

BADANIE SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA AMORTYZATORÓW W ŚWIETLE OBOWIĄZUJĄCYCH PRZEPISÓW PRAWNYCH W POLSCE I NA SŁOWACJI

Budowa amortyzatorów z biegiem lat bardzo się zmieniała. Wraz z rozwojem technologicznym samochodów pojawiały się coraz nowsze ich modele. Technologie stosowane w amortyzatorach były ulepszane wraz z ich rozwojem, aby sprostać wymogom producentów samochodów. Głównym celem stosowania amortyzatorów w samochodzie jest zapewnienie utrzymania ciągłego kontaktu kół z nawierzchnią drogi poprzez przechwycenie i rozproszenie nadmiaru energii w układzie mechanicznym. W dzisiejszych czasach używanych jest wiele różnych rodzajów amortyzatorów, do których możemy zaliczyć m.in. amortyzatory mechaniczne, hydrauliczne, hydrauliczno pneumatyczne, magnetyczne, elektromagnetyczne, cierne, powietrzne, elastomerowe, sprężynowe oraz gumowe, których przeznaczenie oraz budowa pozwala na pracę w różnych warunkach atmosferycznych na całym świecie. W pracy dokonano na stacji kontroli pojazdów, badania stanu technicznego amortyzatorów w 30 samochodach poruszających się po polskich drogach. Następnie sprawdzono te wyniki z przepisami prawnymi obowiązującymi w Polsce i na Słowacji

WSTĘP

Proces powstawania pierwszych amortyzatorów sięga 50-tych lat ubiegłego wieku, kiedy ich technologia nie była tak rozwinięta jak w dzisiejszych czasach, więc amortyzatory rozwijały się wraz z rozwojem całego przemysłu samochodowego i były ciągle ulepszone.

Budowa amortyzatorów z biegiem lat bardzo się zmieniała. Wraz z rozwojem technologicznym samochodów pojawiały się coraz nowsze ich modele. Technologie stosowane w amortyzatorach są stopniowo ulepszone tak, aby sprostać wymogom producentów samochodów. W dzisiejszych czasach amortyzator wykorzystywany jest nie tylko w przemyśle samochodowym, ale również w różnego rodzaju urządzeniach, zaczynając od maszyn produkcyjnych, poprzez urządzenia sportowe, a kończąc na sprzęcie użytku domowego. Ich budowa oraz sposób działania ograniczają drgania powstające podczas pracy różnych maszyn i urządzeń [1].

Amortyzatory spełniają ważną rolę w samochodzie. Ich zadaniem jest przechwycenie i rozproszenie nadmiaru energii w układzie mechanicznym. Używany jest w celu zabezpieczenia urządzenia lub operatora przed negatywnym oddziaływaniem drgań i zwiększenia komfortu eksploatacji. Jego zadaniem jest zabezpieczenie kierowcy i pasażerów oraz samego pojazdu przed wpływem negatywnego oddziaływania drgań podczas jazdy oraz zapewnienie komfortu użytkownika.

Głównym celem amortyzatorów w samochodzie jest zapewnienie utrzymania ciągłego kontaktu kół z nawierzchnią drogi oraz komfortu jazdy. Stosowanie amortyzatorów w zawieszeniu samochodowym jest konieczne do zapobiegania zbyt gwałtownemu rozciąganiu elementów sprężystych zawieszenia, kiedy znikają obciążenia zewnętrzne.

Jeśli częstotliwość drgań wykoszonych profilem nawierzchni i prędkości jazdy jest zbliżona do częstotliwości drgań własnych masy resorowej, to powstaje rezonans, powodujący wzrastanie amplitudy drgań. W celu usunięcia tego niekorzystnego zjawiska stosuje się amortyzatory, które utrzymują drgania w dopuszczalnych

granicach bez pogorszenia kierowności samochodem i komfort jazdy.

Amortyzatory współpracują z elementami sprężystymi zawieszenia samochodu, które tłumią drgania mas resorowanych i nieresorowanych w celu uzyskania płynności ruchu samochodu. Amortyzatorom stawia się im wysokie wymagania związane z trwałością oraz prawidłowym działaniem poszczególnych elementów zawieszenia.

Zainteresowanie problemem sprawności amortyzatorów jest duże, z tego też powodu autorzy zajęli się tym tematem. Z budową amortyzatorów i ich wykorzystaniem możemy się spotkać w następującej literaturze [9-12,14].

1. CHARAKTERYSTYKA AMORTYZATORÓW

Amortyzatory wpływają w znaczącym stopniu na wyrównanie nacisków kół na jezdnię, ograniczają pionowe podskoki nadwozia oraz odrywania się kół od nawierzchni, co wpływa na poprawienie stateczności ruchu pojazdu. Najważniejszym stawianym wymaganiem eksploatacyjnym dla amortyzatorów jest skuteczność działania i utrzymywanie stałych charakterystyk pracy bez względu na warunki ruchu pojazdu oraz zakresu temperatur. Amortyzatory powinny również posiadać dużą trwałość, lepkość, zwartą konstrukcję, co zapewnia dużą skuteczność działania oraz zapobiega przegrzewaniu.

