

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Analiza możliwości ograniczenia skutków uderzenia samochodu osobowego w tylne urządzenie zabezpieczające pojazdu ciężarowego

Autor: mgr inż. Paweł Posuniak

Promotor: dr hab. inż. Jerzy Jackowski, prof. WAT

W niniejszej pracy rozpatrywano problematykę zderzeń tylnych, a dokładniej przypadków, gdy samochód osobowy uderza w tył pojazdu ciężarowego. W Polsce zderzenia tylne stanowią ok. 12% wszystkich wypadków drogowych pomiędzy pojazdami. Statystyki tego typu wypadków drogowych wskazują na potrzebę podjęcia opisanego zagadnienia w aspekcie zwiększenia ochrony pasażerów samochodu osobowego uderzającego w tył pojazdu ciężarowego. Wskazano obszar niedostatecznie rozpoznany, a zarazem perspektywiczny w kontekście doskonalenia urządzenia zabezpieczającego przed wjechaniem pod tył pojazdu ciężarowego (tzw. RUPD) - zwiększenie zdolności RUPD do pochłaniania energii kinetycznej uderzenia.

Podjęte w pracy badania wykazały możliwość ograniczenia obciążeń działających na samochód osobowy uderzający w tył pojazdu ciężarowego, poprzez zastosowanie w konstrukcji RUPD dodatkowych segmentów, zdolnych do pochłaniania energii kinetycznej uderzenia. Zatem głównym celem niniejszej pracy było przeprowadzenie analiz na potrzeby opracowania udoskonalonego tylnego urządzenia zabezpieczającego. Z uwagi na aplikacyjny charakter pracy, badania prowadzono nie tylko z uwzględnieniem aspektów związanych z bezpieczeństwem biernym pojazdów, ale także wymagań wynikających z regulacji prawnych oraz zagadnień dotyczących późniejszego praktycznego wdrożenia RUPD. Wiele uwagi poświęcono na poszukiwaniu materiałów bądź struktur, które mogłyby być wykorzystane jako elementy zwiększające odporność zderzeniową tylnej części pojazdu ciężarowego.

Przeanalizowano statystyki wypadków drogowych i określono rodzaj zderzenia tylnego, który występuje najczęściej, gdy samochód osobowy uderza w tył pojazdu ciężarowego. Przeprowadzono także analizę stanu zagadnienia w obszarze wymagań normatywnych oraz istniejących rozwiązań konstrukcyjnych RUPD. Na podstawie przeglądu wymagań normatywnych i prawnych stawianych pojazdom ciężarowym w aspekcie zabezpieczenia tylnej części pojazdu, stwierdzono, iż w ujęciu normatywnym RUPD (między innymi na rynku europejskim), podlega jedynie wymaganiom wytrzymałościowym. Zgodnie z tymi wymaganiami należy zapewnić odpowiednią sztywność RUPD, by uniemożliwić wjechanie samochodu osobowego pod tylną część pojazdu ciężarowego; zatem aspekt pochłaniania energii kinetycznej uderzającego samochodu osobowego jest pomijany.

Na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i baz patentowych, przeprowadzono analizę opracowanych konstrukcji tylnych urządzeń zabezpieczających. Stwierdzono, że zagadnienie pochłaniania energii kinetycznej przez RUPD było tematem licznych opracowań naukowych oraz zgłoszeń patentowych, jednak tylko jedno z opisanych rozwiązań zostało skutecznie wdrożone do użytku.

Wnioski z przeprowadzonej analizy posłużyły do sprecyzowania celu i zakresu rozprawy, a także do zaplanowania własnych prac badawczych.

W dalszej części pracy opisano koncepcję RUPD, które skutecznie absorbuje energię uderzenia, a także spełnia wymagania prawne, tak by realnym było jego wdrożenie do użytku w pojeździe ciężarowym. Przedstawiona koncepcja RUPD zawiera elementy klasycznego tylnego urządzenia zabezpieczającego, uzupełnionego przez dodatkowe segmenty (absorbery) pochłaniające energię kinetyczną uderzenia. Sprecyzowano także założenia dla dodatkowych segmentów pochłaniających energię. Między innymi określono zakładaną wielkość absorberów oraz maksymalną ich deformację podczas zderzenia.

Realizacja celów rozprawy, zarówno głównego, tj. wskazania możliwości udoskonalenia tylnego urządzenia zabezpieczającego przed wjechaniem pod pojazd ciężarowy w aspekcie ograniczenia skutków zderzenia samochodu osobowego z pojazdem ciężarowym jak i celu naukowego oraz praktycznego, wymagała wykonania stanowiska do prowadzenia badań eksperymentalnych. W pracy opisano wytworzone stanowisko do quasi-statycznych testów wytrzymałościowych, które zostało wdrożone w Łukasiewicz – Przemysłowym Instytucie Motoryzacji.

Wytypowano materiały, które cechują się zdolnością do pochłaniania energii kinetycznej uderzenia oraz przeprowadzono quasi-statyczne i dynamiczne (zderzeniowe) badania wytrzymałościowe dla opracowanych próbek. W celu określenia czy wytypowane materiały i struktury mogą być wykorzystane jako absorbery energii kinetycznej uderzenia, niezbędne było wyznaczenie ich modeli teoretycznych i przeprowadzenie serii badań symulacyjnych.

W analizach uwzględniono także właściwości absorberów stosowanych w samochodach osobowych. Na podstawie przeprowadzonych badań wytypowano najskuteczniejsze (z analizowanych w rozprawie) absorbery energii kinetycznej montowane w tylnym urządzeniu zabezpieczającym pojazd ciężarowy oraz sformułowano wnioski do dalszych prac badawczych.

W pracy scharakteryzowano także absorber, w którym do pochłaniania energii uderzenia wykorzystano opór skrawania materiału. Absorber ten jest przedmiotem zgłoszenia patentowego autora rozprawy. Przeprowadzone badania opracowanej konstrukcji porównano z wynikami badań absorberów zbudowanych na bazie materiałów i struktur pochłaniających energię zderzenia; oceniono, że opracowany absorber osiągnął wysoką skuteczność pochłaniania energii.

W celu potwierdzenia skuteczności pochłaniania energii kinetycznej uderzenia przez RUPD wyposażony w opracowane absorbery, przeprowadzono badania symulacyjne uderzenia samochodu osobowego w tył pojazdu ciężarowego, a rezultaty tych badań opisano w rozprawie. Na potrzeby realizacji tych badań opracowano i zweryfikowano model matematyczny zderzenia samochodu osobowego z pojazdem ciężarowym. Badania symulacyjne obejmowały różne warianty zderzenia różniące się m.in. masami i prędkościami pojazdów.

Uzyskane wyniki badań modelowych posłużyły do sformułowania wniosków końcowych rozprawy. Stwierdzono m.in., że w określonych przypadkach, dzięki zastosowaniu struktury pochłaniającej energię uderzania, możliwe jest prawie dwukrotne zmniejszenie obciążeń działających na samochód osobowy. Ponadto wykazano, że możliwe jest zastosowanie w pojeździe ciężarowym RUPD, które będzie absorbować energię uderzenia, a zarazem będzie spełniało wymagania normatywne i będzie relatywnie niedrogie i łatwe w produkcji.