

Ryszard KRAWCZYK¹

Opiekun naukowy: Krzysztof PARCZEWSKI²

PROBLEMY ZWIĄZANE Z POMIAREM SIŁY DZIAŁAJĄCEJ NA KOŁO KIEROWNICY PODCZAS ZDERZENIA

Streszczenie: W pracy opisano problemy związane z bezpieczeństwem biernym w odniesieniu do elementów układu kierowniczego. Przedstawiono biomechaniczne kryteria oceny skutków zderzenia i na tej podstawie starano się określić wymagania dotyczące układów kierowniczych. Przedstawiono stosowane rozwiązania konstrukcyjne kolumn kierownicy zwiększające bezpieczeństwo. Opisano fazy rozpraszania energii podczas zderzenia przez elementy kolumny kierownicy. W ostatniej części przedstawiono zaproponowany czujnik pomiarowy zabudowywany do koła kierownicy mający na celu uzyskanie informacji o wielkościach sił i momentów działających na koło kierownicy podczas zderzenia.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo bierne, układ kierowniczy, badania

MEASUREMENTS OF THE FORCE ACTING ON A DRIVING WHEEL DURING A CAR CRASH – THEORETICAL BACKGROUND AND METHODOLOGY

Summary: In the present paper, the problems connected with a passive safety of a car passenger are discussed. The considerations are focused mainly on the steering system. The biomechanical criteria for an assessment of the crash consequences are formulated. Based upon these constraints, the demands for design and manufacturing of steering systems were defined. Some design solutions of a steering column have been presented. These solutions increase safety of passengers. The phases of energy dissipation during a crash via the elements of the steering column were described. In the final part of the work, the idea of a measuring gauge was proposed. The gauge would be placed on the steering wheel. The goal of this device is collecting and recording of an information about the forces and moments acting onto the steering wheel during a crash.

Keywords: passive safety, steering system, measurement

¹ Akademia Techniczno-Humanistyczna, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, specjalność: specjalność: Komputerowo Wspomagane Konstruowanie i Wytwarzanie (CAD/CAM), email: rysrys3@wp.pl

² prof. ATH dr hab. inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, email: rparczewski@ath.bielsko.pl

1. Wprowadzenie

Współczesne samochody wyposażone są w wiele systemów zwiększających bezpieczeństwo, kierowcy i pasażerów w trakcie ich użytkowania. Ogólnie stosowany jest podział na systemy bezpieczeństwa czynnego (zmniejszające ryzyko wystąpienia kolizji drogowej) i biernego (układów chroniących pasażera przed skutkami wypadku). Oba te systemy muszą wzajemnie się uzupełniać, aby osiągnąć jak najwyższy stopień bezpieczeństwa. Systemy zapobiegające wypadkom oraz utracie kontroli nad pojazdem dotyczą najczęściej bezpieczeństwa czynnego, natomiast systemy bezpieczeństwa biernego uruchamiane są w momencie wypadku chroniąc jej uczestników przed skutkami nieuniknionego zderzenia. Całkowicie bezpieczny pojazd jednak nie istnieje, możemy jedynie coraz bardziej zbliżać się do ideału. Samochód, zanim wejdzie do produkcji, musi przejść szereg badań zderzeniowych celem ujawnienia jego słabych stron i zminimalizowania skutków wypadku bądź jego zapobiegnięcia. Producenci samochodów dążą do zwiększenia bezpieczeństwa biernego stale ulepszając zespoły pojazdu starając się zminimalizować obrażenia ciała kierowcy i pasażerów podczas zderzenia. Jednym z takich elementów jest kolumna kierownicy, która podczas zderzenia powinna się „złożyć” w taki sposób by siły działające na tułów kierowcy były jak najmniejsze. W tym celu prowadzone są prace konstrukcyjne wprowadzające modyfikacje układy kierowniczego oraz jego badania po wprowadzeniu zmian[1,2,3,5]

Artykuł dotyczy projektu czujnika do pomiaru siły działających na końcówkę kolumny kierowniczej samochodu osobowego podczas zderzenia. Czujnik przystosowany będzie do pomiaru sił w miejscu montażu koła kierownicy.

2. Biomechaniczne kryteria oceny systemów bezpieczeństwa biernego

Testy zderzeniowe mają na celu doprowadzenie do zwiększenia bezpieczeństwa biernego w samochodzie. W celu podniesienia bezpieczeństwa biernego podczas badań wykorzystuje się manekiny badawcze, wyposażone w szereg czujników pozwalających na pomiary sił, odkształceń i przyspieszeń działających podczas wypadku. Ocena rezultatów zderzenia zbierana jest poprzez szereg czujników usytuowanych na manekinie oraz rejestrację filmową. Do oceny zagrożenia stosuje się szereg kryteriów biomechanicznych, których spełnienie powinno zapewnić skuteczną ochronę życia osób znajdujących się w samochodzie. Dotyczą one między innymi: głowy, szyi, klatki piersiowej, brzucha, miednicy i nóg. Podczas zderzenia manekina z kierownicą mogą być wykorzystywane pierwsze trzy kryteria. Najpopularniejszą formułą stosowaną do oceny urazów głowy jest kryterium HIC (head injury Criterion). Podobne kryteria zostały opracowane dla szyi NIC (Neck Injury Criterion) i ThPC (Thorax Performance Criterion). Maksymalne wartości kryteriów to dla HOC 1000, dla NIC 5440 / 415 / 166 a dla ThPC 75.