Sposób działania i wymagania co do jakości wykonania amortyzatorów są istotne, ponieważ elementy zawieszenia każdego samochodu są skonstruowane w sposób odpowiadający konkretnemu pojazdowi. Istotną cechą amortyzatorów jest tłumienie drgań niezależnie od charakteru oraz narastania wartości, spadku amplitudy i częstotliwości drgań występujących podczas pracy. Amortyzator powinien zapewniać dobre tłumienie drgań. Działanie amortyzatorów powinno być płynne niezależnie od warunków drogowych i niezależnie od różnic temperatur występujących w otoczeniu. Powinno zapewnić jednakową charakterystykę działania i zachowywać stałe wartości w czasie ruchu pojazdu oraz skutecznie odprowadzać ciepło powstające w wyniku pracy amortyzatorów [1].

Amortyzatory są odrębnym konstrukcyjnie urządzeniem, którego głównym zadaniem jest możliwość skutecznego pochłaniania energii najbardziej niepożądanych obciążeń dynamicznych. W zawieszeniu samochodu amortyzator służy jako pomocniczy element sprężysty. Powszechnie amortyzatory nazywa się nazwami uściślonymi, informującymi o najważniejszych cechach działania i konstrukcji. Ze względu na obciążenia dynamiczne amortyzatory dzielimy na [1,2]:

- mechaniczne (cierne) – w których energia jest rozpraszana i pochłaniana dzięki oporom tarcia mechanicznego;
- hydrauliczne – w których czynnikiem roboczym jest ciecz (zwykle olej).

2. USZKODZENIA AMORTYZATORÓW

Uszkodzenie lub wadliwe działanie amortyzatora obniża bezpieczeństwo jazdy oraz ma negatywny wpływ na ruch pojazdu. Niewłaściwe działanie oraz zły stan amortyzatorów wpływa w dużym stopniu nie tylko na jazdę i bezpieczeństwo, ale również na ogólny stan techniczny samochodu. Stopniowe zużywanie się amortyzatorów może być związane ze zwiększonym obciążeniem na skutek przewożenia ładunku po nierównościach drogi (wybojach), przewożenia ciężkich ładunków oraz holowania przyczep. Na uszkodzenia amortyzatorów mogą mieć również wpływ czynniki środowiskowe wynikające ze stosowania soli drogowej, wysokiej wilgotności powietrza oraz zapylenia powietrza. Stopniowe zużywanie się amortyzatorów i pogarszająca się ich sprawność mogą powodować [6]:

- trudności z prowadzeniem podczas jazdy,
- wydłużenie drogi hamowania,
- utratę przyczepności na mokrej nawierzchni drogi,
- zmniejszenie przyczepności opon,
- złą pracę systemu ABS lub ESP,
- szybsze zużywanie się ogumienia,
- pogorszenie geometrii podwoziowej,
- wzrost obciążenia na pozostałe elementy zawieszenia,
- nieprawidłowe działanie układu kierowniczego i hamulcowego,
- zużycie elementów gumowo - metalowych amortyzatora.

Uszkodzenia amortyzatorów mogą wpływać na komfort i bezpieczeństwo jazdy wszystkich uczestników ruchu drogowego. Poniżej zostały przedstawione podstawowe uszkodzenia amortyzatorów i przyczyny ich występowania w samochodzie:

- nieszczelność amortyzatora tzw. „pocenie się”,
- uszkodzenie tłoczyska amortyzatora,
- odgłosy podczas pracy amortyzatora,
- pęknięcie i wybite tulei gumowej,
- oderwane i luźne zawory przepływowe,
- uszkodzenie osłon przeciwpływowych i odbojów amortyzatora,
- uszkodzenie łożysk kolumny McPhersona,
- uszkodzenie i pęknięcie sprężyn,
- przedwczesne ścieranie powierzchni bieżni opony.

Reasumując, uszkodzenia amortyzatorów w pojeździe wpływają na wiele czynników związanych z bezpieczeństwem oraz komfortem jazdy samochodem. Niesprawne amortyzatory mogą się przyczyniać do wielu wypadków samochodowych, dlatego zaleca się kontrolowanie amortyzatorów raz do roku na stacjach kontroli pojazdów.

3. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE AMORTYZATORÓW W POLSCE I NA SŁOWACJI

Podstawowe przepisy regulujące w Polsce przeprowadzanie badań technicznych pojazdów oraz ustalające wzory dokumentów stosowanych podczas ich badań, zawarte są w rozporządzeniu

Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 21 kwietnia 2015 roku w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach [3], a ostatnia jego zmiana nastąpiła 8 listopada 2017 roku [18]. Sposób przeprowadzenia badań oraz wymagania stawiane stacjom kontroli pojazdów zawarte są w rozporządzeniu Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 10 lutego 2006 roku w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów. W rozdziale drugim tego rozporządzenia zawarte zostały warunki stanowiskowe oraz wyposażenie, które musi posiadać stacja kontroli pojazdów [4]. Warunki techniczne pojazdów i uczestnictwo ich w ruchu drogowym opisane zostały w Obwieszczeniu Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 czerwca 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo o ruchu drogowym [5] oraz w obwieszczeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 27 października 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia [19].

