

Numeryczno-doświadczalna statyczna analiza wyężenia wężła poprzecznica-podłużnica ramy nośnej naczepy

Rafał Napierała

Wielton S.A., ul. Rymarkiewicz 6, 98-300 Wieluń,
Instytut Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice.

email: r.napierala@wielton.com.pl, rafal.napierala@polsl.pl

Streszczenie. W artykule przedstawiono proces weryfikacyjny nowego typu poprzecznicy ramy nośnej naczepy, jako element procesu opracowania nowego rozwiązania konstrukcyjnego. Bezpośrednim celem prac było określenie możliwości stosowania giętych profili blaszanych jako poprzecznicy ramy naczepy kurtynowej. Na potrzeby badań utworzony został model CAD fragmentu ramy, zawierający badane rozwiązanie konstrukcyjne - węzeł poprzecznica-podłużnica. Po przeprowadzeniu wstępnej analizy wytrzymałościowej, kolejnym krokiem było wykonanie analogicznego prototypu, zgodnego z wcześniej utworzonym modelem oraz przeprowadzenie na nim badań doświadczalnych. Wyniki eksperymentu posłużyły do kalibracji modelu obliczeniowego. Dalsze prace związane były z iteracyjnym poszukiwaniem optymalnego połączenia poprzecznica-podłużnica bazując na wynikach z analiz numerycznych. Zastosowana metodyka pozwoliła na potwierdzenie spełnienia wszystkich kluczowych wymagań przez nowe rozwiązanie konstrukcyjne.

WPROWADZENIE

Rama nośna pojazdu, w tym naczepy jest jego podstawowym elementem konstrukcyjnym. Jej postać konstrukcyjna zależy ściśle od przeznaczenia pojazdu. Poprawne zaprojektowanie, tj. spełniające szereg szczegółowych wymagań (m.in. homologacyjnych, wytrzymałościowych, masowych, technologicznych a także ekonomicznych) oraz wykonanie jest kluczowym czynnikiem warunkującym trwałą, niezawodną oraz bezpieczną pracę całego pojazdu.

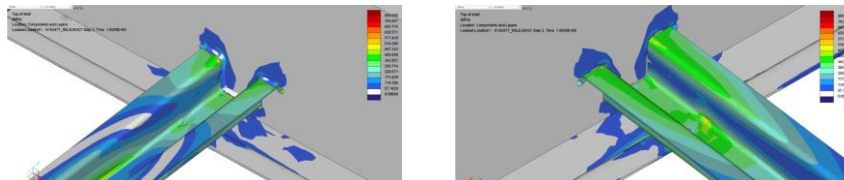
W samochodach ciężarowych, jak i naczepach, stosowane od dawna są tzw. ramy podłużnicowe. Ich budowa oparta na podłużnicach - dwóch belkach (najczęściej o profilu ceowym lub dwuteowym) biegnących przez całą długość pojazdu oraz poprzecznicach - belkach poprzecznych zapewniających odpowiednią sztywność ale i wytrzymałość całej konstrukcji. W różnych spotykanych konstrukcjach elementy te były dotychczas profilami hutniczymi (wytwarzanymi z materiałów o granicy plastyczności poniżej 450MPa). Pojawienie się na rynku materiałów wysokowytrzymałych (ang. high strength steel lub ultra-high strength steel), o granicy plastyczności powyżej 700MPa pozwoliło na zastąpienie ich profilami giętymi na zimno. Dzięki temu znacznie zredukowano masę własną pojazdów [1].

W ramach prowadzonych prac badawczo-rozwojowych w firmie Wielton, poddano weryfikacji zastosowanie profili giętych jako poprzecznicy ramy nośnej naczepy pod kątem wytrzymałości konstrukcji w przypadku wystąpienia dopuszczalnych warunków obciążenia. Istotnym elementem weryfikacji były węzły spawane poprzecznica-podłużnica. Wszystkie badania zostały wykonane dla testowego fragmentu ramy, której budowa odpowiadała konstrukcji ramy naczepy skrzyniowej.

