

## HAMULEC ELEKTROMAGNETYCZNY SZYNOWY – DZIAŁANIE ORAZ ROLA W WÓZKACH WAGONOWYCH W POLSCE

### Streszczenie

Niniejszy artykuł opisuje działanie oraz rolę hamulca elektromagnetycznego stosowanego w wózkach wagonów osobowych w Polsce. Hamulec ten jest obligatoryjny w Polsce w taborze poruszającym się z prędkością 160 km/h i wyższą. Hamulec szynowy jest hamulcem pomocniczym dla hamulca tarczowego, zabudowanym w pojeździe celem zwiększenia skuteczności hamowania hamulców zasadniczych. Działa on bezpośrednio na szyny, przez co jest niezależny od współczynnika przyczepności między kołem i szyną. Artykuł przybliży sposób działania hamulca elektromagnetycznego zabudowanego w najpopularniejszych wózkach wagonowych w Polsce, takich jak wózki GP-200, MD-523, MD-524, SGP-300 oraz 25 AN x.

### WSTĘP

Wzrost prędkości jazdy i masy pociągów oraz coraz większe wymagania dotyczące bezpieczeństwa transportu szynowego wymuszają doskonalenie istniejących układów hamulcowych oraz poszukiwanie nowych rozwiązań. Jednym z kryteriów niezbędnych do poruszania się taboru z prędkością 160 km/h na godzinę i więcej jest konieczność posiadania hamulca szynowego. Niniejszy artykuł przedstawia rolę oraz sposób działania hamulca szynowego w wózkach wagonowych osobowych eksploatowanych w Polsce.

### 1. HAMULEC ELEKTROMAGNETYCZNY (SZYNOWY) – INFORMACJE OGÓLNE

Stosowanie hamulców szynowych jest konieczne w taborze dużych prędkości. Hamulce szynowe cierne można stosować w pojazdach przeznaczonych do ruchu z prędkością nie większą niż 280 km/h. W taborze konwencjonalnym hamulce szynowe cierne są stosowane w wagonach przeznaczonych do jazdy z prędkością nie większą niż 160 km/h. Hamulec ten składa się z zawieszonych nad torem dwóch elektromagnesów (na wózek); po opuszczeniu płóc magnesów zworami są główki szyn.

Każda płoza stanowi długi elektromagnes o poprzecznym magnesowaniu. Cewki elektromagnesów są zasilane prądem z baterii akumulatorów. Włączanie i wyłączanie hamulca szynowego następuje pod wpływem spadku lub wzrostu ciśnienia powietrza w układzie działającego jednocześnie hamulca cierne klockowego lub tarczowego [3].

W wagonach osobowych za pomocą tego hamulca można

bezpiecznie hamować z prędkości 160 km/h przy odstępach tablica sygnałowych min. 1000 m. Przy założeniu dłuższych dróg hamowania można użyć tego rodzaju hamulca do prędkości 200 km/h.

#### 1.1. Rola hamulca w pociągu

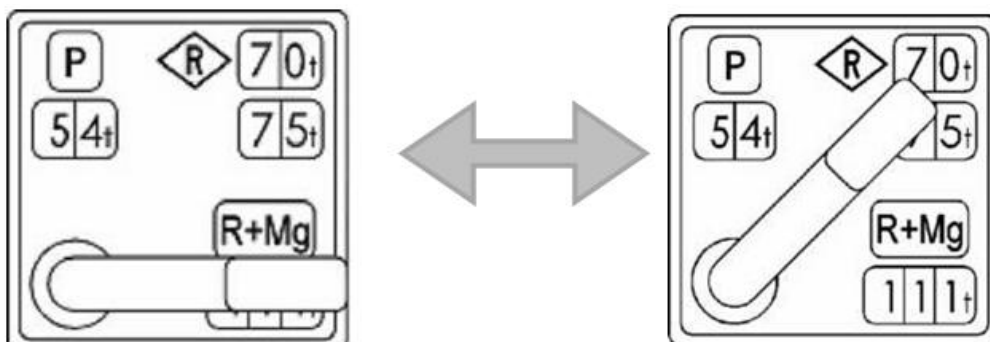
Hamulec szynowy jest hamulcem pomocniczym dla hamulca tarczowego, zabudowanym w pojeździe celem zwiększenia skuteczności hamowania hamulców zasadniczych.