Powyższe przepisy określają zasady przeprowadzania badań, ale nie określają parametrów dopuszczających amortyzatory do wykorzystania w pojeździe. Natomiast metody wykorzystywane do badania amortyzatorów określają wymagania i warunki jakie muszą one spełniać. Podczas badania technicznego pojazdu amortyzator jest sprawdzany wyłącznie pod kątem jego niepewnego zamocowania, istniejących wizualnych uszkodzeń czy wykazywania wycieków. Badania amortyzatorów nie są wymagane podczas przeglądu technicznego pojazdu.

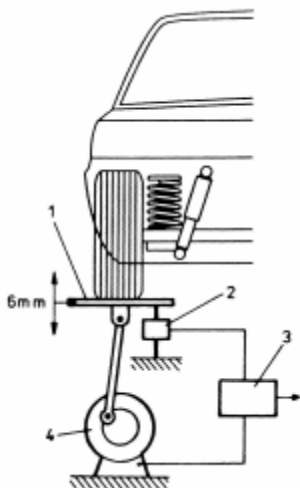
Na Słowacji podstawową regulacją dotyczącą eksploatacji pojazdów w ruchu drogowym jest ustawa nr 725 z 2 grudnia 2004 roku w sprawie warunków eksploatacji pojazdów w ruchu drogowym. Ustawa ta reguluje między innymi warunki techniczne pojazdów, kontrole techniczne pojazdów drogowych oraz prawa i obowiązki osób obsługujących stacje kontroli technicznej (SKT). Wyposażenie techniczne i technologiczne stacji kontroli technicznej oraz wymagania dotyczące wykonania kontroli technicznych reguluje rozporządzenie Ministerstwa Transportu i Budownictwa Republiki Słowackiej nr 578 z dnia 12 października 2006 roku w sprawie działalności technicznych związanych z kontrolą techniczną pojazdów.

Kontrola techniczna amortyzatorów w stacjach kontroli technicznej odbywa się za pomocą subiektywnej kontroli wizualnej. W przypadku, gdy STK jest wyposażona w urządzenie na testowanie amortyzatorów, może być przeprowadzone jego sprawdzenie, ale negatywny wynik testu (potwierdzający uszkodzenie amortyzatora) nie może być powodem do niewydania pozytywnego świadectwa stanu technicznego pojazdu [20, 21].

4. METODY BADAŃ AMORTYZATORÓW

Przeprowadzanie badań ma na celu sprawdzenie stanu amortyzatorów oraz innych elementów wchodzących w skład zawieszenia pojazdu. W procesie badań amortyzatorów możemy wyróżnić dwie metody przeprowadzania badań. Metoda BOGE, która określa efektywność tłumienia w funkcji czasu oraz metodę EUSAMA określającą efektywność tłumienia w funkcji nacisku koła na podłoże. Metoda EUSAMA została wykorzystana do wykonywania badań na stacji kontroli pojazdów [7].

Metoda EUSAMA pozwala ocenić skuteczność tłumienia drgań, parametry działania i wykluczenia uszkodzeń. Poniższy schemat przedstawia budowę urządzenia do przeprowadzania badań.



Rys. 1. Schemat budowy urządzenia do przeprowadzania badań amortyzatorów metodą EUSAMA [7]; 1. Płyta najazdowa; 2. Układ pomiarowy (typu tensometryczny); 3. Układ analizujący; 4. Silnik elektryczny.

Metoda EUSAMA została opracowana przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów w celu uproszczenia badań związanych ze sprawdzaniem sprawności amortyzatorów zamontowanych w samochodach. Ocena skuteczności tłumienia amortyzatora określa wskaźnik EUSAMA opisany zależnością:

$$WE = \frac{W_{min}}{W_{st}} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

W_{min} - zmierzona minimalna siła dynamiczna przylegania opony do podłoża

W_{st} - statyczna siła przylegania opony do podłoża (spoczynkowa).

Działająca siła dynamiczna jest określana jako wskaźnik przylegania koła do powierzchni podłoża, wyrażany w wartości procentowej. Badanie testem EUSAMA polega na początkowym najechaniu przednimi kołami samochodu na nieruchome płyty urządzenia wymuszającego drgania i zatrzymaniu się. Dokonuje się wtedy pomiaru nacisku osiowego samochodu na płytach, a następnie uruchamia się układ wywołujący drgania. Płyta osiąga drgania o amplitudzie 4-8 mm z częstotliwością około 25 Hz. Po uzyskaniu wymaganej wartości częstotliwości układ napędowy płyt zostaje wyłączony w celu uzyskania tłumienia drgań w badanym amortyzatorze. Spadek częstotliwości podczas wygasania drgań powoduje wystąpienie częstotliwości rezonansowej badanego zawieszenia, która dla samochodów osobowych wynosi około ok. 16 Hz.

