

Piotr Gorzelańczyk, Kordian Sikora

Badanie i analiza techniczno-eksploatacyjna mechanicznych i elektrycznych hamulców postojowych

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2019.040

Data zgłoszenia: 15.12.2018 Data akceptacji: 08.02.2019

W artykule przedstawiono wyniki badań oraz poddano analizie mechaniczne i elektromechaniczne hamulce postojowe. W pracy zawarto ich zasadę działania, a następnie dokonano zbadania oceny stanu technicznego układu hamulca postojowego. Analizie poddano zalety i wady elektromechanicznych hamulców postojowych.

Słowa kluczowe: mechaniczny hamulec postojowy, EPB, elektromechanicznych hamulców postojowych

Wstęp

Bezpieczeństwo jest jednym z najważniejszych aspektów ruchu środków transportu. Uczestnicy ruchu muszą przywiązywać szczególną uwagę do elementów, które to bezpieczeństwo zapewniają. W środkach transportu istnieje kilka systemów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo. Jednym z nich są układy hamulcowe.

Hamulce służą do zamiany energii kinetycznej poruszającego się pojazdu w inną postać energii (najczęściej ciepłą – poprzez pracę tarcia), następnie jej rozproszenie do otoczenia lub zakumulowanie a w systemach odzysku (np. KERS) i jej wykorzystanie w kolejnej fazie ruchu pojazdu. W konsekwencji prowadzi to do zatrzymania pojazdu przez co pełnią w pojeździe bardzo istotną funkcję.

Hamulec postojowy jest wykorzystywany przede wszystkim do utrzymania pojazdu w spoczynku, m.in. na wzniesieniu, a także pozwala bezpiecznie pozostawić pojazd w bezruchu bez konieczności obecności kierowcy bądź pasażera wewnątrz pojazdu [7]. W większości przypadków pełni jednocześnie funkcję hamulca awaryjnego. Problem eksploatacji środków transportu był również poruszony w następujących publikacjach [8-12]

1 Budowa hamulców

W oparciu o obowiązujące przepisy prawne w układzie hamulcowym wyodrębnia się następujące zespoły [7]:

- zespół zasilający energią systemu hamowania,
- zespół sterujący,
- zespół przenoszący,
- mechanizmy hamujące.

Zespołem zasilającym energią systemu hamowania są siła mięśni kierowcy, wzmacniana przez układ wspomagania oraz takie, w których cała energia niezbędna do wytworzenia momentu hamowania jest z zewnętrznego źródła (ciśnienie płynu), a kierowca wyłącznie reguluje natężeniem strumieniem energii.

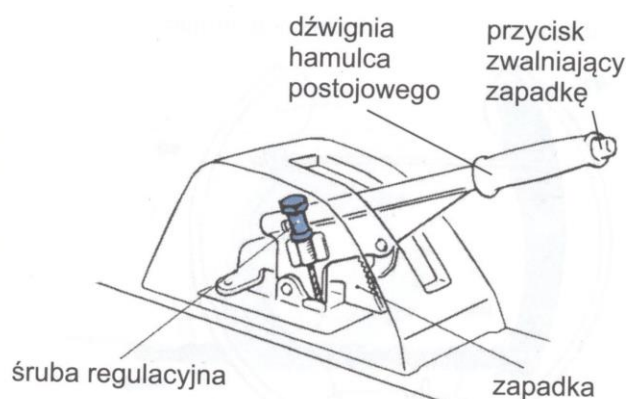
Kolejnym zespołem jest zespół sterujący, który odpowiada za uruchomienie hamulców. Zespół ten steruje przepływem energii przenoszonej przez elementy zespołu przenoszącego. W zespole tym montowane są także dodatkowe zespoły wspomagające awaryjne hamowanie takie jak BAS [7].

W skład kolejnego z omawianych zespołów, wchodzi mechanizmy służące do przenoszenia do mechanizmów hamulcowych siły lub energii potrzebnej do ich uruchomienia. Możemy je podzielić na:

mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne i elektromechaniczne. Należy zaznaczyć, że często stosuje się kombinację powyższych rozwiązań.

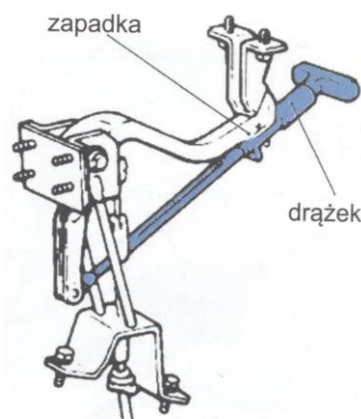
Ostatnimi z omawianych mechanizmów są mechanizmy hamulcowe. Współcześnie stosowane są tarczowe i szcękowo-bębnowe mechanizmy hamulcowe [7].

W samochodach osobowych hamulec postojowy sterowany mechanicznie składa się m.in. z następujących elementów: układu uruchamiającego hamulec (dźwignia, drążek bądź pedał), układu linek i cięgieł, mechanizmu hamulcowego [2]. Dźwignia hamulca postojowego (rys. 1) umiejscowiona jest w pobliżu miejsca siedzenia kierowcy. Wyposażona jest ona w mechanizm zapadkowy, który umożliwia zablokowanie i utrzymanie tej dźwigni w pozycji uniemożliwiającej ruch pojazdu.



