Prof. dr hab. Inż. Włodzimierz Gąsowski

Instytut Pojazdów Szynowych TABOR-Poznań

Milanówek, 24.10.2014 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. Inż. Szymona Mileckiego

pt." Stateczność sprężysta trójkąta hamulcowego „

Podstawa opracowania: pismo Dziekana Wydziału Maszyn Roboczych i Transportu z dnia 30.09.2014 r., nr DR-63/461/01/2014, do którego dołączono egzemplarz rozprawy.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

W całym okresie rozwoju pojazdów szynowych zagadnienia hamowania poszczególnych pojazdów, jak i uformowanych z nich pociągów, stanowiły zasadniczy rozdział w ich projektowaniu i eksploatacji.

Aktualność tematyki okazała się prawie niezależna od upływu czasu, ponieważ zarówno zwiększenie prędkości jazdy, masy pociągów oraz narastające wymagania w zakresie bezpieczeństwa transportu szynowego wymuszają doskonalenie istniejących układów hamulcowych i ich zespołów oraz poszukiwania nowych , lepszych rozwiązań.

Prace w tym obszarze prowadzone są w różnych ośrodkach od dziesiątków lat i będą dalej kontynuowane, albowiem zmieniają się materiały, metody badań i narzędzia badawcze, które umożliwiają optymalizację elementów i całych układów hamulcowych według różnych kryteriów.

Jednym z ważnych elementów jest trójkąt hamulcowy wagonów. Przenosi on obciążenie z cylindra hamulcowego na klocki hamulcowe, współpracujące z kołami zestawu kołowego wózka. Właściwy dobór jego parametrów wpływa na bezpieczeństwo jazdy oraz – ze względu na optymalizację jego masy – na ekonomikę przewozów.

Ograniczenie masy układów biegowych zwiększa ładowność wagonów towarowych. Wzrasta przez to efektywność przewozowa zarówno w stanie próżnym jak i ładownym

W pojazdach szynowych – w porównaniu do obiektów lotniczych – przy obliczaniu wytrzymałości konstrukcji stosuje się współczynniki bezpieczeństwa o większej wartości.

Składa się na to wiele zarówno tradycyjnych jak i obiektywnych czynników. Jednym z nich są bardziej precyzyjne metody obliczeń

Przyjęte w rozprawie metody obliczeń obciążeń części trójkąta hamulcowego są zbliżone do obliczeń stosowanych w lotnictwie.

W świetle powyższego przyjęcie przez Doktoranta obiektu badań i sposobu realizacji postawionego zadania uważam za przemyślany i trafny wybór.

Rozprawa ma 80 stron tekstu zawierającego 8 rozdziałów i streszczenie w języku polskim i angielskim oraz bibliografię liczącą 44 pozycje.

Rozdział pierwszy obejmuje opis konstrukcji układu hamulcowego na wózkach, sposoby jego działania, rodzaje hamulców oraz rolę jaką spełnia trójkąt hamulcowy w tym układzie. Zawarto w nim również wymagania ujęte w normach jakim powinien podlegać trójkąt hamulcowy.

Kandydat słusznie zwrócił uwagę na to, że zmiana przekrojów elementów składowych trójkąta może spowodować zwiększenie odporności jego konstrukcji na wyboczenie.

Najobszerniejszy rozdział drugi obejmuje:

- Publikacje naukowe z podaniem ich zasadniczych treści z wynikami badań.

- Historię rozwoju trójkątów hamulcowych w Polsce, poczynając od 1953 roku do dnia dzisiejszego. Przedstawiono tu kwintesencję 26 prac badawczo-konstrukcyjnych. Większość z nich dotyczy badań empirycznych konstrukcji zaprojektowanych w Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR.

- Normy, które powinien spełniać trójkąt hamulcowy. Wszechstronnie przedstawiono treść norm, poczynając od wymiarów gabarytowych z tolerancjami wymiarowymi, technologii wykonania, badań stanowiskowych itd. Przedstawiono je w sposób wyczerpujący.

- Tezę i cel pracy. W dotychczasowych badaniach wytrzymałościowych trójkąta hamulcowego , teoretycznych i empirycznych, łącznie z wytrzymałością zmęczeniową, nie zajmowano się jego statecznością. W dysertacji podjęto ten problem i wysunięto tezę, że:

„ Istnieje proporcja wymiarów przekroju poprzecznego b/c ramion, dla której obciążenie krytyczne osiąga wartość maksymalną".

W rozdziale trzecim zaprezentowano model analityczny statycznego wyboczenia trójkąta. Dla stanu przedkrytycznego wykonano obliczenia sił, momentów i odkształceń. Dla stanów

krytycznego wyboczenia w płaszczyźnie oraz w przestrzeni określono siły krytyczne i współczynniki obciążenia krytycznego.

W rozdziale czwartym przedstawiono numeryczny model statycznego wyboczenia trójkąta hamulcowego. Rozpatrzono w nim wyboczenie w płaszczyźnie oraz w przestrzeni. Obliczono siły krytyczne i współczynniki obciążenia krytycznego dla obydwu stanów.

Rozdział piąty zawiera porównanie wartości bezwymiarowego współczynnika obciążenia krytycznego – w zależności od wymiarów ramienia trójkąta hamulcowego – które uzyskano z obliczeń analitycznych i numerycznych.

W rozdziale szóstym przedstawiono model analityczny wyboczenia trójkąta hamulcowego wywołanego obciążeniem impulsowym. Określono statyczną ścieżkę równowagi dla stanu zakrytycznego dla dwóch trójkątów o różnych wymiarach rdzenia: trójkąta aktualnie produkowanego oraz trójkąta o najkorzystniejszym kształcie ramion, określonym we wcześniejszych obliczeniach.

