

Romuald Lepkowski

Ujednolicone systemy hamulcowe stosowane w nowo budowanych i modernizowanych wagonach towarowych i osobowych

Zwiększenie prędkości i masy przewożonych ładunków w wagonów towarowych oraz zwiększenie komfortu i prędkości wagonów osobowych – oprócz zmian w konstrukcji nadwozia i układów biegowych – wymaga także dostosowania układu hamulca w celu uzyskania niezbędnej skuteczności hamowania. Wymaganą skuteczność hamowania uzyskuje się przez odpowiednie wyposażenie układu hamulca wagonu.

Wyposażenie to jest zależne przede wszystkim od prędkości dla wagonów osobowych oraz prędkości i obciążenia dla wagonów towarowych.

Wagony osobowe ze względu na prędkość jazdy można podzielić na kursujące z prędkością do:

- 120 km/h
- 140 km/h
- 160 km/h
- 200 km/h.

Natomiast wagony towarowe ze względu na prędkość i obciążenie dzielimy na przeznaczone do ruchu:

- S (100 km/h i maksymalne obciążenie do 22,5 t/oś),
- SS (120 km/h i maksymalne obciążenie do 20 t/oś),
- SS/S (jazda w ruchu SS lub S zależnie od obciążenia).

Do przedstawionych przypadków prędkości i obciążeń wagonów przepisy UIC określają minimalne wyposażenie hamulca. Na tej podstawie opracowano typowe układy hamulca co pozwala na ich ujednolicenie i standaryzację.

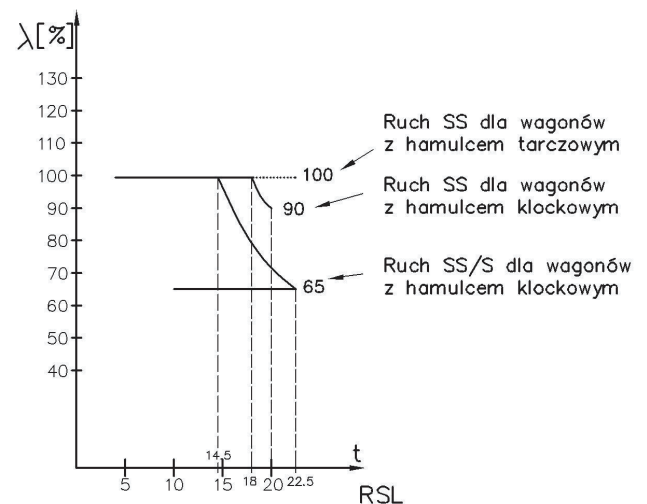
Wymagania ruchowe dla wagonów osobowych i towarowych

Skuteczność hamulca

Skuteczność hamulca zarówno wagonów osobowych, jak i towarowych charakteryzuje tzw. procent masy hamującej – λ . Dla poszczególnych rodzajów wagonów i nastawień hamulca procent masy hamującej jest tak dobrany, aby różnice w skuteczności hamowania wagonów nie powodowały zbyt dużych sił wzdłużnych oraz przegrzewania się elementów par ciernych hamulca na wagonach o większej skuteczności hamowania.

W tablicy 1 podano wymagane procenty masy hamującej dla wagonów osobowych i towarowych.

Dla wagonów towarowych z samoczynną ciągłą regulacją siły hamowania w zależności od obciążenia wymagane jest nie tylko zachowanie minimalnego i maksymalnego procentu masy hamującej, ale karta UIC 541-04 określa także przebieg procentu masy hamującej w zależności od obciążenia (rys. 1).



Rys. 1. Przebieg procentów masy hamującej przy samoczynnej zmianie skuteczności hamowania w zależności od obciążenia λ – procent masy hamującej, RSL – nacisk na oś zestawu kołowego

Tablica 1

Procenty masy hamującej dla wagonów towarowych i osobowych

Rodzaj wagonu	Nastawienie	Procent masy hamującej λ [%]		Prędkość v_{max} [km/h]	Karta UIC
		maksimum (masa własna)	minimum (masa własna + ładunek)		
Wagony towarowe	P	125	65	100 (S)	UIC 543
	P	125	100	120 (SS)	UIC 541-04
Wagony osobowe	P(RIC)	125	105	120	UIC 543
	⊠	170	135	140	UIC 546
	R+Mg	–	208	160	UIC 567-1
	R+Mg	–	208	200	UIC 567-1

P – nastawienie „osobowy”.

⊠ – hamulec dużej mocy.

R+Mg – hamulec dużej mocy z hamulcem elektromagnetycznym i włączonym przyspieszczaczem nagłego hamowania.

Dla ruchu SS wymagane jest w zasadzie 100% masy hamującej w całym zakresie obciążenia. Jednak dla hamulca klockowego $\lambda = 100\%$ wymagane jest do nacisku 18 t/oś, a przy maksymalnym obciążeniu 20 t/oś powinno być $\lambda = 90\%$. Dla ruchu SS/S $\lambda = 100\%$ wymagane jest do 65% maksymalnego obciążenia wagonu (dla wagonu o maksymalnym nacisku 22,5 t/oś odpowiada to obciążeniu 14,5 t/oś).