Wskaźnik EUSAMA uzyskany podczas badania porównywany jest z wartościami ustalonymi przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów. Otrzymana amplituda drgań kół nie jest ani minimalną, ani maksymalną wartością, lecz podawana jest w wartościach bezwzględnych. Porównanie następuje poprzez zmierzenie najmniejszego nacisku koła drgającego oraz statycznego nacisku koła na płytę. Ocena skuteczności tłumienia drgań amortyzatora metodą EUSAMA jest określana w czterostopniowej skali [7]:

- 0 do 20% - słaba skuteczność, amortyzator kwalifikowany do natychmiastowej wymiany;
- 21% - 40% - dostateczna sprawność, oznacza konieczność przeprowadzenia dodatkowego badania;

- 41% - 60% - dobra skuteczność, oznacza dopuszczenie do ruchu;
- powyżej 61% - doskonała skuteczność, oznacza bardzo dobry stan amortyzatorów w pojeździe.

Współczynnik EUSAMA na stacji kontroli pojazdów nie osiągnie wartości 100% oraz zbliżonych. Nieosiągnięcie wartości maksymalnej spowodowane jest występowaniem w zawieszeniu elementów sztywnych, które współdziałają z amortyzatorem. Wartości współczynnika EUSAMA podczas badań nowych amortyzatorów zamontowanych w samochodzie oscylują w granicach zbliżonych do wartości 80%. Wynikająca różnica pomiędzy stronami: lewą i prawą wynosząca np. 20% do 30% może świadczyć o niesprawnym amortyzatorze oraz może być spowodowana zbyt wysokim ciśnieniem w oponach. Z tego też powodu zalecane jest sprawdzenie ciśnienia w oponieniu przed dokonaniem pomiarów [7]. Metoda EUSAMA została również wykorzystana przez wielu innych autorów w ich opracowaniach [15-17].

5. URZĄDZENIE DO BADAŃ AMORTYZATORÓW NA STACJI KONTROLI POJAZDÓW

Przeprowadzanie badań na stacji kontroli pojazdów ma na celu sprawdzenie skuteczności działania amortyzatorów oraz możliwości wystąpienia uszkodzeń. Stanowisko do wykonywania badań dla celu opracowania było wyposażone w urządzenia do diagnozowania firmy BEISSBARTH typu SCREEN – TESTLINE 7000. Urządzenia linii diagnostycznej SCREEN – TESTLINE 7000 pozwalają na badanie całego procesu kontrolno-pomiarowego. W skład linii diagnostycznej stacji kontroli pojazdów wchodzi zespół płyt do badania amortyzatorów firmy BEISSBARTH o nazwie MICRO – SWING 6200, które do przeprowadzania badań wykorzystują metodę EUSAMA [13].

Urządzenie skonstruowane jest na bazie komputerowej jednostki PC Pentium wyposażonej w kolorowy monitor, dysk twardy, napęd CD – ROM i stację dysków elastycznych. Urządzenie MICRO – SWING 6200 na stacji kontroli pojazdów służy do badania stanu technicznego pojazdu i umożliwia pełną diagnostykę podwoziową oraz szczegółową analizę poszczególnych wartości. Wykorzystywane oprogramowanie prezentuje nie tylko gotowe wyniki pomiarowe, ale również całkowity przebieg przeprowadzanych badań. Wartości pomiarowe uzyskiwane podczas przeprowadzonych badań są wyświetlane na monitorze komputera [8].

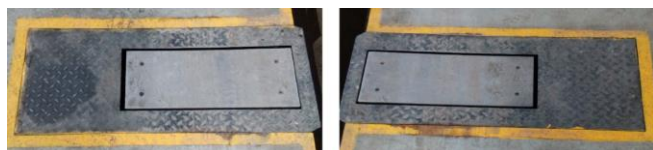


Rys. 2. Urządzenie SCREEN – TESTLINE 7000 rejestrujące wyniki badań.

Charakterystyka urządzenia linii diagnostycznej firmy BEISS-BARTH typu SCREEN – TESTLINE 7000:

Typ.	STL 7000	Rok produkcji	1997r.
Numer fabryczny	BD 70001169	Masa	108 kg
Napięcie zasilania	230/400AC	Prąd	19,6
Fazy	3; 50Hz	kW	7,2

Zespół płyt wchodzących w skład omawianego urządzenia jest przeznaczony dla samochodów osobowych i dostawczych o całkowitym nacisku osiowym nie przekraczającym 2t. Stanowisko do przeprowadzania badań amortyzatorów zbudowane jest z płyty cynkowanej ogniowej i sensorów DMS. Sensory te służą do wskazywania różnic wynikających z nacisku osi do podłoża po stronie lewej oraz prawej i podawania różnic częstotliwości rezonansowej zmierzonej po obu stronach [8].



Rys. 3. Płyty do badań amortyzatorów (lewa i prawa strona) typu MICRO – SWING 6200

Płyty do badań amortyzatorów wprowadzają w drgania koło samochodu przez zastosowanie napędu mimośrodowego i skoku płyt o wysokości 6 mm i częstotliwości drgań rezonansowych wynoszącej od 23 Hz do 0 Hz. Zastosowanie wbudowanej wagi pozwala również na bezpośredni pomiar nacisku osi pojazdu. Stanowisko do przeprowadzania badań pozwala sprostać wymaganiom stawianych przez europejskim producentów samochodów.

