach drogowych", 2004 r.,
9. www.vdi.de, 2018 r.,
10. Leon Prochowski, Andrzej Żuchowski, "Technika transportu ładunków", Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 2009 r.,
11. "European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport" – European Commission, Directorate - General for Energy and Transport, 2018 r.,
12. <http://www.unece.org>, 2018 r.,
13. Mirosław Nader, Krzysztof Kielczyk, "Wymagania w zakresie wytrzymałości elementów konstrukcyjnych nadwozi pojazdów drogowych oraz urządzeń przeznaczonych do mocowania ładunków", Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania, 2014 r.,
14. Mirosław Nader, Krzysztof Kielczyk, "Ocena wymagań stawianych systemom zabezpieczenia ładunku montowanych w pojazdach dostawczych na podstawie normy ISO 27956", Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania, 2015 r.,
15. Mirosław Nader, Krzysztof Kielczyk, "Punkty mocowania ładunku stosowane na pojazdach drogowych", Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, 2016 r.,
16. Mirosław Nader, Krzysztof Kielczyk, "Wytrzymałość przedniej ściany naczepy ciężarowej w aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego", Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, 2017 r.

STRENGTH OF THE SEMITRAILER'S ROOF IN THE ASPECT OF ROAD TRAFFIC SAFETY

Summary: Stable and slidable roofs of the semitrailers are usually characterized by low weight and easy handling, which equals directly into comfort of use, longevity of the system and the time needed to open or close. However, not always an operational advantages of roofs go hand in hand with their durability, especially in the snowfall situation or sudden changes of the road lane by a set of vehicles: a truck tractor – a semitrailer.

The analysis of homologation regulations shows that today there are no precise requirements and physical testing / strength methods for assembled roofs of the semitrailers as components.

The test methods for complete vehicle bodies (including the roof), which have destructive nature, are described in European standards, e.g. EN 12642:2017 "Securing of cargo on road vehicles – Body structure of commercial vehicles – Minimum requirements" [6], internal German regulations, e.g. VDI 2700:2004 "Securing of loads on road vehicles" [8] or Directive DCE 9.5:2008 "Load security for transportation of load containers on utility vehicles in road traffic" [7].

A non-destructive, possible to perform, testing method for the roof as a component - is calculation method.

The results of the performed tests allow to conduct development works over improving the vehicle's system security (including the introduction of new semitrailers roofs design solutions and verification of existing ones). The carried out strength tests give possibilities to optimize and adapt the roofs to the transported loads, e.g. stable lifting roofs used in transport of divisible loads, or sliding roofs used in the transport of non-separate loads.

The strength testing of the semitrailer's roofs is highly justified from the point of view of securing the load and safety of passengers, drivers and other road users primarily.

The requirements and limitations of the mentioned testing methods are not - in the authors opinion - 100% of realistic and possible deformation during the real vehicle's road traffic. On the other hand, the cited documents exists as recognized regulators in the international arena of the road traffic legislation.

The work's aim is demonstrating the benefits of using reinforced roofs in all types of the semitrailer's bodyworks.

Keywords: road traffic safety, transport, load