Wyposażenie hamulcowe dla wagonów osobowych

1. Wagony osobowe do prędkości maksymalnej 120 km/h

Dla wagonów osobowych o prędkości maksymalnej 120 km/h wystarcza hamulec pneumatyczny z nastawieniem P i mechaniczny układ hamulca ze wstawkami z żeliwa P10. Może być także stosowane pneumatyczne urządzenie przeciwpoślizgowe. Praktycznie jednak nowe i modernizowane wagony osobowe wyposażane są w hamulec tarczowy i elektroniczne urządzenia przeciwpoślizgowe, które są w tym przypadku zalecane.

2. Wagony osobowe do prędkości maksymalnej 140 km/h

Wyposażenie hamulca jest takie samo jak dla wagonów o prędkości maksymalnej 120 km/h, jednak dodatkowo hamulec powinien mieć nastawienie \diamond oraz minimum pneumatyczne urządzenia przeciwpoślizgowe.

3. Wagony osobowe do prędkości maksymalnej 160 km/h

Wagony te powinny być wyposażone w hamulec tarczowy i mieć możliwość przełączania hamulca na nastawienie P, \diamond lub R+Mg. Tym samym wagon należy wyposażyć w hamulec elektromagnetyczny uruchamiany przy hamowaniu nagłym. Przy przełączeniu hamulca na nastawienie R+Mg musi być włączony przyspieszacz nagłego hamowania. Obowiązkowo należy stosować elektroniczne urządzenia przeciwpoślizgowe.

4. Wagony osobowe do prędkości maksymalnej 200 km/h

Wyposażenie hamulca jest takie samo jak dla wagonów o prędkości maksymalnej 160 km/h.

Wyposażenie hamulca wagonów towarowych

Układ hamulca w wagonie towarowym powinien być wyposażony w zawór rozrządczy umożliwiający nastawienie na działanie w trybie G (towarowy) lub w trybie P (osobowy). Do ruchu S i SS stosuje się klasyczną mechaniczną przekładnię hamulcową z nastawiaczem skoku tłoka cylindra hamulcowego typu DRV i z wstawkami z żeliwa P10. Koła zestawu kołowego o średnicy 920 mm hamowane są dwustronnie.

1. Ruch SS

Wagony towarowe kursujące z prędkością 120 km/h przeznaczone do ruchu SS powinny być wyposażone w hamulec z samoczynną ciągłą zmianą siły hamowania w zależności od obciążenia. Sygnał wielkości obciążenia przekazywany jest z zaworu ważącego do bezstopniowego przekładnika pneumatycznie.

Jako typowe wyposażenie hamulca wagonu towarowego do ruchu SS traktuje się:

a) dla wagonu 4 osiowego:

- 2 bezstopniowe przekładniki ciśnienia,
- 2 zawory ważące (po 1 na wózku),
- 2 cylindry hamulcowe 16",
- podwójne wstawki hamulcowe (Bgu – 250 mm),

b) dla wagonu 2 osiowego:

- 1 lub 2 bezstopniowe przekładniki ciśnienia,
- 2 zawory ważące (po 1 na zestaw kołowy),
- 1 cylinder hamulcowy 16" lub 2 cylindry hamulcowe 12",
- podwójne wstawki hamulcowe (Bgu – 250 mm).

2. Ruch S

Wagony kursujące z maksymalną prędkością 100 km/h przeznaczone do ruchu S powinny być wyposażone w układ hamulca umożliwiający dwustopniową zmianę skuteczności hamowania, czyli nastawienie hamulca na „próżny” lub „ładowny”. Zmiana nastawienia może nastąpić na drodze mechanicznej (zmiana przełożenia przekładni przycylindrowej) za pomocą zmieniaacza

przekładni firmy SAB lub na drodze pneumatycznej przez zastosowanie dwustopniowego przekładnika ciśnienia sterowanego automatycznie przez zawór ważący lub ręcznie.

Jako typowe wyposażenie hamulca wagonu towarowego do ruchu S traktuje się:

a) wagony 4-osiowe o maksymalnym obciążeniu 20 t/oś:

- mechaniczny zmieniaacz lub dwustopniowy przekładnik „próżny” – „ładowny”,
- 1 cylinder hamulcowy 16",
- tablica przestawcza „próżny” – „ładowny” lub zawór ważący,
- pojedyncze wstawki hamulcowe (Bg – 320 mm);

b) wagony 4-osiowe o maksymalnym obciążeniu 22,5 t/oś:

- 1 dwustopniowy przekładnik ciśnienia,
- 1 cylinder hamulcowy –16",
- tablica przestawcza „próżny” – „ładowny” lub zawór ważący,
- podwójne wstawki hamulcowe (Bgu – 250 mm);

c) wagony 2-osiowe o maksymalnym obciążeniu 20 t/oś:

- mechaniczny zmieniaacz lub dwustopniowy przekładnik „próżny” – „ładowny”,
- 1 cylinder hamulcowy 12",
- tablica przestawcza „próżny” – „ładowny” lub zawór ważący,
- pojedyncze wstawki hamulcowe (Bg – 320 mm);

d) wagony 2-osiowe o maksymalnym obciążeniu 22,5 t/oś:

- 1 dwustopniowy przekładnik ciśnienia,
- 1 cylinder hamulcowy 12",
- tablica przestawcza „próżny” – „ładowny” lub zawór ważący,
- podwójne wstawki hamulcowe (Bgu – 250 mm).