6. WARUNKI TECHNICZNE DOPUSZCZAJĄCE POJAZD DO RUCHU

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 10 lutego 2006r. w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów i załącznika nr 3 tego rozporządzenia, badania powinny być wykonywane na podstawie testu drganiowego o najmniejszej częstotliwości 15 Hz i amplitudzie nie mniejszej niż 0,005 m. Zastosowanie odpowiedniej metody pobudzającej do drgań układ zawieszenia, pozwala uzyskać przebiegi drgań zgodne z wykorzystaną metodą oraz dotyczące parametrów charakterystycznych. Otrzymane wielkości powinny służyć ocenie stanu technicznego zawieszenia oraz amortyzatorów. Powinny być to wielkości opisane w mechanice i wyrażone w odpowiednich jednostkach określonych w dokumentacji stanowiskowej lub instrukcji w sposób odpowiadający rzeczywistym stanom technicznym. W rozporządzeniu zostały również zawarte wymagania dotyczące metrologii pomiarów. Dopuszczalny nacisk mas badanej osi pojazdu na układ wymuszający drgania, nie powinien przekraczać $\pm 2\%$ wartości nacisku osi badanego pojazdu. Wykaz parametrów uzyskanych podczas badania służy do określania stanu zawieszenia pojazdu i nie powinien przekraczać maksymalnej skali wskazań o więcej niż $\pm 2\%$.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 21 kwietnia 2015 roku w sprawie ogłoszenia zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych w tych badaniach, wprowadzono również wymagania dotyczące kontroli oraz wytyczne dotyczące oceny usterek podczas przeprowadzania okresowych badań technicznych. Brakiem pozytywnych wyników podczas badań technicznych mogą skutkować usterki wynikające

z uszkodzenia poszczególnych elementów zawieszenia oraz samych amortyzatorów. Usterki ujawnione podczas oględzin amortyzatorów mogą wynikać z nieprawidłowego mocowania amortyzatorów do osi lub podwozia samochodu bądź też z uszkodzeń amortyzatora i jego wycieków.

7. OBIEKTY BADAŃ

Badania amortyzatorów przeprowadzone zostały na stacji kontroli pojazdów w trzydziestu różnych samochodach osobowych, które zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tab. 1. Obiekty badań

Lp.	Nazwa pojazdu	Rok produkcji
1	Fiat Albea 1.2 16V 59 kW	2002
2	Fiat Albea 1.4 55 kW	2002
3	Fiat Siena 1.2 HL 43 kW	1999
4	Fiat Punto 1.1 40 kW	1999
5	Opel Corsa 1.2 44 kW	1994
6	Opel Zafira B 2.0 DI 60 kW	2000
7	Opel Astra Bertone 2.2 16V 108 kW	2001
8	Renault Megane I 1.9DTI 72 kW	2000
9	Renault Clio 1.4 55 kW	2013
10	BMW X5 210 kW	2013
11	BMW X4 140 kW	2013
12	BMW 320 140 kW	2011
13	Volkswagen Passat (1) Sedan 1.9 TDI 74 kW	2003
14	Volkswagen Golf V 1.9 TDI 77 kW	2007
15	Volkswagen Passat B5 (2) 1.9 TDI 96 kW	2003
16	Ford Ka 1.2 51 kW	2013
17	Ford Mondeo 2.0 TDCi 110 kW	2014
18	Citroen AX 44 kW	1992
19	Citroen C4 1.6 88 kW	2005
20	Skoda Octavia 1.9 TDI 66 kW	2003
21	Skoda Octavia 1.9 TDI 81 kW	1999
22	Audi A4 B5 1.9 TDI 85 kW	2002
23	Audi A4 Sedan 1.8 92 kW	1999
24	Seat Altea 1.9 TDI 77 kW	2005
25	Seat Leon 1.9 TDI 77 kW	2008
26	Peugeot 307 2.0 HDI, 80 kW	2005
27	Honda Civic 1.4 74 kW	2009
28	Chevrolet Captiva 2.4 123 kW	2014
29	Kia Sportage 2.0 CRDI 110 kW	2009
30	Mitsubishi Outlander 2.0 DI 103 kW	2008

Przeprowadzone badanie amortyzatorów miało na celu sprawdzenie skuteczności ich działania, stanu technicznego, wpływu przebiegu na stan amortyzatorów oraz wykluczenie ewentualnych uszkodzeń związanych z eksploatacją pojazdu. Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione w poniższej tabeli i posłużą dalszej analizie.

Przeprowadzone badania na stacji kontroli pojazdów ukazują skuteczność działania amortyzatorów według współczynnika EUSAMA, którego wartości wskazują na poprawność działania i skuteczność pochłaniania drgań. Ocena amortyzatorów była dokonywana według najniższej wartości współczynnika EUSAMA, która wynosi 20% i wynika z wartości przyjętych przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów. Jednym z głównych czynników mających wpływ na działanie amortyzatorów może być przebieg i rok produkcji pojazdu, które wpływają w znaczący sposób na funkcjonowanie samochodu.

Przeprowadzane badania na stacji kontroli pojazdów pokazały rzeczywisty stan amortyzatorów w samochodach. Poprzez najechanie i zatrzymanie się samochodem na płytach wymuszających drgania otrzymujemy określone wartości, tj. wartości współczynnika EUSAMA oraz nacisk osiowy samochodów.