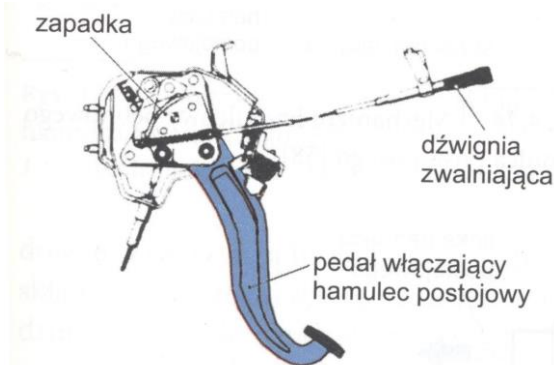
Rys. 1. Zespół sterowania mechanicznego hamulca postojowego [6]

Sterowanie hamulca za pomocą drążka działa w podobny sposób do sterowania dźwigniowego. Drążek umiejscowiony jest pod kolumną kierownicy. Wyciągnięcie drążka hamulca (rys. 2) uruchamia mechanizm hamulca postojowego, natomiast jego obrót zwalnia blokadę i hamulec.



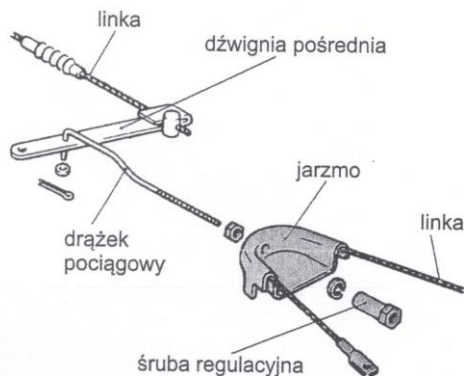
Rys. 2. Zespół sterowania hamulcem postojowym za pomocą drążka [6]

Innym rozwiązaniem uruchamiającym mechanicznie hamulec postojowy jest dodatkowy pedał. Budowę zespołu pedału włączającego hamulec postojowy przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Budowa zespołu pedału uruchamiającego hamulec postojowy [1]

Siła, jaką wywiera kierowca na poszczególne mechanizmy uruchamiające, przenoszona jest za pomocą układu linek i cięgieł, których przykład przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Wybrane elementy mechanicznego układu przenoszącego [1]

W celu uzyskania równomiernego rozłożenia sił hamowania na koła stosowany jest mechanizm regulacyjny. Mechanizm ten umożliwia przesuwanie się linki w jarzmie. Takie rozwiązanie pozwala na uzyskanie jednakowej siły naciągu linek w prawym i lewym kole.

Przy pomocy nakrętki regulującej można dokonać zmian skoku jałowego dźwigni uruchamiającej (luzu). Dźwignia pośrednicząca zwiększa siłę uruchamiającą hamulec w stosunku do siły której użył kierowca.

Układ hamulca postojowego może być osobnym podzespołem, który będzie działał niezależnie, bądź też jednocześnie pełnił funkcję zarówno hamulca postojowego, jak i hamulca zasadniczego. Może on być również zespołem sterowania, który jest połączony mechanicznie ze szczęką lub tłoczkiem hamulca zasadniczego [1].

Kolejnym typem omawianych hamulców jest hamulec postojowy elektromechaniczny. Wraz z rozwojem elektroniki stosowanej w pojazdach, możliwym stało się również wprowadzenie nowych rozwiązań w układach hamulcowych. Hamulec postojowy elektromechaniczny EPB (niem. Elektromechanische Park Bremse) stał się jednym z takich przykładów.

Tego typu rozwiązanie jest dużym ułatwieniem dla użytkowników pojazdów, natomiast stało się to utrudnieniem dla mechaników podczas czynności obsługowych takiego pojazdu.

Hamulec postojowy sterowany elektrycznie jest stosowany w coraz większej liczbie nowych pojazdów. W tym mechanizmie zamieniono dźwignię sterowania mechanicznego (rysunek 1) na „włącznik” (rysunek 5), który uruchamia silnik (lub silniki) elektryczny uruchamiający hamulec postojowy.



Rys. 5. Włącznik sterujący elektromechanicznego hamulca postojowego [3]

Stosowane są dwa różne rozwiązania mechanizmu uruchamiającego hamulec postojowy. W pierwszym przypadku silnik elektryczny, który pociąga linkę sterującą mechanizmu hamulcowego. W drugim przypadku silniki elektryczne montowane są bezpośrednio w mechanizmach hamulcowych kół, które dociskają wkładki czarne do tarczy hamulcowej.

Elektromechaniczny zespół sterowania hamulcem postojowym cechuje się dwoma podstawowymi trybami pracy. W trybie pierwszym uruchomienie lub zwolnienie hamulca postojowego następuje manualnie poprzez włącznik, który naciska kierowca. Wskutek tego następuje załączenie silnika elektrycznego, nazywanego również aktywatorem centralnym. Jego zadaniem jest napięcie oraz zwolnienie linki hamulca postojowego. Budowa mechanizmu przedstawiona jest na rysunku 6.