3. Ruch SS/S

Jest to kompromis między dwoma poprzednimi rodzajami ruchu. Układ hamulcowy może być wyposażony tylko w jeden przekładnik ciśnienia. Jazda w trybie S jest możliwa w całym zakresie, a w ruchu SS do 65% maksymalnego obciążenia.

Jako typowe wyposażenie hamulca do ruchu SS/S taktuje się:

a) wagony 4-osiowe:

- 1 bezstopniowy przekładnik ciśnienia,
- 2 zawory ważące (po 1 na wózku),
- 1 cylinder hamulcowy 16",
- podwójne wstawki hamulcowe (Bgu – 250 mm);

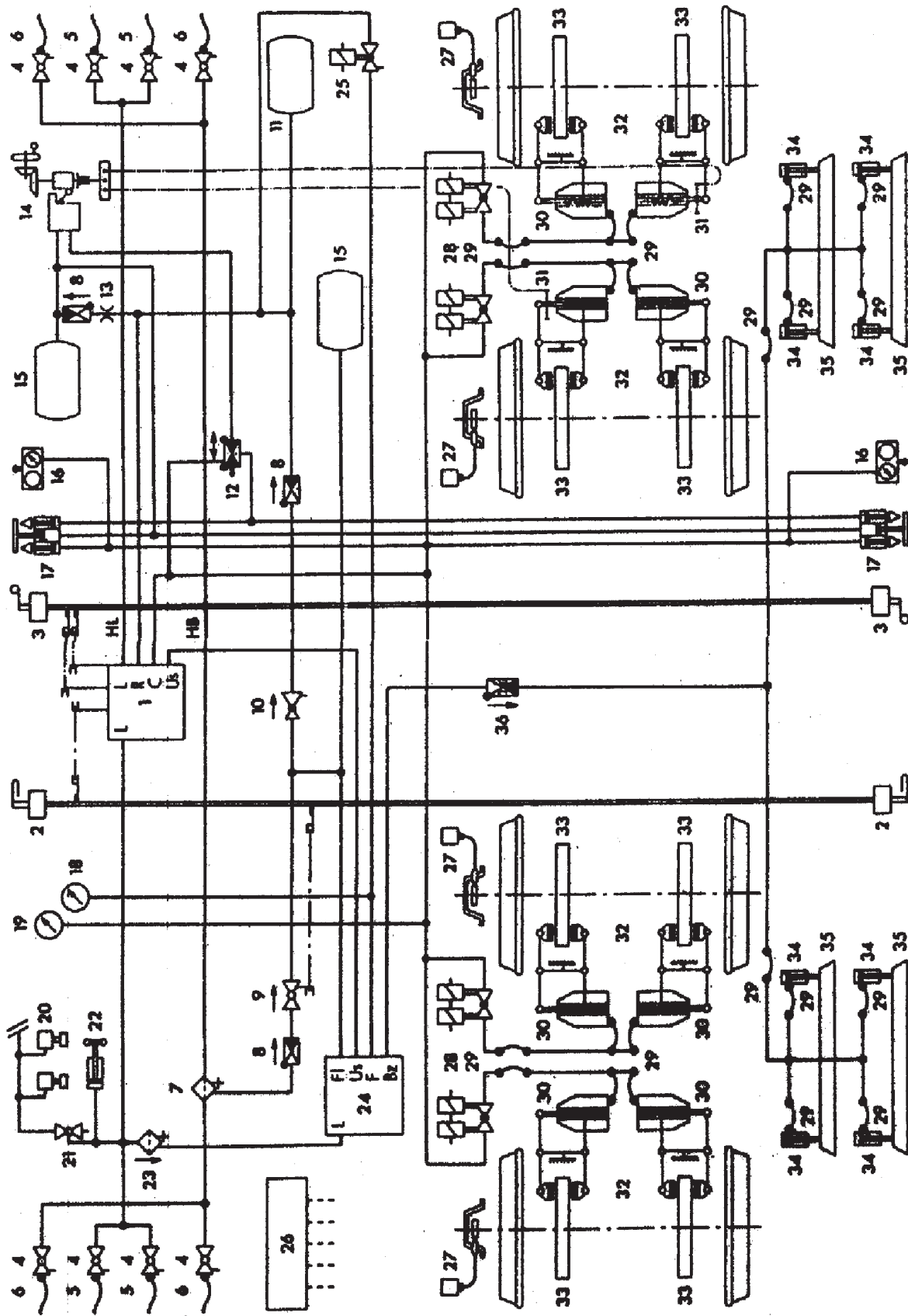
b) wagony 2-osiowe:

- 1 bezstopniowy przekładnik ciśnienia,
- 2 zawory ważące (po 1 na wózku),
- 1 cylinder hamulcowy 12",
- podwójne wstawki hamulcowe (Bgu – 250 mm).