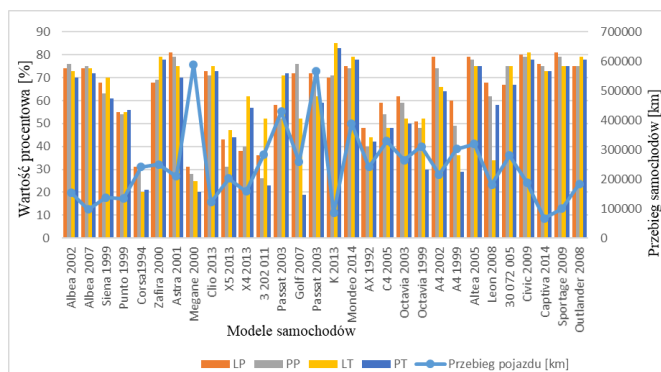
Tab. 2. Wyniki badań dla poszczególnych marek samochodów uzyskane na stacji kontroli pojazdów.

Marka pojazdu	Model pojazdu	Rok produkcji	Przebieg pojazdu [km]	Wartość współczynnika EUSAMA [%]				Nacisk osiowy [kg]
				Przód pojazdu		Tył pojazdu		
				LP	PP	LT	PT	
Fiat	Albea	2002	154867	74	76	73	70	1455
Fiat	Albea	2007	97150	74	75	74	72	1565
Fiat	Siena	1999	148329	68	63	70	61	1420
Fiat	Punto	1999	134210	55	54	55	56	1155
Opel	Corsa	1994	241052	31	29	20	21	1035
Opel	Zafira	2000	250603	68	69	79	78	1885
Opel	Astra	2001	210052	81	79	75	70	1450
Renault	Megane	2000	589307	31	28	25	20	1590
Renault	Clio	2013	121837	73	71	75	73	1225
BMW	X5	2013	202001	43	31	47	44	2390
BMW	X4	2013	158317	38	40	62	57	2425
BMW	320	2011	284334	36	26	52	23	1765
Volkswagen	Passat	2003	429148	58	52	71	72	1400
Volkswagen	Golf	2007	258100	72	76	52	19	1355
Volkswagen	Passat	2003	567091	72	68	62	59	2130
Ford	Ka	2013	84751	70	71	85	83	1055
Ford	Mondeo	2014	389016	75	74	79	78	1843
Citroen	AX	1992	241555	48	40	44	42	720
Citroen	C4	2005	329792	59	54	48	48	1316
Skoda	Octavia	2003	264459	62	59	52	50	1595
Skoda	Octavia	1999	311670	51	48	52	30	1615
Audi	A4	2002	215802	79	74	66	64	1670
Audi	A4	1999	302477	60	49	36	29	1580
Seat	Altea	2005	320005	79	78	75	75	2105
Seat	Leon	2008	182310	68	62	34	58	1528
Peugeot	307	2005	280691	67	75	75	67	1385
Honda	Civic	2009	189200	80	79	81	78	1160
Chevrolet	Captiva	2014	67259	76	75	73	73	2075
Kia	Sportage	2009	100210	81	79	75	75	1710
Mitsubishi	Outlander	2008	184720	75	75	79	78	2155

Przeprowadzone badania na stacji kontroli pojazdów ukazują skuteczność działania amortyzatorów według współczynnika EUSAMA, którego wartości wskazują na poprawność działania i skuteczność pochłaniania drgań. Ocena amortyzatorów była dokonywana według najniższej wartości współczynnika EUSAMA, która wynosi 20% i wynika z wartości przyjętych przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów. Jednym z głównych czynników mających wpływ na działanie amortyzatorów może być przebieg i rok produkcji pojazdu, które wpływają w znaczący sposób na funkcjonowanie samochodu.

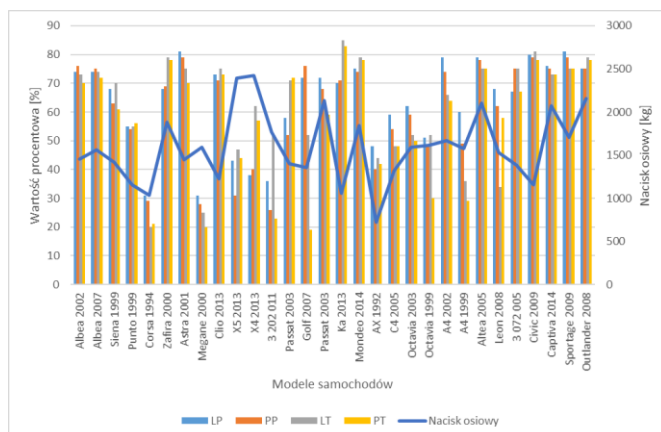
Przeprowadzone badania na stacji kontroli pojazdów pokazały rzeczywisty stan amortyzatorów w samochodach. Poprzez najechanie i zatrzymanie się samochodem na płytach wymuszających drgania otrzymujemy określone wartości, tj. wartości współczynnika EUSAMA oraz nacisk osiowy samochodów.

Biorąc pod uwagę otrzymane wartości współczynnika EUSAMA i uwzględniając przebieg samochodów przedstawionych powyżej, możemy wywnioskować że na skuteczność działania amortyzatorów wpływa również przebieg samochodów (wykres nr 1).