Zaproponowane kryteria nie dają odpowiedzi na pytania, jakie siły mają działać na kolumnę kierownicy, by oddziaływanie poduszki gazowej na kierowcę było zgodne z przedstawionymi kryteriami. To była przyczyna, dla której należało opracować czujnik pozwalający na pomiar sił podczas działających na kolumnę kierownicy podczas zderzenia.

3. Pomiar sił działających na kolumnę kierownicy podczas zderzenia

Bezpieczeństwo bierne to szereg układów chroniących pasażera przed skutkami wypadku lub utratą życia w skutek zdarzenia drogowego. Wzrastający potęg technologiczny niesie ze sobą potrzebę poprawy i udoskonalania systemów bezpieczeństwa występujących w samochodach. W tym celu przeprowadzany jest szereg testów, które dostarczają odpowiednich informacji. Tego typu zastosowanie będzie posiadał wyżej wymieniony czujnik. Dzięki jego zastosowaniu otrzymamy informację dotyczące sił działających na kolumnę kierowniczą (mierzących w trzech osiach) podczas zderzenia [4,6,7,8].

Celem zaprojektowanego czujnika jest uzyskanie informacji dotyczących sił działających w kolumnie kierowniczej, co pozwoli na polepszenie bezpieczeństwa biernego w samochodzie. Dzięki zastosowaniu czujnika w trakcie symulacji zderzenia, otrzymamy informację dotyczące sił, jakie występują we wnętrzu kolumny kierowniczej. Znając siły będzie można wprowadzić dalsze modyfikacje wpływające na polepszenie bezpieczeństwa kierowcy w sytuacji nieuniknionego wypadku. Dotychczas w testach zderzeniowych wykorzystywano dwa czujniki mierzące siłę, jeden umiejscowiony był na klatce piersiowej manekina, natomiast drugi w dolnej części kolumny, tuż za elementem wspomagającym układ kierowniczy. Tego typu rozwiązanie nie daje pełnej informacji dotyczących sił występujących we wnętrzu kolumny. Pierwszy czujnik obrazuje siłę, jaka działa na człowieka w trakcie zderzenia, natomiast drugi określa siłę sumaryczną działającą w dolnej części kolumny, znacznie odbiegającą od siły w jej górnej części.

Obecnie występuje wiele rozwiązań układów absorbujących energię uderzenia, ich różnorodność zależy marki samochodu oraz pomysłowości inżynierów. W starszych rozwiązaniach mechanizm energochłonny stanowiła rura z falistymi przetłoczeniami, która w momencie zderzenia ulegała skróceniu pochłaniając w ten sposób część energii uderzenia. Innym rozwiązaniem jest sprzęgło zatraskowe, które w skutek uderzenia zostaje rozłączone powodując ruch kolumny w dół i odkształcenie się podatnego wspornika.



Rysunek 1. Mechanizmy energochłonne w postaci rury z falistymi przetłoczeniami (z lewej), oraz ze sprzęgłem zatraskowym (z prawej). [4,7]

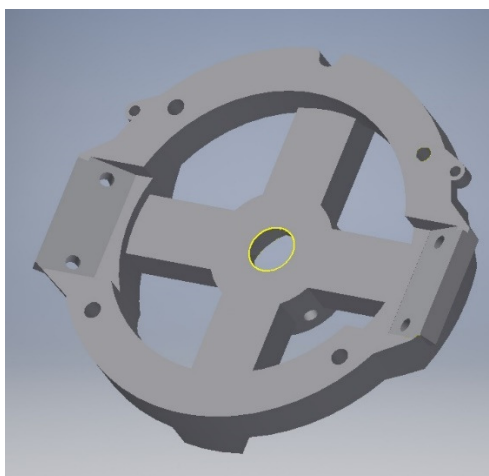
W celu zwiększenia bezpieczeństwa biernego w samochodzie stosowane są rozwiązania absorbujące energię uderzenia na kolumnie kierowniczej. Przebieg

działania takiego rozwiązania na przykładzie kierownicy regulowanej w kierunkach: góra-dół, można przedstawić w dwóch fazach absorpcji energii:

- W pierwszej fazie w trakcie zderzenia siła przekazywana jest poprzez kolumnę kierowniczą. W momencie przekroczenia granicznej wartości nastąpi ścięcie sworzni mocujących dolną część wału kolumny z górną. Nasuwanie się dolnego wału na górny skutkuje zatrzymaniem przemieszczenia się koła kierownicy w kierunku kierowcy, w trakcie, gdy przekładnia kierownicza ulega przesunięciu w kierunku kabiny pojazdu.
- W drugiej fazie dochodzi do bezwładnego ruchu ciała kierowcy w kierunku kierownicy i uderzenie o nią. Wówczas obejmą mocująca kolumnę do nadwozia, wysuwa się ze spinek, generując dalszy ruch górnej części kolumny w dół. Podczas tego ruchu energia jest absorbowana przez odkształcanie podatnego wspornika.