Typowe schematy układów hamulcowych nowych i modernizowanych wagonów osobowych i towarowych

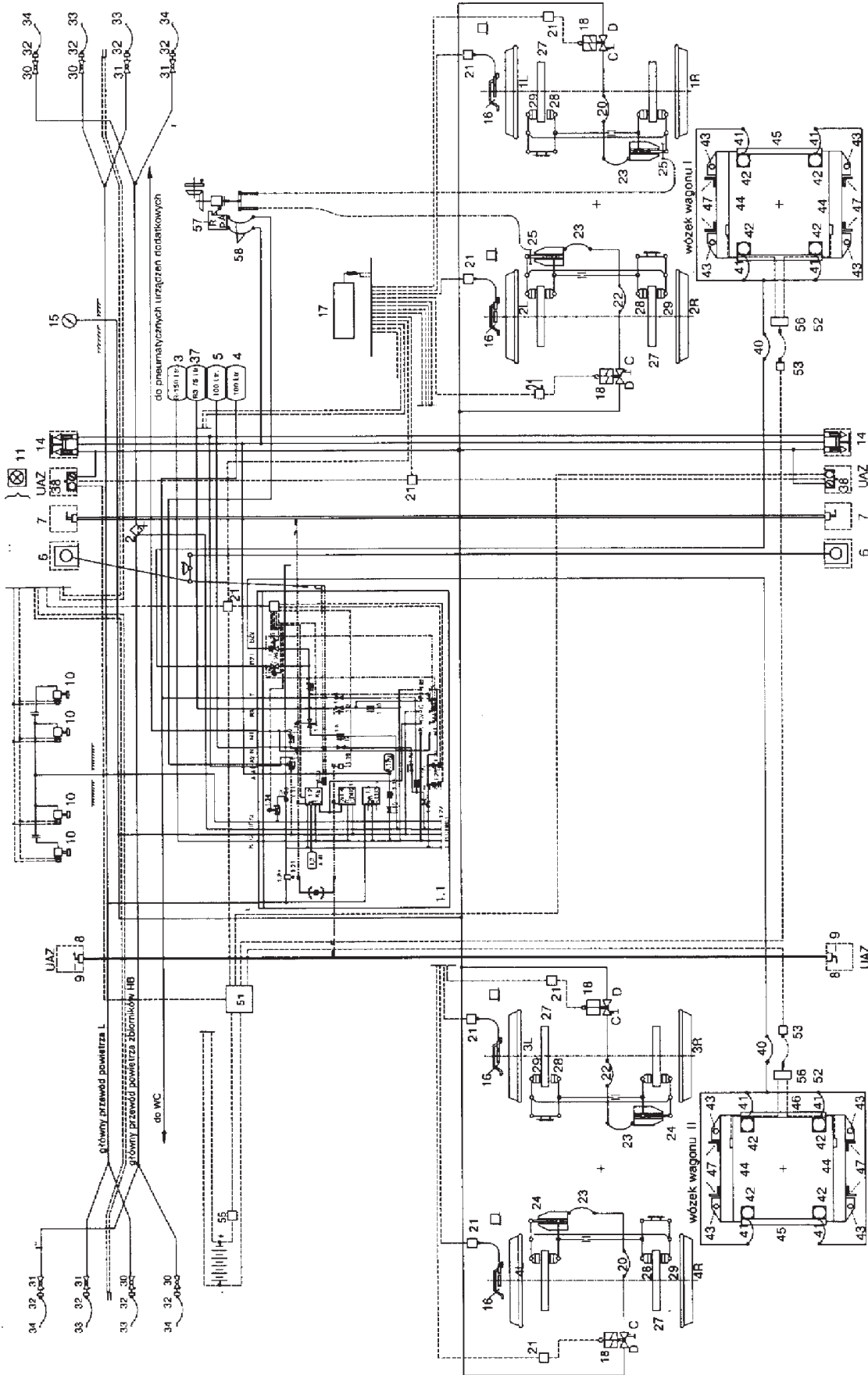
Typowe schematy układów hamulcowych dla nowych i modernizowanych wagonów osobowych przedstawiono na rysunkach 2 i 3. Takie układy mają wagony kursujące z prędkością do 160 km/h. Dla układu przedstawionego na rysunku 2 urządzenia sterujące hamulca są zamontowane bezpośrednio do ostoi wagonu i dlatego rozwiązanie to występuje w wagonach modernizowanych, które wyposażone były w hamulec tarczowy, a dodatkowo należy zamontować hamulec elektromagnetyczny.

W nowo budowanych wagonach standardem jest układ hamulca przedstawiony na rysunku 3. W tym przypadku urządzenia sterujące hamulca zablokowane są na tablicy sterującej (rys. 4), która wraz ze zbiornikami powietrza, urządzeniami przestawczymi



Rys. 2. Schemat układu hamulca wagonu osobowego z hamulcem tarczowym i elektromagnetycznym

1 - zawór rozrządczy, 2 - wyłącznik hamulca, 3 - tablica przestawcza P-R-Mg, 4 - kurek końcowy, 5 - sprzęg hamulcowy G, 6 - sprzęg hamulcowy Z, 7 - filtr powietrza, 8 - zawór zwrotny, 9 - zawór z dźwignią, 10 - re-
 duktor, 11 - zbiornik powietrza, 12 - wyłącznik hamulca, 13 - dysza regulacyjna, 14 - zawór ugięciowy, 15 - zbiornik powietrza, 16 - skrzynka kontrolna hamulca Mg, 17 - wskaźnik zahamowania, 18 - manometr F,
 19 - manometr C, 20 - skrzynka hamulca bezpieczeństwa, 21 - zawór bezpieczeństwa, 22 - czujnik ciśnienia, 23 - filtr powietrza, 24 - skrzynka sterująca hamulca Mg, 25 - zawór elektromagnetyczny, 26 - urządzenie
 przeciwpoślizgowe, 27 - nadajnik impulsów, 28 - zawór upustowy, 29 - wąż elastyczny, 30 - cylinder hamulcowy, 31 - cylinder hamulcowy, 32 - szczeka hamulcowa, 33 - tarcza hamulcowa,
 34 - siłownik hamulca Mg, 35 - płoza hamulca Mg, 36 - zawór zwrotny z dyszą, HB - przewód zasilający, HL - przewód główny