Na potrzeby badań w środowisku PTC Creo Parametric przygotowano model CAD fragmentu ramy testowej. Składał się z dwóch symetrycznych podłużnic, połączonych pięcioma poprzecznicami, ułożonymi w szyku, w jednakowej odległości od siebie. Zgodnie z rozwiązaniem konstrukcyjnym ramy poprzeczki połączone zostały z obrzeżem bocznym ramy. Poprzecznicami były profilami giętymi typu „omega”, spawanymi do podłużnic. W modelu uwzględniono również część podłogi naczepy, wykonaną ze sklejki (klejonych płyt drewnianych).

ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCIOWA

W modelu numerycznym wykorzystano elementy bryłowe i powłokowe. Na powierzchni styku płyty z belką oraz płyty z górnym pasem podłużnicy nadano kontakt beztarciowy. Umożliwiło to symulację rozkładu obciążenia przez płytę na poszczególne poprzecznice. Przeprowadzono analizę wytrzymałościową wykorzystując MES, w środowisku PTC Creo Simulate, dla statycznego obciążenia ramy. Źródłem obciążenia był wózek załadowniczy. Jego działanie zasymulowano przez zadanie siły 70kN proporcjonalnie na dwóch obszarach odpowiadających polu powierzchni oraz rozstawowi kół wózka. Wyniki otrzymanych wartości naprężeń zredukowanych przedstawiono na Rys.2 [2].



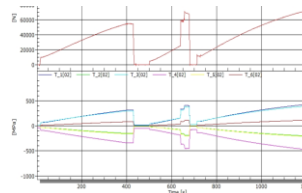
RYSUNEK 2. Wyniki analizy wytrzymałościowej – naprężenia [MPa]

BADANIE DOŚWIADCZALNE

W kolejnym kroku przeprowadzono badania eksperymentalne na zbudowanym rzeczywistym analogicznym obiekcie. Badany układ obciążono w identyczny sposób jak w analizie MES. Wykonano kilka prób sukcesywnie zwiększając wartość obciążenia. Wykorzystując pomiary tensometryczne otrzymano poziomy naprężeń oraz przemieszczeń dla danego poziomu obciążenia. Uzyskane wyniki posłużyły do weryfikacji węzła poprzecznicopodłużnica oraz kalibracji modelu numerycznego. Zweryfikowany model numeryczny posłużył w dalszym etapie prac, jako główne narzędzie do poszukiwania optymalnego rozwiązania badanego węzła. Dzięki zastosowanemu podejściu wypracowano ostateczne rozwiązanie konstrukcyjne spełniające wszystkie określone wcześniej wymagania.



a)



b)

RYSUNEK 3. a) Stanowisko badawcze, b) Otrzymane wartości naprężeń w badanych miejscach [MPa]

WNIOSKI

Stosowanie giętych profili jako poprzecznic daje duże możliwości redukcji masy naczep. Jednak ze względu na ich mniejszą sztywność, połączenia spawane w węzłach podłużnica-poprzecznica narażone są na występowanie dużo większych obciążeń i naprężeń. Przedstawiona w artykule metodyka opracowania nowych rozwiązań konstrukcyjnych w naczepach pozwala oceniać nowe rozwiązania konstrukcyjne z dużo większym niż dotychczas prawdopodobieństwem spełnienia wszystkich istotnych wymagań. W branży producentów i użytkowników naczep skutkuje to zwiększeniem bezpieczeństwa i trwałości produktów.

„Płatne ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na podstawie umowy nr 12/DW/2017/01/1 z dnia 07.11.2017 r. w kwocie 4 433 520,00 zł.”

LITERATURA

1. P. Simiński, *Wojskowe pojazdy kołowe*, WITPiS, Sulejów/Warszawa, 2015
2. E. Rusiński, J. Czmochoński, T. Smolnicki, *Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych*, OWPW, Wrocław, 2000