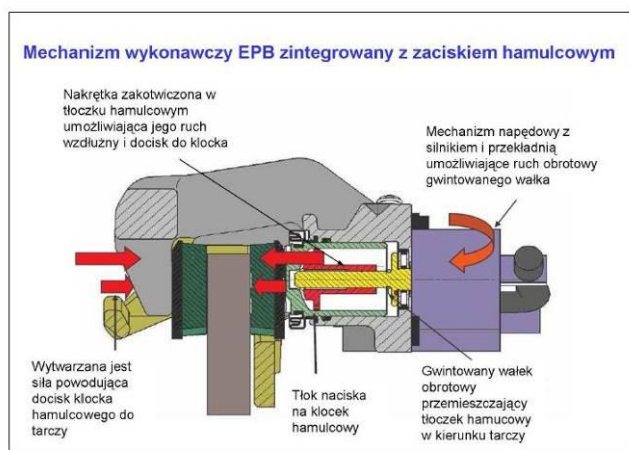


Rys. 6. Budowa mechanizmu EPB [3]

Zaletą tego rozwiązania jest to, że system ten może być wykorzystany w tradycyjnych mechanizmach hamulcowych tarczowych i bębnowych bez konieczności wprowadzania zmian konstrukcyjnych.

W przypadku awarii układu sterującego, bądź też braku zasilania elektrycznego, istnieje możliwość odblokowania hamulca postojowego, co jest realizowane za pomocą dźwigniki połączonej cięgnem z mechanizmem wykonawczym lub też bezpośrednio poprzez końcówkę cięgna przy mechanizmie EPB [3].

W drugim wariantie EPB - mechanizm uruchamiający zintegrowany jest z zaciskiem hamulcowym (rys. 7). Składa się on z następujących elementów: silnika, przekładni, wałka napędowego z gwintem zewnętrznym i popychacza z gwintem wewnętrznym.



Rys. 7. Mechanizm wykonawczy EPB zintegrowany z zaciskiem hamulcowym [3]

Ruch obrotowy elektrycznego elementu wykonawczego (silnik zintegrowany z przekładnią) wymusza ruch wzdłużny tłoczka hamulcowego dzięki znajdującym się tam przewodnikom. Gdy popychacz oprze się o dno tłoczka to siła wzdłużna zacznie oddziaływać na tłoczek dociskając go do klocka hamulcowego. W konsekwencji tego nastąpi zaciśnięcie klocków hamulcowych na tarczy i jej zablokowanie (na postoju) lub zatrzymanie (podczas jazdy). Po wyłączeniu zasilania silnika mechanizmu napędowego hamulca EPB tłoczek hamulcowy pozostaje w położeniu zapewniając docisk klocków hamulcowych do tarczy. Odblokowanie hamulca możliwe jest gdy popychacz zostanie cofnięty przy rewersyjnym ruchu obrotowym wałka napędowego [3].

Zaletą omawianego rozwiązania, jest to, że istnieje możliwość kontroli i uzyskania informacji na temat zużycia klocków hamulcowych bez konieczności zastosowania oddzielnych czujników oraz bez potrzeby demontowania podzespołów umożliwiających weryfikację w standardowym układzie.

W przypadku tego typu rozwiązania nie ma możliwości mechanicznego odblokowania hamulca postojowego w razie awarii, tak jak miało to miejsce w pierwszym wariantcie. Istnieje tylko możliwość awaryjnego zwolnienia hamulca przy wyłączonym zapłonie. Przydatne jest to w sytuacjach, gdy zaistnieje potrzeba przemieszczenia pojazdu, w którym aktualnie nie znajduje się kluczyk [3].

Z punktu widzenia kierowcy, który użytkuje pojazd nie ma znaczenia jaki mechanizm został zamontowany w pojeździe. W obu przypadkach mogą być realizowane zostają identyczne funkcje hamulca postojowego takie, jak na przykład automatyczne załączenie po wyłączeniu zapłonu i wyjęciu kluczyka ze stacyjki oraz pomoc przy ruszaniu pod górę [3].

2 Badania skuteczności układu hamulca postojowego

2.1 Metodyka badań

Wybór metody badań diagnostycznych jest uwarunkowany zastosowanymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi w danym pojeździe, a zwłaszcza mechanizmem uruchamiającym hamulec postojowy. W zależności od rodzaju hamulców, w jakie wyposażony jest pojazd, metody ich badania można ująć w dwóch grupach [1]:

- diagnozowanie mechanizmów uruchamiających hamulce,
- określenie skuteczności działania układu hamulcowego i skuteczności ruchu pojazdu podczas hamowania.

Kontrola wstępna działania manualnego mechanizmu uruchamiającego hamulec postojowy polega na ocenie skoków dźwigni oraz działania mechanizmu blokującego dźwignię. Długość skoku jałowego nie powinna przekraczać 1/3 długości skoku całkowitego.

Zbyt duży skok świadczy o nadmiernych luzach w mechanizmie i konieczności dokonania jego regulacji. Natomiast skok czynny (roboczy) dźwigni powinien zawierać się w granicach od 1/3 do 2/3 długości skoku całkowitego. Po uruchomieniu hamulca należy dokonać sprawdzenia prawidłowości działania blokady dźwigni, naciskając na nią ręką bez zwalniania zapadki (nie może przy tym dojść do jej samoczynnego zwolnienia). Siła do uruchomienia hamulca postojowego, niezbędna do uzyskania maksymalnej skuteczności działania nie może przekroczyć wynosić 0,2 kN i nie więcej niż 0,6 kN [1].

Oceny skuteczności działania układu hamulcowego można dokonać za pomocą:

- badań drogowych, które polegają na pomiarze drogi hamowania lub opóźnienia hamowania,
- badań stanowiskowych, które odbywają się na stanowiskach pomiarowych w celu wykonania pomiarów sił hamowania.