W rozdziale siódmym ukazano statyczne ścieżki równowagi modelu numerycznego trójkąta bez czopów oraz z czopami. Zbadano wpływ czopów, występujących w rzeczywistych konstrukcjach, na obciążenie krytyczne. Wyznaczono, metodą numeryczną, statyczne ścieżki równowagi trójkątów z ramionami o różnych wymiarach.

W podsumowaniu – stanowiącym ostatni rozdział – wskazano na osiągnięcia rozprawy. Przeprowadzone badania wykazały możliwość zwiększenia maksimum obciążenia krytycznego dla zaproponowanych wymiarów poprzecznych przekrojów ramion trójkąta o ponad 10%.

Podano również kierunki dalszych prac, szczególnie badania wyboczenia sprężysto – plastycznego ramion trójkąta hamulcowego.

2. OCENA ROZPRAWY

Rozprawa jest oryginalna. Poziom naukowy i forma jej przedstawienia są właściwe dla tego rodzaju dysertacji.

Doktorant właściwie zidentyfikował i ujawnił problem badawczy, wynikający z potrzeby obniżenia masy wagonu.

Dążenie do zwiększenia ładowności wagonów kosztem zmniejszenia ich masy zmusza konstruktorów i producentów do poszukiwania m. inn. rozwiązań lekkich trójkątów hamulcowych, które będą mogły być zastosowane w ograniczonej geometrii przestrzennej wózka.

Badania podjęte w rozprawie wpisują się w te tendencje. Wyniki badań, zawarte w pracy, wyraźnie wskazują możliwości zmniejszenia masy trójkątów.

Jednak trzeba mieć na względzie, że zwiększenie maksimum obciążenia krytycznego może spowodować zwiększenie odkształcenia trójkąta, zwiększające strzałkę ugięcia.

Kryterium dopuszczalnej strzałki ugięcia jest ważne ze względu na ograniczenie skoku cylindra hamulcowego oraz zdolności regulacyjnych nastawiaczy skoku klocków hamulcowych. Aby skok cylindra w układach dźwigniowych był wystarczający należy uwzględnić zużycie klocków hamulcowych, zużycie powierzchni tocznej koła oraz sprężyste ugięcie układu dźwigniowego.

Niektóre z tych zagadnień wychodzą poza zakres rozprawy, ale przy konstruowaniu lekkiego trójkąta należy mieć je na względzie, albowiem wykazane możliwości zwiększenia maksimum obciążenia krytycznego mogą być, w niektórych przypadkach, nie w pełni wykorzystane.

Wyrażam opinię, że zastosowanie modelowania matematycznego w badaniach obejmujących tematykę rozprawy, dającego szybką orientacyjną informację, jest w pełni zasadne .

Umożliwiło to prognozowanie właściwości trójkąta hamulcowego oraz wysunięcie przesłanek dla empirycznego sprawdzenia adekwatności modelu i wynikających z niego konsekwencji.

Doktorant, który ma doświadczenie konstruktorskie, zdaje sobie sprawę - co wynika z tekstu rozprawy – że weryfikacja wyników przedstawionych badań teoretycznych , na podstawie rozwiązań modeli analitycznych oraz numerycznych, jest możliwa jedynie drogą doświadczalną.

W pracy wykazano pewne możliwości doskonalenia ważnego elementu wagonów towarowych.

Sądzę, że warto pójść dalej – jest to propozycja poza rozprawą – i przeprowadzić eksperymenty z rzeczywistym trójkątem hamulcowym. Możliwości przeprowadzenia tego są w pełni realne w Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR. Posuwałoby to naprzód nie tylko teorię ale i praktykę polepszania układów biegowych wagonów towarowych.

Niezależnie od tego czy tak się stanie przedstawiona rozprawa czyni kroki w dobrym kierunku.

Praca nie pozbawiona jest pewnych niedostatków, do których zaliczam:

1. Brak omówienia wpływu zmiany odkształceń trójkąta w wyniku wykorzystania zwiększenia obciążenia krytycznego.
2. W podtytule: „Teza i cel pracy", w rozdziale drugim, brak sformułowania celu pracy. Można się go doszukać w streszczeniu, na stronie trzeciej.

3. Brak publikacji zagranicznych. Domyślam się, w dobrej wierze, iż Doktorant przyjął, że w przytoczonych publikacjach krajowych są powoływania na prace zagraniczne i nie chciał tego powtarzać.
4. W rozprawie występuje niewielka liczba drobnych potknięć, które nie umniejszają jej wartości merytorycznej.

3. PODSUMOWANIE

Nie ulega wątpliwości, że cel pracy został osiągnięty a teza potwierdzona.

Uważam, że rozprawę doktorską mgr. inż. Szymona Mileckiego charakteryzuje celowo dobrana i ważna – pod względem naukowym i aplikacyjnym – tematyka, właściwy układ i przejrzyste przedstawienie.

Uzyskane wyniki w rozprawie pt." Stateczność sprężysta trójkąta hamulcowego „ stanowią twórczy wkład Autora do dziedziny nauk technicznych w zakresie towarowego transportu kolejowego.

Stwierdzam, że rozprawa całkowicie spełnia warunki stawiane dysertacjom doktorskim w dyscyplinie „ Budowa i eksploatacja maszyn", w rozumieniu Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku „ O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki".

Może ona stanowić podstawę do dopuszczenia jej do publicznej obrony i nadania mgr. inż. Szymonowi Mileckiemu stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