Najpopularniejsze typy wózków wagonowych z masami hamującymi w zakresie 96t ÷ 118t, które są wyposażone w hamulec elektromagnetyczny:

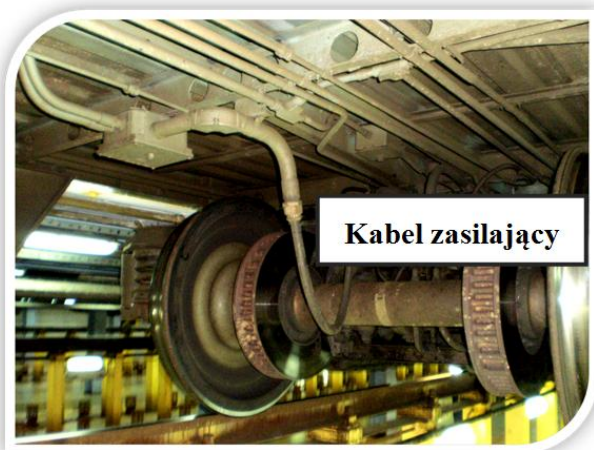
- GP-200,
- MD-523,
- MD-524,
- SGP-300,
- 25ANp.

Wózki te są głównie eksploatowane przez polskiego przewoźnika PKP „Intercity” S.A.

Na rysunkach 2, 3, 4 przedstawiono usytuowanie hamulca elektromagnetycznego na wózku wagonu osobowego.



Rys. 1. Tablice przestawcze masy hamującej [źródło: opracowanie własne]



Rys. 2. Kabel zasilający hamulca magnetycznego [źródło: opracowanie własne]

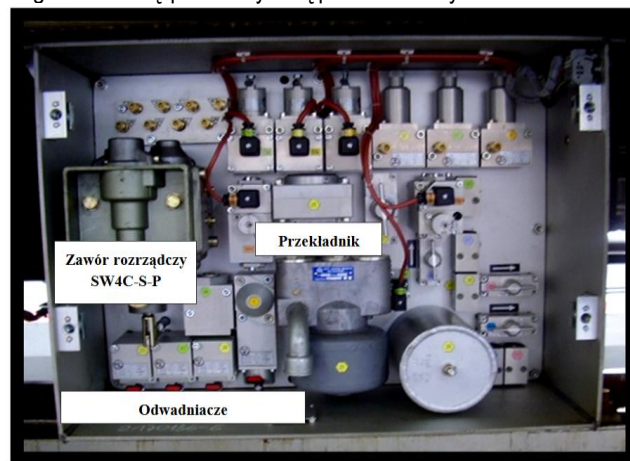


Rys. 4. Płoza hamulca magnetycznego [źródło: opracowanie własne]



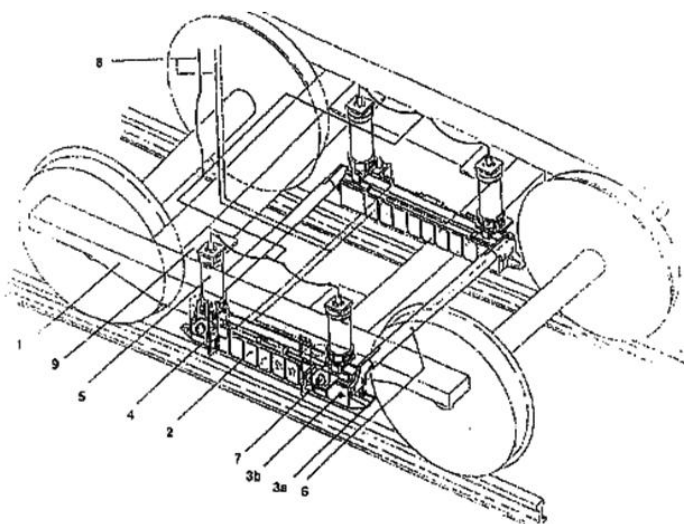
Rys. 3. Zabezpieczenie przed uszkodzeniem [źródło: opracowanie własne]

W wagonach nowego typu (wagony po naprawie i modernizacji poziomu P5) urządzenia sterujące hamulcem tarczowym i hamulcem elektromagnetycznym zabudowane są w szczelnej skrzyni na tablicy pneumatycznej, która znajduje się na podwoziu wagonu. Tablicę pneumatyczną przedstawia rys. 5.