Zaletą badań drogowych jest to, iż odbywają się one w rzeczywistych warunkach ruchu i możliwa jest równoczesna ocena skuteczności ruchu pojazdu podczas hamowania. Do wad tej metody należy zaliczyć niedokładność pomiarów spowodowana granicą błędów wskazań prędkościomierza oraz różną siłą wywieraną na mechanizm uruchamiający zespół hamulcowy. W celu zwiększenia dokładności pomiaru można zastosować tzw. piątę koła, mocowane z tyłu pojazdu. Pozwala ono automatycznie rejestrować prędkość początkową hamowania oraz drogę przebytą podczas hamowania [1].

Badania stanowiskowe służące do pomiaru siły hamowania przeprowadza się na urządzeniach diagnostycznych, które w zależności od metody pomiaru dzielą się na: quasi-statyczne, kinematyczne oraz dynamiczne [1].

W metodzie quasi-statycznej, pomiar sił hamowania wykonuje się na stanowisku rolkowym. W trakcie tego badania koła badanej osi pojazdu znajdują się nieruchomo na rolkach, które napędzane są za pomocą silników elektrycznych. Każda z rolek napędza osobno każde z kół badanej osi. Koła rozpędzane są niezależnie do prędkości ok. 4 km/h. Podczas gdy diagnosta uruchomi mechanizm hamulca następuje wzrost momentu oporu rolek napędowych urządzenia. Układ mechanizmu napędowego rolek dokonuje pomiaru momentu oporu ruchu oddzielnie dla każdego z kół. Na podstawie otrzymanych wyników z przeprowadzonego badania można określić wartość siły hamowania oraz obliczyć wartość wskaźnik skuteczności hamulca, co zostało wykorzystane w przeprowadzonych badaniach [1].

Przebieg badania dla hamulca mechanicznego wyglądał następująco: pojazd tylną osią najężdża na rolki, które zostają rozpędzone przez silniki napędzające do prędkości 4km/h. Każde z kół zostaje rozpędzone niezależnie. W przypadku hamulca postojowego mechanicznego na dźwignię ręczną wywierana jest siła nie przekraczająca 0,6kN, która powoduje zatrzymanie się rolek bądź poślizg w każdym z pojazdów z tym mechanizmem.

W przypadku elektromechanicznego hamulca postojowego ze względu na rozbudowane EPB, kontrola skuteczności działania hamulca na stanowisku diagnostycznym przebiega w różny sposób. Przykładowo w samochodach grupy VW, układ EPB posiada tryb pracy przeznaczony do przeprowadzenia testu na stanowisku rolkowym do badania działania i skuteczności hamulców. Układ hamulcowy samoczynnie przechodzi w tryb HU/TUV w celu przeprowadzenia testu w ściśle określonych warunkach. Zapłon musi być włączony, funkcja AUTO HOLD wyłączona, przednie koła pozostają w spoczynku, a tylne koła obracają się z prędkością 2,5 km/h do 9km/h przynajmniej przez 5 sekund. Po spełnieniu tych warunków, naciskamy kolejno 4 razy przycisk hamulca postojowego obserwu-

jąc wyniki siły hamowania (przy kolejnych naciśnięciach siła powinna rosnać aż do maksymalnej wartości przy czwartym naciśnięciu). Piąte naciśnięcie przycisku hamulca EPB powoduje zwolnienie hamulca postojowego. Wyjście z trybu testowego następuje, gdy przednie i tylne koła będą się obracać przy czym prędkość musi być poza zakresem testowym (mniejsza od 2,5 km/h lub większa od 9 km/h). Po zakończeniu badania należy kilkakrotnie włączyć i wyłączyć hamulec postojowy sprawdzając czy prawidłowo się uruchamia i zwalnia. Przed przeprowadzeniem testu hamulca EPB należy zapoznać się z informacjami producenta samochodu dotyczącymi szczegółowego badania, co zostało wykonane podczas tych badań [3].

2.2 Stanowisko badawcze

Urządzenie RHE-30/6S, które wykorzystano do badania hamulców postojowych mechanicznych i elektromechanicznych pochodzi z rodziny urządzeń diagnostycznych firmy Unimetal. Głównym jego elementem są rolki uniwersalne przedstawione na rysunku 8. Urządzenie to stosowane jest nie tylko dla pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej (DMC) 3,5 tony, ale również dla autobusów i samochodów ciężarowych.



Rys. 8. Rolki RHE-30/S firmy Unimetal [4]

3 Badania skuteczności hamulców

3.1 Charakterystyka obiektów badań

Badania skuteczności hamulców zostały przeprowadzone na 60 pojazdach, w tym 30 z mechanicznym mechanizmem hamulca postojowego i 30 z elektromechanicznym mechanizmem hamulca postojowego. Obiektami były samochody osobowe. Pojazdy te miały

dużą rozbieżność okresu użytkowania, a co za tym idzie o przebiegu i miejsca użytkowania. Auta z elektromechanicznym mechanizmem były z ostatniej dekady, co wskazuje na to, że coraz częściej współcześnie wykorzystuje się nowszą technologię.

Wszystkie badane pojazdy użytkowane były w różnych warunkach, tj. w cyklu miejskim i pozamiejskim. Badania zostały wykonane na Okręgowej Stacji Kontroli Pojazdów należącej do firmy Unimetal Złotów.