Wyk. 1. Zależność współczynnika EUSAMA oraz przebiegu samochodów

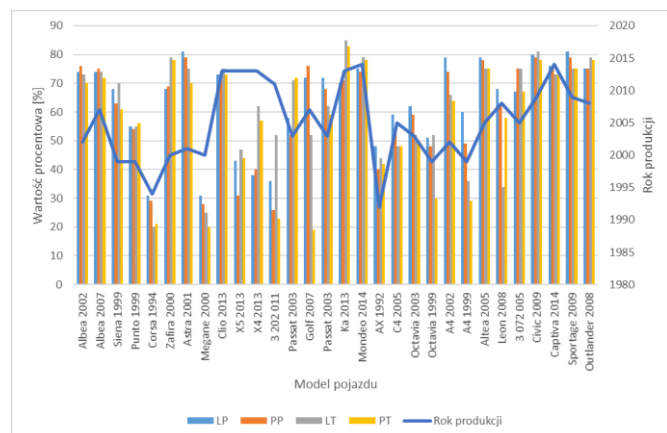
Wykres przedstawia zależności wartości współczynnika EUSAMA i przebiegu samochodów. Z wykresu możemy wywnioskować, że największy wpływ przebiegu na wartość współczynnika EUSAMA występuje w samochodach Renault Megane oraz Opel Corsa, natomiast najmniejszy wpływ przebiegu jest w samochodach typu SUV. Przebieg w samochodzie ma duży wpływ na elementy amortyzatora i brak tłumienia drgań oraz utratę komfortu, bezpieczeństwa jazdy. Bardzo duży przebieg występuje w samochodach Renault Megane, Ford Mondeo i Volkswagen Passat B5. Natomiast najmniejszy przebieg i nacisk osiowy występuje w samochodzie Citroen AX. Stan amortyzatorów w przebadanych samochodach był różny i mógł wynikać z warunków eksploatacji.



Wyk. 2. Zależność współczynnika EUSAMA oraz nacisku osiowego

Wykres przedstawia wartość współczynnika Eusama oraz wartość nacisku osiowego badanych pojazdów. Z wykresu możemy wywnioskować, że im samochód posiada mniejszy współczynnik nacisku osiowego tym wartość współczynnika EUSAMA jest większa. Biorąc pod uwagę pomiar nacisku osiowego, możemy wywnioskować, że najmniejszy nacisk osiowy otrzymano w samochodach najmniejszych i najlżejszych tj. Citroen AX, Opel Corsa oraz Ford Ka. Natomiast największy nacisk osiowy otrzymano w samochodach typu SUV BMW X5 i X4, Chevrolet Captiva, Kia Sportage, Mitsubishi Outlander oraz w samochodach Volkswagen Passat i Seat Altea. Duży nacisk osiowy również może wpływać w sposób negatywny na działanie amortyzatorów w samochodzie.

Rozważając przebieg i nacisk osiowy, na podstawie uzyskanego wykresu możemy sądzić, że najlepsze amortyzatory występują w samochodach typu SUV. Na kolejnym wykresie został przedstawiony wpływ przebiegu i roku produkcji przebadanych samochodów na zdolność amortyzatorów do dalszego użytkowania.



Wyk. 3. Zależność współczynnika EUSAMA oraz roku produkcji

Powyższy wykres przedstawia porównanie współczynnika EUSAMA i roku produkcji badanych pojazdów. Z wykresu możemy wywnioskować, że największy wpływ roku produkcji na wartość współczynnika EUSAMA występuje w samochodach Opel Corsa oraz Citroen AX, natomiast najmniejszy wpływ jest w samochodach najmłodszych czyli Ford Mondeo oraz Chevrolet Captiva.

Amortyzatory bez względu na wiek pojazdu, przebieg i eksploatację, powinny zapewnić podróżnym bezpieczeństwo i komfort jazdy podczas ruchu drogowego.

Podczas przeprowadzania badań na stacji kontroli pojazdów mogliśmy zaobserwować, że najczęściej występującymi amortyzatorami w samochodach są amortyzatory hydrauliczne (olejowe) i hydrauliczno – pneumatyczne (olejowo - gazowe), a skuteczność tłumienia przez nie drgań nie różniła się w żadnym stopniu.

Badania pozwalały uzyskać wartości współczynnika EUSAMA dla amortyzatorów w badanych pojazdach. Z uzyskanych rezultatów wynika, że największe zużycie amortyzatorów wystąpiło w samochodzie Opel Corsa, gdzie zużycie amortyzatorów nastąpiło po obu stronach pojazdu. Natomiast w samochodach Renault Megane, Volkswagen Golf i BMW 320 zużycie amortyzatorów wystąpiło po jednej stronie samochodu. Biorąc pod uwagę nacisk osiowy i uzyskany współczynnik EUSAMA, najlepszą skuteczność tłumienia drgań osiągnęły amortyzatory w samochodach typu SUV, czyli w Mitsubishi Outlander, Kia Sportage, Chevrolet Captiva i BMW X4. Natomiast największy przebieg samochodu, który został poddany badaniu, zanotowaliśmy w Renault Megane.