Rys. 5. Tablica pneumatyczna [źródło: opracowanie własne]

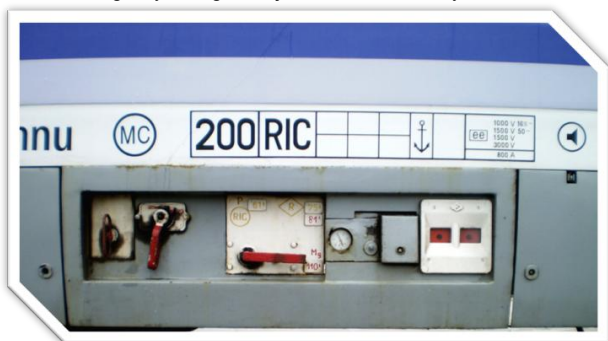
Układ pneumatyczny wagonów z hamulcem tarczowym i magnetycznym jest zamontowany w taki sposób, że po obu



Rys. 6. Schematyczny układ hamulca szynowego magnetycznego w wózku [2]

- 1 - Wózek
- 2 - Człon pośredni
- 3a - Skrajny leżący człon po wewnętrznej stronie
- 3b - Skrajny leżący człon po zewnętrznej stronie
- 4 - Odbijak dla zabieraka
- 5 - Cylinder uruchamiający
- 6 - Dźwąg do utrzymania stałej szerokości toru (balka dystansowa)
- 7 - Urządzenie centrujące dla położenia uniesionego
- 8 - Doprowadzenie powietrza i prądu
- 9 - Zawieszenie w ramie wózka

stronach wagonu, w części środkowej zabudowane są skrzynki zasilania 24V i kontroli hamulca tarczowego oraz testowania hamulca magnetycznego, co jest widoczne na rys. 6.



Rys. 7. Tablica przestawcza [źródło: opracowanie własne]

Tablica P – R – Mg z rys. 7 posiada nastawienie R + Mg, które nie występuje przy hamulcu tarczowym. Do zasilania sprężonym powietrzem siłowników hamulca magnetycznego służy zbiornik powietrza połączony z przewodem zasilającym przedstawionym na rys. 8.



Rys. 8. Kabel zasilający hamulec szynowy na wózku [źródło: opracowanie własne]

## 1.2. Hamulec magnetyczny na wózku

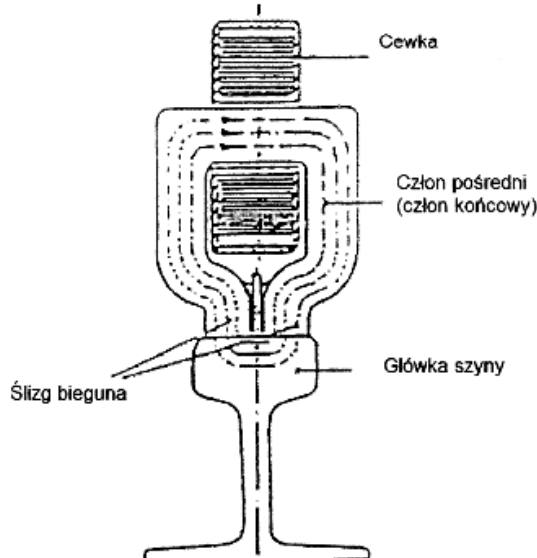
Na rys. 9 przedstawiono płozę hamulca magnetycznego zamontowaną na wózku wagonowym.



Rys. 9. Płoza hamulca magnetycznego zawieszona nad szyną [źródło: opracowanie własne]

Segmentowa płoza hamulca magnetycznego jest elektromagnesem, którego linie sił magnetycznych zamykają się poprzez główkę szyny. Przekrój poprzeczny płozy jest tak ukształtowany, że największa gęstość linii sił pola magnetycznego znajduje się przy wejściu do główki szyny. Hamulec magnetycz-

ny działa na zasadzie penetracji pola magnetycznego w głąb szyny torowej tak jest to przedstawione na rys. 10.

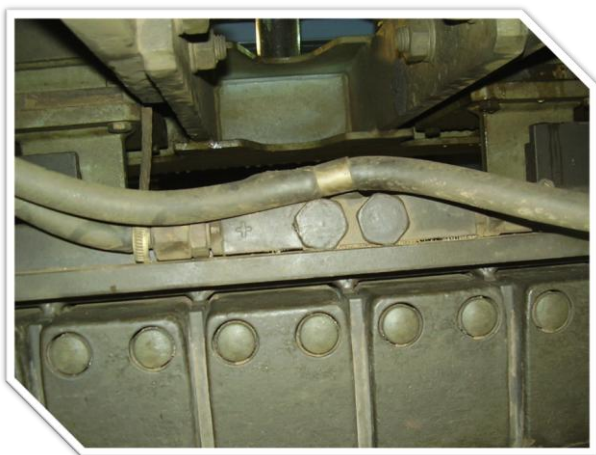


Rys. 10. Przebieg linii magnetycznych pola hamulca elektromagnetycznego [2]