3.2 Wyniki badań

Wyniki przeprowadzonych badań zostały przedstawione w tabelach 1 i 2. Wskaźnik skuteczności hamowania wyrażony jest w procentach i dla hamulca postojowego według Rozporządzenia 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 oraz Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 21 kwietnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach, oblicza się na podstawie wzoru [5]:

$$Z = \frac{\sum T}{P} \cdot 100 \quad (1)$$

gdzie:

- Z – wskaźnik skuteczności hamowania (%) dla badanego rodzaju hamulca,
- $\sum T$ – suma siły hamowania uzyskanej ze wszystkich kół [kN], dla badanego rodzaju hamulca awaryjnego lub postojowego,
- P – siła ciężkości (nacisku) dopuszczalnej masy całkowitej badanego pojazdu (zakłada się, że 1kN odpowiada 100kg masy).

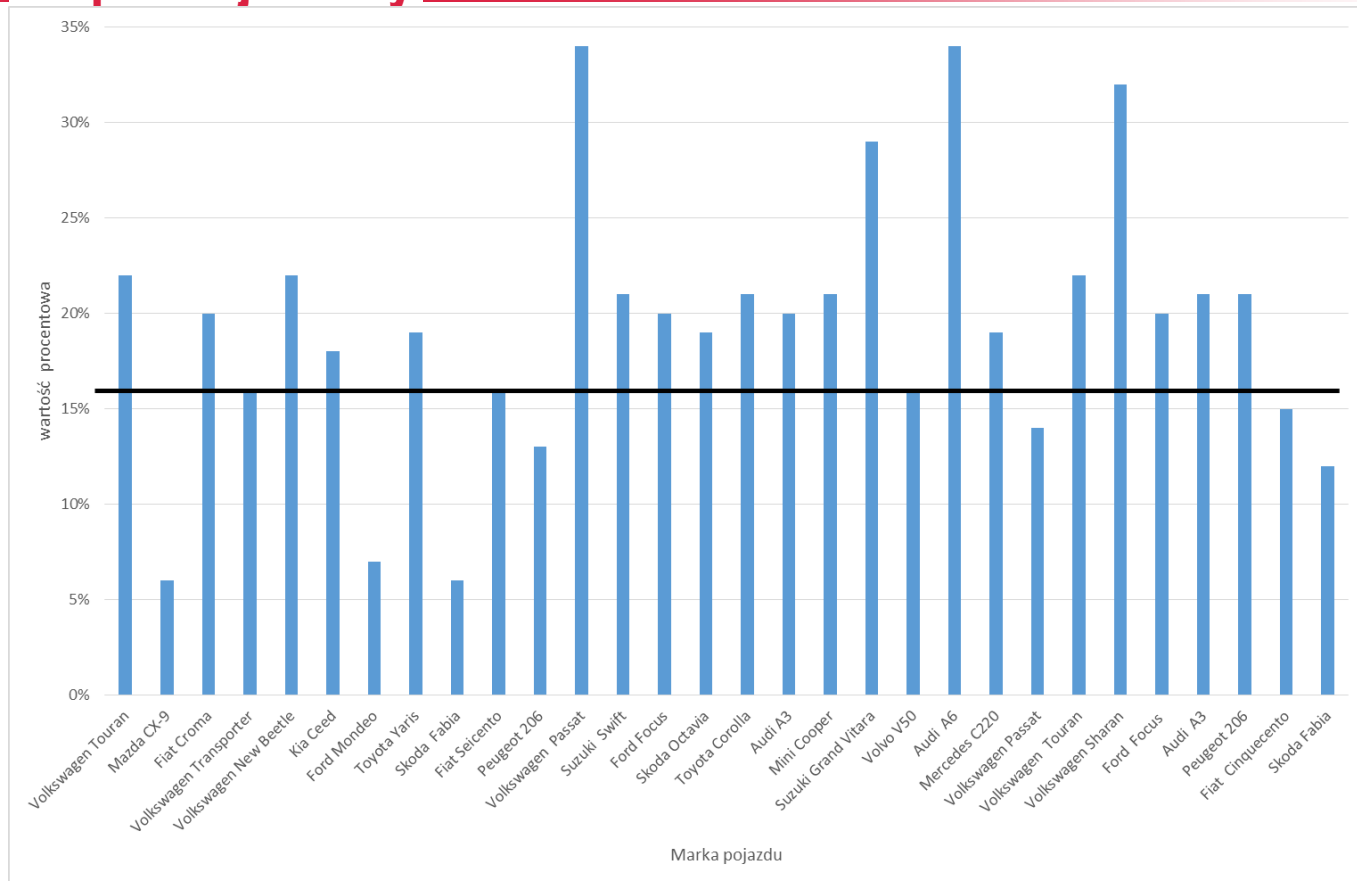
Dopuszczalną masę całkowitą pojazdu, zgodnie z Rozporządzeniem, wyznaczono na podstawie danych zawartych w dowodzie rejestracyjnym.