Rys. 3. Schemat układu hamulca wagonu osobowego z tablicą sterującą oraz z hamulcem tarczowym i elektromagnetycznym

1 - tablica sterująca hamulca, 2 - odwadniacz z filtrem, 3 - zbiornik pomocniczy, 4 - zbiornik powietrza, 5 - nadajnik impulsów, 6 - odłącznik, 7 - wyłącznik hamulca, 8 - tablica przestawcza P-R-Mg, 9 - tabliczka, 10 - hamulce bezpieczeństwa, 11 - lampka kontrolna, 14 - wskaźnik zahamowania, 15 - manometr, 16 - nadajnik impulsów, 17 - urządzenie przeciwpoślizgowe, 18 - zawór uspostowy, 20 - wąż elastyczny, 21 - skrzynia przyłączeniowa, 22 - wąż elastyczny, 23 - wąż elastyczny, 24 - cylinder hamulcowy, 25 - cylinder hamulcowy z hamulcem ręcznym, 27 - tarcza hamulcowa, 28 - szczeka hamulcowa prawa, 29 - szczeka hamulcowa lewa, 30 - kurek końcowy lewy, 31 - kurek końcowy prawy, 32 - przeciwnakrętka, 33 - sprzęg hamulcowy G, 34 - sprzęg hamulcowy Z, 37 - zbiornik powietrza, 38 - skrzynka kontrolna hamulca MG, 40 - wąż elastyczny, 41 - wąż elastyczny, 42 - siłownik hamulca Mg, 43 - urządzenie centrujące, 44 - płoza hamulca Mg, 45 - poprzeczka, 46 - poprzeczka, 47 - wspornik zabieraka, 51 - skrzynka sterująca hamulca Mg, 52 - skrzynka przyłączeniowa hamulca Mg, 53 - skrzynka przyłączeniowa, 54 - poprzeczka, 55 - wyłącznik zaciskowa, 56 - wtyczka z kablem, 57 - zawór ugięciowy, 58 - wąż elastyczny

oraz wskaźnikami hamulca zwykle jest zabudowana na tzw. konterze hamulcowym (rys. 5), który jest montowany do ostoi wagonu po zainstalowaniu na nim wszystkich sterujących i kontrolnych urządzeń hamulca.

Dla modernizowanych i nowobudowanych wagonów towarowych stosuje się następujące układy hamulca:

- do ruchu S (rys. 6 i 7),
- do ruch SS/S (rys. 8),
- do ruch SS (rys. 9).

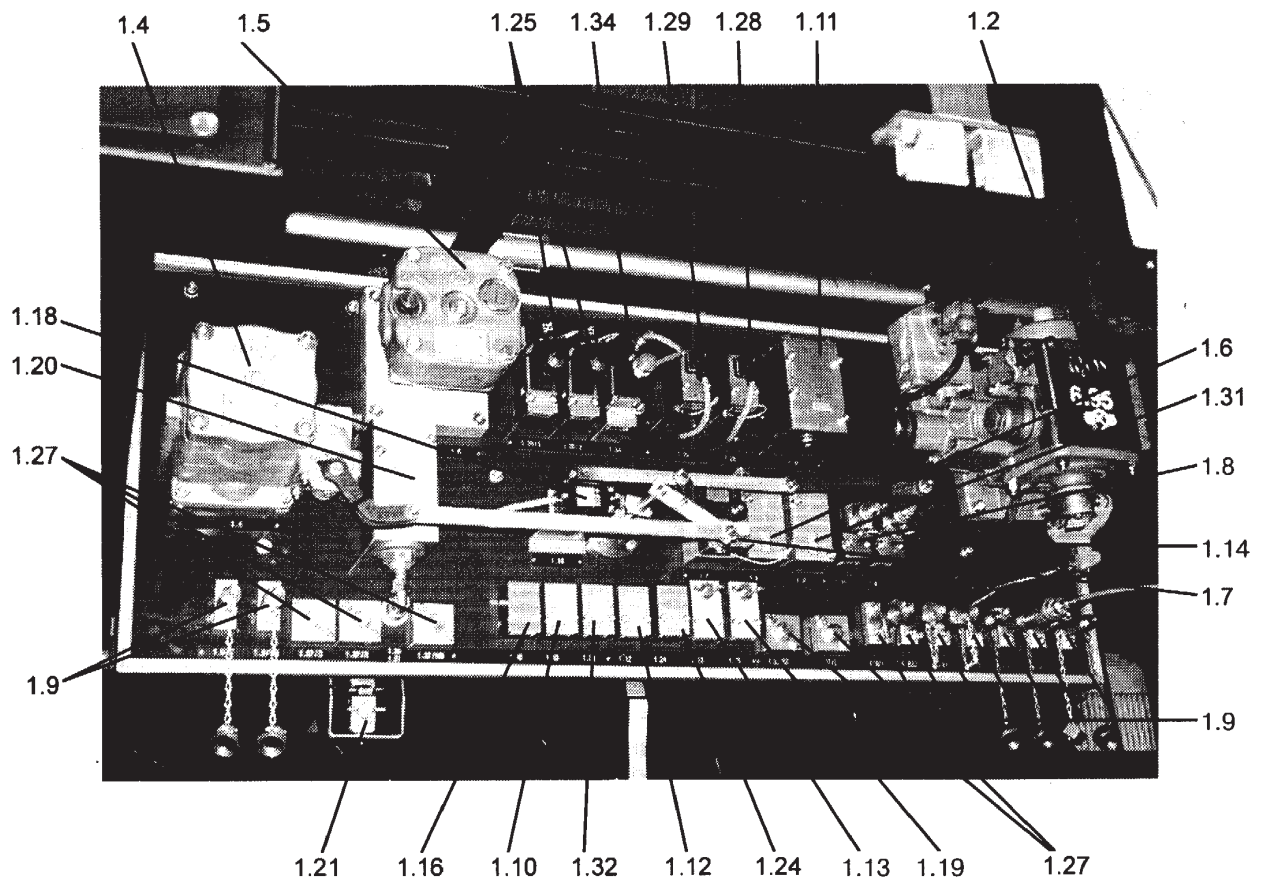
Należy jednak zauważyć, że układ hamulca według rysunku 8 może być dla wagonów dwuosioowych stosowany także do ruchu SS. Dla typowych układów hamulca na wagonach towarowych zawór rozrządczy zabudowany jest na wspólnym wsporniku z jednym lub dwoma przekładnikami ciśnienia. W układach z dwustopniowym przekładnikiem ciśnienia (rys. 6 i 7) skuteczność hamowania zmienia się skokowo wraz ze zmianą ciśnienia w cylindrze hamulcowym. Zmiana nastawienia „próżny”-„ładowny” następuje ręcznie za pomocą tablicy przestawczej (rys. 5) lub automatycznie, za pomocą zaworu ważącego (rys. 6).