Szczelina powietrzna między magnesem a szyną znacznie pogarsza działanie pola magnetycznego. Z tego powodu płoza zbudowana jest z szeregu ruchomych segmentów, które przy hamowaniu umożliwiają dopasowanie się do nierówności szyny i stanowią jednocześnie elementy cierne. Głównym elementem płozy jest cewka nawinięta na odpowiednio ukształtowanym stelażu wykonanym ze stali. Do stelaża przymocowanych jest, obejmując dolną część cewki dziesięć par segmentów ciernych (nabiegunkików). Długość przylegania płozy hamulcowej do szyny wynosi 1000 mm. Cztery płozy hamulca szynowego wagonu połączone są ze sobą elektrycznie – równolegle.

Układ opuszczania płóz oparty jest na czterech siłownikach pneumatycznych umieszczonych wewnątrz wózka, na wspornikach przymocowanych do ramy wózka. Konstrukcja siłowników zapewnia utrzymanie płóz w górnym granicznym położeniu poprzez zastosowanie sprężyn powrotnych. Płozy połączone są drążkami tworząc ramę hamulca magnetycznego, co pozwala utrzymać stały rozstaw. Rozmieszczenie poszczególnych elementów hamulca szynowego przedstawione jest na rys. 12.

Rama ta nie może przemieszczać się w płaszczyźnie poziomej względem ramy wózka w kierunku poprzecznym w zakresie 15 mm, a w kierunku wzdłużnym w zakresie -3-1+2 mm. Wytworzona siła hamowania przenoszona jest na ramę wózka poprzez zderzaki przy płozach hamulca magnetycznego i odpowiednio ukształtowane zabieraki, które są sztywno związane z ramą wózka. Między zderzakami a zabierakami, jako izolacja wbudowana jest niemagnetyczna wkładka, która zabezpiecza je przed magnetycznym "przyklejaniem się" do zabieraków na ramie wózka. Stabilność układu opuszczania płóz w stanie podniesionym zapewnia urządzenie centrujące, które ustala i blokuje ramę hamulca szynowego w górnym położeniu (rys. 11).



Rys. 11. Górne położenie płozy [źródło: opracowanie własne]

### 1.3. Sterowanie hamulcem magnetycznym

Układ sterowania hamulcem magnetycznym zapewnia możliwość jego użycia tylko przy hamowaniu nagłym w nastawieniu „R+Mg”, a przy normalnym hamowaniu służbowym, pozostaje nieczynny. Płozy hamulca magnetycznego pozostają w tym przypadku w swym górnym położeniu spoczynkowym. Włączenie hamulca magnetycznego następuje automatycznie po spełnieniu określonych warunków:

- hamulec pneumatyczny musi być włączony,
- wyłącznik zasilania elektrycznego hamulca magnetycznego musi być w pozycji załączonej,
- przewód zasilający musi być podłączony sprzęgami i zasilany powietrzem o ciśnieniu 0,75 + 1,0 MPa,
- stan naładowania akumulatorów powinien zapewniać minimalny prąd i minimalne napięcie,
- wagon musi jechać z prędkością powyżej 50 km/h,
- na tablicy przestawczej rączka musi być ustawiona w pozycji „R + Mg”,
- wagon musi być hamowany hamowaniem nagłym, lub przy użyciu hamulca bezpieczeństwa.

Sterowanie hamulcem magnetycznym jest realizowane poprzez współdziałanie elementów takich jak zawór rozrządczy, dodatkowy czujnik ciśnieniowy na przewodzie głównym, czujnik prędkości urządzenia przeciwpoślizgowego i serwozaworu elektropneumatycznego.

Warunkiem uruchomienia hamulca magnetycznego jest:

- włączony hamulec pneumatyczny,

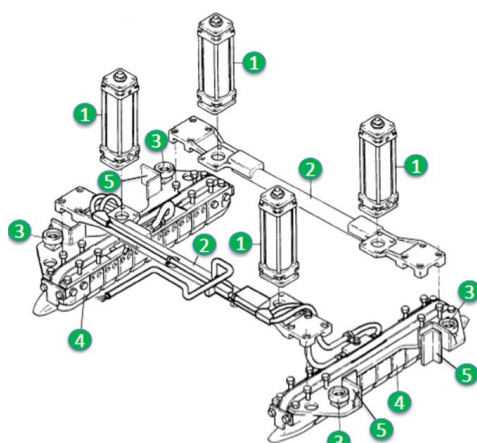
- wyłącznik zasilania elektrycznego hamulca magnetycznego musi być w pozycji załączonej,
- przewód zasilający musi być połączony sprzęgami i zasilany powietrzem o ciśnieniu 0,75÷1,0 MPa,
- stan naładowania akumulatorów powinien zapewniać minimalny prąd i minimalne napięcie,
- wagon musi jechać z prędkością powyżej 50 km/h,
- na tablicy przestawczej rączka musi być ustawiona w pozycji „R + Mg”,
- wagon musi być hamowany hamowaniem nagłym, lub przy użyciu hamulca bezpieczeństwa.