Tab. 1. Zestawie wyników badań pojazdów z mechanicznym hamulcem postojowym

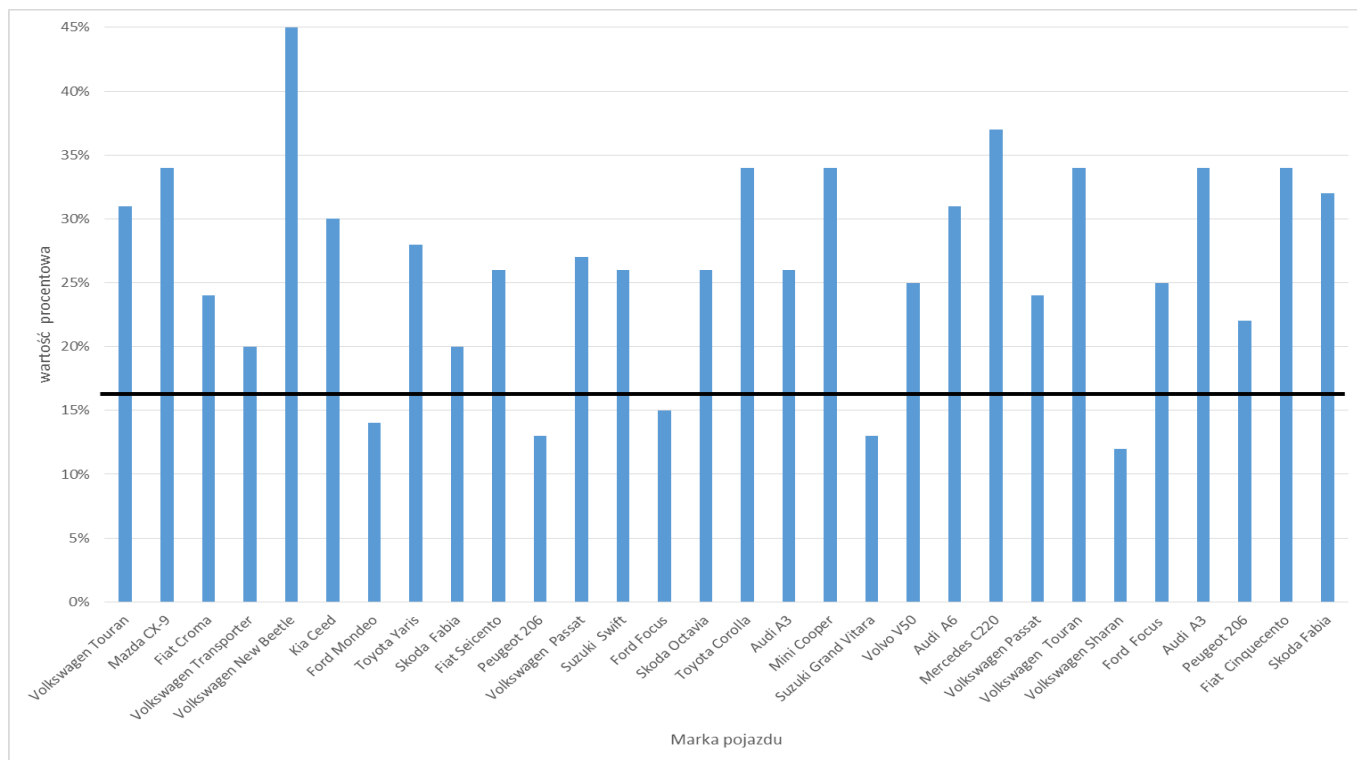
Lp.	Marka pojazdu	Rok produkcji	Przebieg [tys. km]	Liczba lat	Średni roczny przebieg [tys. km]	Miejsce użytkowania	DMC pojazdu [kg]	Otrzymana siła		Wskaźnik skuteczności hamowania porównany z normą wg ustawy [%]	Wynik badania P-Pozytywny N-Negatywny
								Lewe koło [kN]	Prawe koło [kN]		
1	Volkswagen Touran	2003	198	15	13,20	cykl miejski	2210	2,4	2,5	22% >16%	P
2	Mazda CX-9	2010	175	8	21,88	cykl pozamiejski	2712	0,32	1,32	6% <16%	N
3	Fiat Croma	2006	282	12	23,50	cykl pozamiejski	2060	2,01	2,16	20% >16%	P
4	Volkswagen Transporter	1992	420	26	16,15	cykl pozamiejski	2775	1,95	2,55	16% =16%	P
5	Volkswagen New Beetle	1999	190	19	10,00	cykl miejski	1650	1,87	1,89	22% >16%	P
6	Kia Ceed	2007	160	11	14,55	cykl miejski	1820	1,72	1,62	18% >16%	P
7	Ford Mondeo	1995	323	23	14,04	cykl miejski	1950	1,28	0,2	7% <16%	N
8	Toyota Yaris	2005	221	13	17,00	cykl pozamiejski	1530	1,46	1,55	19% >16%	P
9	Skoda Fabia	2001	140	17	8,24	cykl miejski	1580	0,73	0,23	6% <16%	N
10	Fiat Seicento	2000	180	18	10,00	cykl miejski	1260	1,03	1,04	16% =16%	P
11	Peugeot 206	2003	167	15	11,13	cykl miejski	1585	1,05	1,07	13% <16%	N
12	Volkswagen Passat	2003	272	15	18,13	cykl pozamiejski	2250	2,72	2,26	34% >16%	P
13	Suzuki Swift	2002	160	16	10,00	cykl miejski	1190	1,49	1,02	21% >16%	P
14	Ford Focus	2001	196	17	11,53	cykl miejski	1710	1,75	1,82	20% >16%	P
15	Skoda Octavia	2003	322	15	21,47	cykl pozamiejski	1860	1,96	1,72	19% >16%	P
16	Toyota Corolla	2007	263	11	23,91	cykl pozamiejski	2160	2,21	2,33	21% >16%	P
17	Audi A3	2007	120	11	10,91	cykl miejski	1835	1,98	1,81	20% >16%	P
18	Mini Cooper	2002	152	16	9,50	cykl miejski	1480	1,68	1,53	21% >16%	P
19	Suzuki Grand Vitara	2007	218	11	19,82	cykl pozamiejski	2070	2,96	3,12	29% >16%	P
20	Volvo V50	2005	256	13	19,69	cykl pozamiejski	1960	1,78	1,48	16% =16%	P
21	Audi A6	2004	325	14	23,21	cykl pozamiejski	1975	3,53	3,31	34% >16%	P
22	Mercedes C220	2004	207	14	14,79	cykl miejski	2095	2,28	1,82	19% >16%	P
23	Volkswagen Passat	2003	196	15	13,07	cykl miejski	2250	1,59	1,67	14% <16%	N
24	Volkswagen Touran	2004	277	14	19,79	cykl pozamiejski	2210	2,35	2,45	22% >16%	P
25	Volkswagen Sharan	2001	250	17	14,71	cykl pozamiejski	1608	2,84	2,42	32% >16%	P
26	Ford Focus	2002	133	16	8,31	cykl miejski	1710	1,7	1,87	20% >16%	P
27	Audi A3	2005	285	13	21,92	cykl pozamiejski	1835	1,86	1,94	21% >16%	P
28	Peugeot 206	2002	183	16	11,44	cykl miejski	1585	1,45	2,05	21% >16%	P
29	Fiat Cinquecento	1999	111	19	5,84	cykl miejski	1260	1,15	0,85	15% <16%	N
30	Skoda Fabia	2000	142	18	7,89	cykl miejski	1580	0,95	0,97	12% <16%	N
Średnia		2003	217	15,27	14,85	----	1859	1,80	1,75	19%	