W wagonach do ruchu SS lub SS/S ciśnienie w cylindrze hamulcowym regulowane jest przez przekładnik ciśnienia sterowany pneumatycznie przez zawór ważący. Zmiana ciśnienia w cylindrze

hamulcowym w zależności od obciążenia jest ciągła. Dla układów z jednym przekładnikiem i ciągłą regulacją ciśnienia (rys. 8) zawory ważące połączone są szeregowo, a do przekładnika ciśnienia podawane jest ciśnienie sterujące o wartości odpowiadającej mniej obciążonemu zaworowi ważącemu. Przy nierównomiernym obciążeniu ładunkiem zapobiega to blokowaniu kół zestawu kołowego. Dla układów z dwoma przekładnikami ciśnienia (rys. 9) ciśnienie w cylindrach hamulcowych regulowane jest indywidualnie w zależności od obciążenia poszczególnych zaworów ważących.

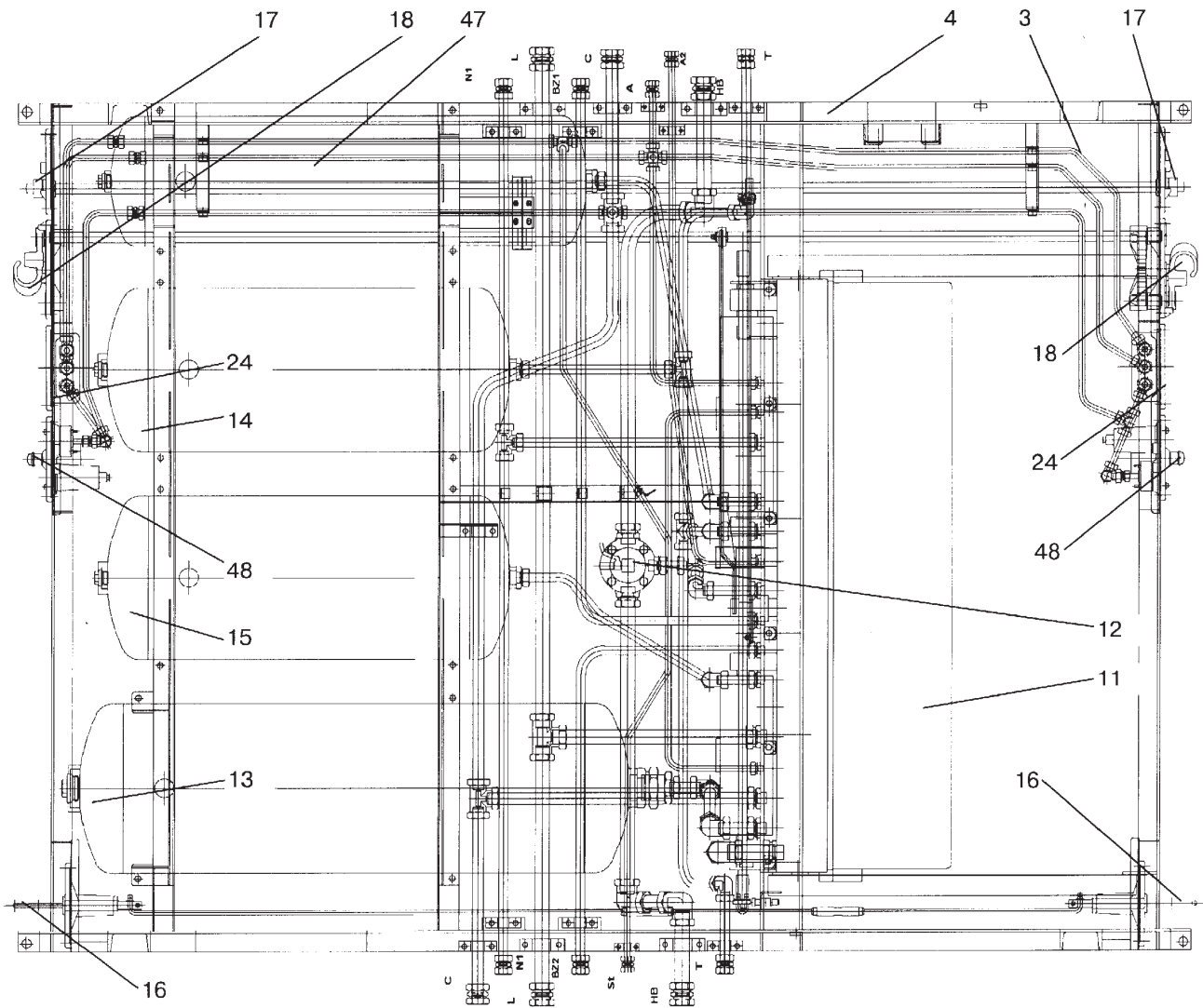
Wnioski

Przy budowie nowych i modernizacji wagonów należy w jak największym stopniu stosować typowe układy hamulca. Pozwala to na ich ujednoczenie i standaryzację aparatury hamulcowej oraz łatwiejszą obsługę, diagnostykę i naprawę. Jest to szczególnie ważne dla wagonów towarowych, ponieważ po przyjęciu przez członków UIC minimalnego programu badania hamulca i przeprowadzania prób urządzeniem zgodnym z wymaganiami karty UIC 579.03 możliwa będzie naprawa hamulca nie tylko przez właściciela, lecz także przez „Użytkujące kolejowe przedsiębiorstwo przewozowe”.



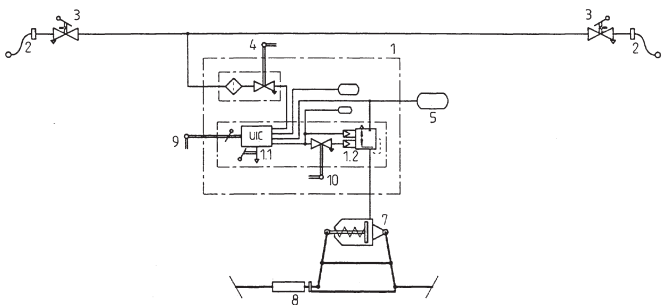
Rys. 4. Tablica sterująca wagonu osobowego