4. Projekt układu pomiarowego

Projekt zakłada, że wewnętrzny element pomiarowy będzie integralną częścią szkieletu koła kierownicy. W celu zwiększenia wytrzymałości element ten wykonany będzie ze stali a nie jak w przypadku oryginalnego koła kierownicy ze stopu magnezu AM50. Składać się będzie z okrągłej ramy, tulejki centralnej, ramion pomiarowych oraz uchwytów montażowych. Centralny element połączony będzie z okrągłą ramą przy pomocy czterech ramion, na których będą umiejscowione tensometry.

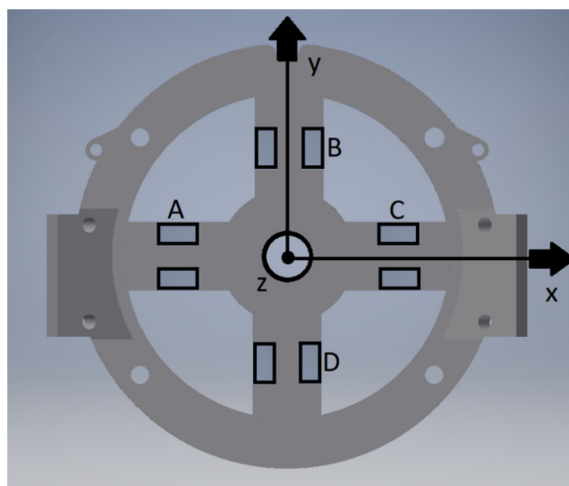


Rysunek 2. Element stanowiący wewnętrzną część koła kierownicy wyposażony w tensometry służące do pomiaru momentów gnących w trakcie zderzenia.

Wysokość i szerokość ramion musi być odpowiednio dobrana, tak, aby zapewnić wystarczającą wytrzymałość na zginanie. Pomiar siły dokonywany będzie na zasadzie uginania się wcześniej wymienionych ramion i rejestrowania przez aparaturę pomiarową sygnałów docierających z tensometrów za pomocą przewodów. Centralna tulejka posiada cztery otwory na śruby mocujące do kołnierza z otworem

wielowypustowym nakładanym na kolumnę. Ramiona montażowe połączone będą z rama koła kierownicy przy pomocy czterech śrub, po dwie na stronę.

Zasada pomiaru polega na odczycie momentu gnącego na poszczególnych ramionach wyposażonych w tensometry. W celu lepszego zobrazowania zjawiska, proces przedstawiony będzie na podstawie zamieszczonego poniżej rysunku.



Rysunek 3. Element pomiarowy stanowiący wewnętrzną część koła kierownicy.

Odpowiednia konfiguracja zapisu wyników z poszczególnych tensometrów pozwoli na określenie sił i momentów działających na koło kierownicy w trakcie zderzenia. Przed pomiarem należy przeprowadzić wzorcowanie na maszynie wytrzymałościowej.

5. Wnioski

Zaproponowany układ pomiaru sił i momentów działających na koło kierownicy podczas zderzenia czołowego przygotowano do wykonania w ramach pracy dyplomowej, która była prowadzona wspólnie przez Pracowników Katedry Silników Spalinowych i Pojazdów ATH oraz Zakład produkujący kolumny kierownicy. Obecnie czujnik jest w fazie wykonania a pierwsze pomiary sił będą wykonane po jego wzorcowaniu. Mam nadzieję, że układ ten pozwoli na podniesienie bezpieczeństwa biernego w samochodach.

LITERATURA

1. ROKOSCH U.: Poduszki gazowe i napinacze pasów, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2003.
2. SEIDEL T.: Technologia napraw nadwozi samochodów, Wydawnictwo Technotransfer, Wrocław 2014.

3. SITEK K., SYTA S.: Badania stanowiskowe i diagnostyka, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2011.
4. WICHER J.: Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, wydane 3. Rozszerzone, Warszawa 2012.
5. REIMPELL J., BETZLER J.: Podwozia samochodów, Podstawy konstrukcji, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
6. GABRYELEWICZ M.: Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych - Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2015.
7. BORUTA G., PIĘTAK A.: Mechatronika samochodu- układy bezpieczeństwa czynnego i biernego, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie 2012.
8. Serwis internetowy: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/full-width-rigid-barrier/#>, 01.05.2018