Tab. 2. Zestawie wyników badania pojazdów z elektromechanicznym hamulcem postojowym

Lp.	Marka pojazdu	Rok produkcji	Przebieg [tys. km]	Liczba lat	Średni roczny przebieg [tys. km]	Miejsce użytkowania	DMC pojazdu [kg]	Otrzymana siła		Wskaźnik skuteczności hamowania porównany z normą wg ustawy [%]	Wynik badania P-Pozytywny N-Negatywny
								Lewe koło [kN]	Prawe koło [kN]		
1	Volkswagen Touareg	2010	193	8	24,13	cykl pozamiejski	2207	3,41	3,58	31%>16%	P
2	Audi A6	2008	225	10	22,50	cykl pozamiejski	1975	3,53	3,31	34%>16%	P
3	Opel Insignia	2009	218	9	24,22	cykl pozamiejski	2290	3,09	2,56	24%>16%	P
4	Peugeot 5008	2011	160	7	22,86	cykl pozamiejski	2225	2,2	2,36	20%>16%	P
5	Citroen C5	2014	109	4	27,25	cykl pozamiejski	1905	3,22	3,21	45%>16%	P
6	Opel Insignia	2012	99	6	16,50	cykl pozamiejski	2315	3,86	3,2	30%>16%	P
7	Volkswagen Passat	2009	270	9	30,00	cykl pozamiejski	2190	1,59	1,67	14%<16%	N
8	Ford C-MAX	2010	111	8	13,88	cykl miejski	1900	2,54	2,86	28%>16%	P
9	Renault Laguna III	2009	149	9	16,56	cykl pozamiejski	2030	1,94	2,15	20%>16%	P
10	Ford S-MAX	2012	117	6	19,50	cykl pozamiejski	2540	3,45	3,24	26%>16%	P
11	Renault Scenic II	2008	270	11	24,55	cykl pozamiejski	2010	1,35	1,42	13%<16%	N
12	Volkswagen Touran	2011	201	7	28,71	cykl pozamiejski	2210	3,26	2,84	27%>16%	P
13	Audi A6	2012	190	6	31,67	cykl pozamiejski	1975	2,55	2,68	26%>16%	P
14	Volkswagen Touareg	2009	253	9	28,11	cykl pozamiejski	2210	1,13	2,2	15%<16%	N
15	Opel Insignia	2010	188	8	23,50	cykl pozamiejski	2290	3,17	2,95	26%>16%	P
16	Skoda Octavia	2011	123	7	17,57	cykl pozamiejski	1940	3,25	3,47	34%>16%	P
17	Volkswagen Passat	2008	190	10	19,00	cykl pozamiejski	2190	2,62	3,21	26%>16%	P
18	Citroen C5	2013	139	5	27,80	cykl pozamiejski	1940	3,38	3,45	34%>16%	P
19	Kia Ceed	2013	90	5	18,00	cykl pozamiejski	1820	1,54	0,83	13%<16%	N
20	Volvo V50	2012	85	6	14,17	cykl miejski	1960	2,21	2,76	25%>16%	P
21	Renault Laguna Grandtour	2009	170	9	18,89	cykl pozamiejski	2030	3,25	3,08	31%>16%	P
22	Skoda Octavia	2013	88	5	17,60	cykl pozamiejski	1940	3,86	3,21	37%>16%	P
23	Audi A6	2009	244	9	27,11	cykl pozamiejski	2240	2,44	3,13	24%>16%	P
24	Volkswagen Passat	2012	190	6	31,67	cykl pozamiejski	2190	3,75	3,59	34%>16%	P
25	Volkswagen Touran	2008	247	10	24,70	cykl pozamiejski	2210	1,54	1,22	12%<16%	N
26	Ford C-MAX	2009	114	9	12,67	cykl miejski	1950	2,34	2,66	25%>16%	P
27	Audi A4	2012	175	6	29,17	cykl pozamiejski	2110	3,89	3,19	34%>16%	P
28	Ford S-MAX	2010	149	8	18,63	cykl pozamiejski	2540	2,98	2,63	22%>16%	P
29	Kia Ceed	2013	50	5	10,00	cykl miejski	1820	3,08	3,17	34%>16%	P
30	Audi A6	2012	231	6	38,50	cykl pozamiejski	2240	3,94	3,35	32%>16%	P
Średnia		2011	168	7,43	22,65	----	2113	2,81	2,77	27%	