### 1.4. Zaopatrzenie w powietrze i działanie hamulca magnetycznego

Urządzenia sterujące zaopatrzeniem w powietrze hamulca magnetycznego zabudowane są na tablicy pneumatycznej wagonu. Powietrze z przewodu zasilającego poprzez specjalny filtr, zawór redukcyjny oraz zawór zwrotny doprowadzane jest do zbiornika hamulca magnetycznego i serwozaworu, z którego rurami i przewodami elastycznymi doprowadzane jest do siłowników układu opuszczania płóz hamulca magnetycznego – po otrzymaniu sygnału elektrycznego z mikroprocesorowego urządzenia przeciwpoślizgowego. Przy spadku ciśnienia poniżej 0,3 MPa w głównym przewodzie hamulcowym, załącza się czujnik ciśnieniowy, który przesyła sygnał elektryczny do ww. mikroprocesorowego urządzenia sterującego. Urządzenie to, po otrzymaniu sygnału z czujnika prędkości urządzenia przeciwpoślizgowego o przekroczeniu przez wagon prędkości 50 km/h, załącza serwozawór elektropneumatyczny – co powoduje napełnienie powietrzem siłowników opuszczania płóz hamulca magnetycznego. Gdy ciśnienie w siłownikach pneumatycznych hamulca magnetycznego osiąga odpowiednią wartość, wówczas czujnik ciśnieniowy zamknie swoje styki i zasilą cewkę stycznika zasilania elektrycznego hamulca magnetycznego i poda napięcie na cewki elektromagnesów szynowych, powodując dociśnięcie płóz do szyny.

### PODSUMOWANIE

Hamulec szynowy elektromagnetyczny w skrócie nazywany Mg – jest urządzeniem hamulcowym dodatkowym, który działa bezpośrednio na szynę przez co jest niezależny od współczynnika przyczepności między kołem a szyną. Jego działanie spoczywa na magnetycznej sile docisku. Magnetyczna siła docisku może być wytwarzana elektrycznie lub magnesy trwałe. Hamulec Mg jest zabudowany w wózkach wagonów osobowych w razie



- 1 Cylindry
- 2 Łączniki (ZNTK Poznań)
3. Elementy centrujące
4. Elektromagnesy członowe
5. Zabierak  
Płytki dystansowe, śruby,  
podkładki, nakrętki

Rys. 12. Układ opuszczania płóz hamulca magnetycznego na wózku MD 523/MD 524, GP200, 25AN x [1]

potrzeby uzupełnienia hamulca pneumatycznego. Hamulec szynowy elektromagnetyczny jest obligatoryjny w pojazdach szynowych dużych prędkości.

## BIBLIOGRAFIA

1. Faiveley Transport Polska: *Urządzenia hamulcowe*, Poznań 2014.
2. Międzynarodowy Związek Kolei UIC: *Kodeks UIC 541-06*, , Wyd. 2, marzec 2013.
3. Piechowiak T.: *Hamulce Pojazdów Szynowych*. WPP, Poznań 2012.

## ELECTROMAGNETIC BRAKES – THE ROLE AND FUNCTION OF ELECTROMAGNETIC BRAKE IN THE BOGIES OF PASSENGER CARS IN POLAND

### *Abstract*

*This article describes the role and function of electromagnetic brake used in the passenger cars in Poland. This type of brake is obligatory in Poland in rolling stock, which reaches speed of 160 km/h and more. Electromagnetic brake is an addition to the disc brake, which is built into the vehicle in order to increase the efficiency of braking power of the service brakes. It affects the rail directly, which makes it independent from the friction coefficient between the wheel and rail. The article explains the way of electromagnetic brake functioning, currently used in the most common bogies of passenger cars in Poland, such as GP-200, MD-523, MD-524, SGP-300 and 25 AN x.*

Autorzy:

mgr inż. **Sebastian Kałuża** – doktorant – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 508 920 946

dr hab. inż. **Mieczysław Kornaszewski**, prof. nadzw. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-88; Fax: + 48 48 361-77-42; m.kornaszewski@uthrad.pl