PODSUMOWANIE

Według przepisów prawnych samochód dopuszczony do ruchu drogowego powinien zapewniać bezpieczeństwo nie tylko osobie kierującej, ale również pasażerom oraz innym osobom poruszającym się po drogach, zarówno polskich, jak i słowackich.

Jednak poza bezpieczeństwem, z punktu widzenia użytkowników ruchu drogowego, istotny jest również komfort jazdy, szczególnie na dłuższych trasach. Jednym z elementów podwyższających ten komfort są amortyzatory.

Przeprowadzone badania wykazały, że wraz z wiekiem oraz zwiększającym się przebiegiem pojazdu sprawność jego amortyzatorów się zmniejsza, a zwiększa się prawdopodobieństwo ich uszkodzenia. W związku z tym w starszych pojazdach, z dużym

przebiegiem powinniśmy zadbać o wykonanie dodatkowych badań amortyzatorów oraz w razie konieczności wymienić je na nowe, aby zachować nie tylko bezpieczeństwo, ale również komfort podróżowania samochodem.

BIBLIOGRAFIA

1. Sikorski J., Amortyzatory pojazdów samochodowych – budowa, badania, naprawa, rozdział budowa i działanie amortyzatorów.
2. Gabrylewicz M., Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych – Układy hamulcowe i kierowniczy, zawieszenie oraz nadwozie część 2.
3. Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 21 kwietnia 2015 w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych w tych badaniach.
4. Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 10 lutego 2006 r. w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów.
5. Przepisy zawarte w Prawie o Ruchu drogowym (ostatnie obwieszczenie z dnia 8 czerwca 2017r. kodeks drogowy) z dnia 20 czerwca 1997 roku, regulującej przepisy i zasady obowiązujące uczestników ruchu drogowego.
6. http://www.meyle.com/fileadmin/user_upload/service/downloads/flyer/FLY_Fed_Daem_Din_L_pl.pdf
7. K. Trzeciak., Diagnostyka samochodów osobowych, WKiŁ. Warszawa 2005.
8. <http://www.beissbarth-service.pl/produkty/produkty-uzywane/linia-diagnostyczna-beissbarth-stl-7000-detail.html>
9. Werner J., Budowa samochodów” Konstruowanie podwozi, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności
10. Budowa i eksploatacja pojazdów samochodowych, Zeszyt 17 „Demontaż, naprawa i obsługa zawieszenia
11. http://www.ee.pw.edu.pl/~paszkowj/jarek/Diagnostyka/AMORTY Z/Amortyz_Certus.pdf
12. <https://catalog.polcar.com/Content/Articles/Amortyzatory.pdf>
13. <http://inter-max.eu/index.php?d=oferta&d1=pr&d2=15&d3=7&d4=2&d5=uzywane>
14. <http://autokult.pl/1704,jak-dzialaja-amortyzatory>
15. Gardulski J., Metody badań amortyzatorów samochodów osobowych, Diagnostyka 3(51)/2009
16. Burdzik R., Sobczak P., Metody klasyfikacji uszkodzeń amortyzatorów samochodów osobowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2008 Seria: Transport z. 64 Nr kol. 1803
17. Cempiel D., Automatic classifier of the kind of car shock absorber damage. Combustion Engines. 2013, 154(3), 1067-1075. ISSN 0138-0346.
18. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 8 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach. Poz. 2089 Warszawa, dnia 10 listopada 2017 r
19. Obwieszczeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 27 października 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
20. Šarkan B., Vrabel J., Skrucany T., Ševčík M. „Methods of assessing the technical condition of automotive shock absorbers in the road vehicles operation“ IN: Machines, technologies, materials: international virtual journal. - ISSN 1313-0226. - Vol. 9 , no. 7 (2015).

21. Freiwald A., Diagnostika a opravy automobilov I. Bratislava : Kontakt plus, 2009. 280 s. ISBN 978-80-88855-83-5.

Analysis of shock absorbers efficiency in the eyes of Polish and Slovakian legislation

The construction of shock absorbers has changed over the years. With the technological development of cars, newer and newer models appeared. The technologies used in shock absorbers have been improved along with their development to meet the requirements of car manufacturers. The main purpose of using shock absorbers in the car is to ensure continuous contact of the wheels with the road surface and the comfort of driving by appropriate damping of vibrations captured from the body. Nowadays, many different types of shock absorbers are used, i.e. mechanical, hydraulic and hydraulic-pneumatic and many others which purpose and construction allows them to work in various atmospheric

conditions all over the world. For this reason the shock absorbers of 30 cars traveling on Polish roads were examined at the vehicle inspection station. After the trials these results were contrasted with the legal provisions in force in Poland and Slovakia.

Autorzy:

dr inż. **Piotr Gorzelańczyk** – Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. St. Staszica w Pile, Instytut Politechniczny. E-mail: piotr.gorzelańczyk@pwsz.pila.pl.

inż. **Piotr Wachowiak** – Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. St. Staszica w Pile, Instytut Politechniczny.

dr inż. **Tomas Kalina** - Žilinská univerzita v Žiline. Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Katedra vodnej dopravy

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.172

Data zgłoszenia: 2018.05.24 Data akceptacji: 2018.06.15