1.2 - zawór rozrządczy, 1.4 - przekładnik ciśnienia, 1.5 - przyspieszacz nagłego hamowania, 1.6 - zawór zwrotny, 1.7 - zawór odcinający z wyłącznikiem elektrycznym, 1.8 - reduktor ciśnienia, 1.9 - króciec kontrolny, 1.10 - zawór zwrotny, 1.11 - zawór hamulca bezpieczeństwa, 1.2 - zawór rozrządczy, 1.4 - przekładnik ciśnienia, 1.5 - przyspieszacz nagłego hamowania, 1.6 - zawór zwrotny, 1.7 - zawór odcinający z wyłącznikiem elektrycznym, 1.8 - reduktor ciśnienia, 1.9 - króciec kontrolny, 1.10 - zawór zwrotny, 1.11 - zawór hamulca bezpieczeństwa, 1.12 - zawór zwrotny, 1.13 - zawór odcinający, 1.14 - reduktor ciśnienia, 1.18 - wyłącznik elektryczny sygnalizacji nastawienia R+Mg, 1.19 - zawór odcinający, 1.20 - osadnik, 1.21 - zawór odcinający, 1.24 - podwójny zawór zwrotny, 1.25 - zawór elektromagnetyczny, 1.27 - śruba zamykająca, 1.28 - wyłącznik ciśnieniowy, 1.29 - czujnik hamulca nagłego, 1.31 - zawór zwrotny, 1.32 - zawór zwrotny, 1.34 - zawór elektromagnetyczny, 1.21 - zawór odcinający, 1.24 - podwójny zawór zwrotny



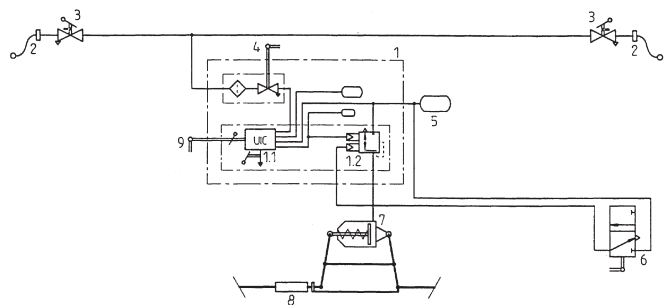
Rys. 5. Kontener hamulcowy

3 - przewody, 4 - rama kontenera, 11 - tablica sterująca, 12 - odwadniacz z filtrem, 13 - zbiornik powietrza, 14 - zbiornik powietrza, 15 - zbiornik powietrza, 16 - odłączniacz, 17 - wyłącznik hamulca, 18 - tablica przestawcza P-R-Mg, 24 - wskaźnik zahamowania, 47 - zbiornik powietrza, 48 - skrzynka kontrolna hamulca Mg