Wyk. 1. Wartość wskaźnika skuteczności hamowania dla hamulca postojowego mechanicznego



Wyk. 2. Wartość wskaźnika skuteczności hamowania dla hamulca postojowego elektromechanicznego

Podsumowanie

Badania wykazały, że występuje różnica pomiędzy średnim wskaźnikiem skuteczności mechanizmów hamulca postojowego mechanicznego i elektromechanicznego i wynosi odpowiednio 19 i 27%. Ta nieznaczna różnica spowodowana może być tym, iż elek-

tryczny mechanizm, dostępny na rynku od kilku lat, jest montowany w nowszych pojazdach. Pojazdy te są młodsze co ma wpływ na mniejsze zużycie elementów. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że średni wiek badanych aut w przypadku hamulca postojowego mechanicznego wynosił 15 lat a w przypadku elektromechanicznego 7 lat. Należy dodać, że w przypadku aut wyposażonych w mechaniczne hamulce postojowe, poruszają się one przeważnie w

cyklu miejskim, częściej jest wykorzystywany hamulec postojowy, a ich średni roczny przebieg wynosi 15 tys. km. W przypadku aut wyposażonych w elektromechaniczny hamulec postojowy, może określić, że średni przebieg tych aut wynosi 23 tys. km i auta te głównie poruszają się w cyklu pozamiejskim. Nadmienić można również, że auta wyposażone w elektromechaniczny hamulec postojowy są z wyższej klasy, tzw. samochody luksusowe a co za tym idzie, są droższe. Jednakże wprowadzanie EPB w samochodach innych grup jest zalecane, ze względu na wygodę użytkownika.

Zarówno w starszych, jak i w nowszych modelach występują sporadycznie pojazdy z wynikiem negatywnym działania hamulca postojowego a zastosowanie mechanizmu elektrycznego czy też mechanicznego nie ma znaczącego wpływu na skuteczność działania hamulca. Spowodowane jest to brakiem kontroli mechanizmu lub jego nieużytkowaniem. Przez nieużytkowanie, mechanizmy się „zapiekają” i przez to niszczą, co prowadzi w konsekwencji do braku reakcji mechanizmu w sytuacjach awaryjnych.

Bibliografia:

1. Gabrylewicz M.: Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych. Wydawnictwo komunikacji i łączności sp. z o.o , Warszawa 2011,2012
2. W. Bałaziński, M Kozłowski , K Tokarz Mechanik pojazdów samochodowych, Budowa i eksploatacja pojazdów cz.I Wydawnictwo Vogel Publishing
3. [http://old.intercars.com.pl/pliki/File/INTERCARS/wsparcie_sprzeda-](http://old.intercars.com.pl/pliki/File/INTERCARS/wsparcie_sprzeda/Biuletyny_Informacyjne/Elektromechaniczny%20hamulec%20postojowy%20EPB.pdf)
[zy/Biuletyny_Informacyjne/Elektromechaniczny%20hamulec%20postojowy%20EPB.pdf](http://old.intercars.com.pl/pliki/File/INTERCARS/wsparcie_sprzeda/Biuletyny_Informacyjne/Elektromechaniczny%20hamulec%20postojowy%20EPB.pdf)
4. <http://www.unimetal.pl/pl/diagnostyka/oferta/urządzenia-dla-skp>
5. https://www.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/w/warunki-techniczne-pojazdow_11617/Warunki%20techniczne%20pojazd%C3%B3w.pdf
6. <http://eva2.homeip.net/eva2/SU02/ch7.2.html>

7. Herbe M., Eksploatacja samochodów, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom 2015
8. Wachowiak P., Gorzelańczyk P., Kalina T., - Analiza skuteczności działania amortyzatorów w świetle obowiązujących przepisów prawnych w Polsce i na Słowacji, Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 6/2018
9. Gorzelańczyk P. - Charakterystyka zużycia opon autobusów komunikacji miejskiej w mieście Piła, Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 12/2017
10. Gorzelańczyk P.- Stan powłok lakierowych pojazdów eksploatowanych w różnych strefach klimatycznych, Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 2016, nr 6, s. 871-875
11. Gorzelańczyk P. - Systemy eksperckie w diagnostyce środków transportu, Logistyka 3/2012.
12. Gorzelańczyk P.- Badanie emisji hałasu komunikacyjnego w mieście Piła, Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 2016, nr 6, s. 876-880

Analysis of mechanical and electrical parking brakes

The article discusses the analysis of mechanical and electrical parking brakes. The article begins with a description of their operating principle, and then an examination of the technical condition of the parking brake system followed by appropriate conclusions.

Keywords: electromechanical parking brake, mechanical parking brake.

Autorzy:

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

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