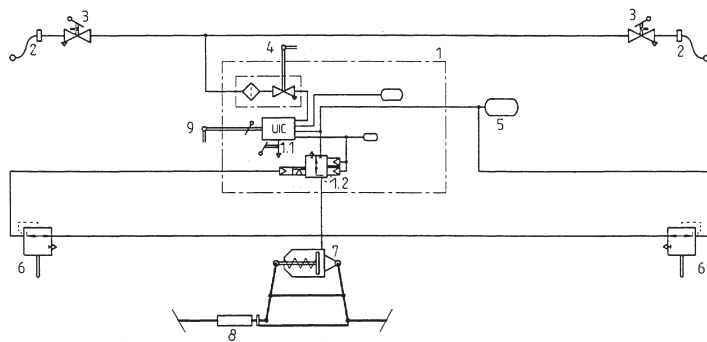
Rys. 6. Schemat układu hamulca wagonu towarowego do ruchu S z ręczną zmianą nastawienia „próżny”-„ładowny”

1 - zespół hamulcowy, 1.1 - zawór rozrządczy, 1.2 - dwustopniowy przekładnik ciśnienia, 2 - sprzęg hamulcowy, 3 - kurek końcowy, 4 - wyłącznik hamulca, 5 - zbiornik pomocniczy, 7 - cylinder hamulcowy, 8 - nastawiacz DRV, 9 - tablica przestawcza „towarowy-osobowy”, 10 - tablica przestawcza „próżny”-„ładowny”

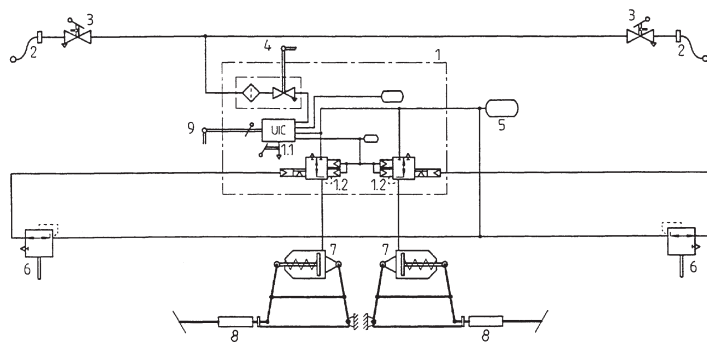


Rys. 7. Schemat układu hamulca wagonu towarowego do ruchu S z automatyczną zmianą nastawienia „próżny”-„ładowny”

1 - zespół hamulcowy, 1.1 - zawór rozrządczy, 1.2 - dwustopniowy przekładnik ciśnienia, 2 - sprzęg hamulcowy, 3 - kurek końcowy, 4 - wyłącznik hamulca, 5 - zbiornik pomocniczy, 6 - zawór ważący, 7 - cylinder hamulcowy, 8 - nastawiacz DRV, 9 - tablica przestawcza „towarowy-osobowy”



Rys. 8. Schemat układu hamulca wagonu towarowego do ruchu SS/S
 1 - zespół hamulcowy, 1.1 - zawór rozrządczy, 1.2 - bezstopniowy przekładnik ciśnienia, 2 - sprzęg hamulcowy, 3 - kurek końcowy, 4 - wyłącznik hamulca, 5 - zbiornik pomocniczy, 6 - zawór ważący, 7 - cylinder hamulcowy, 8 - nastawiacz DRV, 9 - tablica przestawcza „towarowy-osobowy”



Rys. 9. Schemat układu hamulca wagonu towarowego do ruchu SS
 1 - zespół hamulcowy, 1.1 - zawór rozrządczy, 1.2 - bezstopniowy przekładnik ciśnienia, 2 - sprzęg hamulcowy, 3 - kurek końcowy, 4 - wyłącznik hamulca, 5 - zbiornik pomocniczy, 6 - zawór ważący, 7 - cylinder hamulcowy, 8 - nastawiacz DRV, 9 - tablica przestawcza „towarowy-osobowy”

Literatura

- [1] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa. Wagon osobowy Z1. Tom 6 Urządzenia sprężonego powietrza. 1997.
- [2] Handbuch. Bremstechnische Begriffe und Werte. KNORR-BREMSE AG. 1990.
- [3] Bremssysteme für Güterwagen. KNORR-BREMSE GmbH. 2001.
- [4] Urządzenia hamulcowe do wagonów towarowych. SAB WABCO. 1998.
- [5] Karty UIC 543, UIC 544-1, UIC 541-04, UIC 541-1, UIC 542, UIC 546.

Autor

mgr inż. Romuald Lepkowski - starszy specjalista
 PKP CARGO S.A.
 Centralne Biuro Konstrukcyjne w Poznaniu

➤ Dokończenie ze s. 77

- [4] PN-EN 50122-2:2002 Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacyjne. Część 1: Środki ochrony przed oddziaływaniem prądów błądzących wywołanych przez trakcję elektryczną prądu stałego.
- [5] PN-EN 50123-5:2003 Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacyjne – Aparatura łączeniowa prądu stałego. Część 5: Ograniczniki przepięć i ograniczniki niskonapięciowe do specyficznego zastosowania w systemach prądu stałego.

Autor

mgr inż. Zygmunt Kulhawik
 PKP Energetyka Spółka z o.o.