

Janusz Fortuński, Andrzej Struk

Wymagania w stosunku do przekładników ciśnienia, przy zastosowaniu wstawek hamulcowych kompozytowych w wagonach towarowych do ruchu SS

49. posiedzenie generalnych dyrektorów zdecydowało, 16.12.1997 r. w Berlinie, z inicjatywy kolei CFF i DB, o podjęciu działań zmierzających do redukcji hałasu w torze kolejowym. Znaczącym źródłem hałasu są tutaj wagony towarowe, hamowane klockami żeliwnymi, które nadają dużą chropowatość powierzchniom toczyń kół, co staje się przyczyną zwiększonego poziomu wytwarzanego hałasu przy toczeniu.

UIC zrealizowało badania z materiałami tarciovymi do wprowadzenia wstawek hamulcowych z materiałów kompozytowych, do nowych konstrukcji wagonów – wstawki K i do istniejących konstrukcji wagonów jako zamiennie za wstawki żeliwne – wstawki LL, które pozwoliły obniżyć hałas toczenia o około 10 dB. Dla zapewnienia właściwej eksploatacji kół hamowanych wstawkami kompozytowymi w wagonach do ruchu SS zastosowano nowy rodzaj „przekładnika” z tzw. krzywą załamania.

Uwarunkowania z tytułu ochrony środowiska, ekonomiczne i techniczne wymagania dla wstawek kompozytowych (K i LL)

Walka z hałasem w kolejnictwie odgrywa coraz większą rolę, a obecnie wymuszana jest dyrektywami unijnymi. Znaczącym źródłem hałasu są wagony towarowe, hamowane klockami żeliwnymi, które nadają dużą chropowatość powierzchniom toczyń kół. Ta chropowatość staje się przyczyną zwiększonego poziomu wytwarzanego hałasu przy toczeniu. Redukcja hałasu u jego źródła staje się podstawowym zadaniem, aby jednak uzyskać skuteczność należy zdecydować się na możliwie szybką i zdecydowaną przebudowę wagonów. Wstawki hamulcowe z żeliwa uznawane są za główną przyczynę wytwarzania chropowatej powierzchni toczyń kół.

Wysokie koszty obecnie nie pozwalają na zastosowanie znanego już hamulca tarczowego, jedynym więc akceptowalnym rozwiązaniem jest zastosowanie w wagonach towarowych wstawek z materiałów kompozytowych (wstawki K i LL). Główną zaletą tego materiału jest jego powolne zużywanie się, które, pomimo wysokiej ceny pozwala na 3–5-krotne wydłużenie okresu pracy wstawek. Wadą wstawek K i LL jest duża zależność ich właściwości ciernych od warunków zewnętrznych, szczególnie wody i śniegu w obszarze tarcia, w porównaniu ze wstawkami żeliwnymi. Przy wstawkach K najważniejszym problemem jest przebudowa układów hamulcowych wagonów z racji wyższego niż w przypadku żeliwa współczynnika tarcia. Dlatego, ze względu na koszty,

wstawki K można zastosować w zasadzie tylko do wagonów nowo budowanych. Wstawki kompozytowe typu LL, o porównywalnym do wstawek żeliwnych współczynniku tarcia, mogą zastępować wstawki żeliwne, bez konieczności przebudowy układu mechanicznego hamulca.

Mniejsza przewodność cieplna wstawek K i LL jest także powodem zwiększenia strumienia ciepłego odprowadzanego przez kółko. Problem polega na tym, że powstające mikropęknięcia termiczne na powierzchni toczyń kół nie są likwidowane, tak jak w przypadku stosowania wstawek żeliwnych, przez co musi być prowadzony dokładny nadzór dla kontroli ewentualnego niekorzystnego rozwoju nadpęknięć termicznych. Do zabezpieczenia kół przed przeciążeniem cieplnym przy zastosowaniu wstawek kompozytowych należy stosować w wagonach do ruchu SS przekładniki ciśnienia z tzw. krzywą załamania.

Dokumenty UIC dotyczące zastosowania wstawek kompozytowych K i LL

Wytyczne konstrukcyjne zastosowania wstawek kompozytowych typu K

wydanie 3 obowiązujące od 15.05.2006 r.

Część I – Konstrukcja i projektowanie wagonów z wstawkami hamulcowymi typu K

Część II – Eksploatacja hamulców, nadzorowanie i utrzymanie

Technicznie dopuszczalne pola stosowania (wartości graniczne) wstawek hamulcowych wykonanych z materiałów kompozytowych (V-BKS (K)) zostały określone następującymi wielkościami:

- $v_{\max} = 120$ km/h;
- minimalny nacisk na oś – według karty UIC 530-2;
- maksymalny nacisk na oś – 22,5 t (hamulec S) lub 20 t (hamulec SS);
- kształt wstawki hamulcowej Bg lub Bgu, zgodnie z normą UIC;
- zakres stosowania – wszystkie linie kolejowe UIC o nachyleniu nie większym niż 40‰.

Wytyczne konstrukcyjne zastosowania wstawek kompozytowych typu LL

wydanie 3 obowiązujące od 21.06.2006 r.

Część I – Koncepcja wagonów

z wstawkami hamulcowymi typu LL

Część II – Eksploatacja hamulców, nadzorowanie i utrzymanie

Dopuszczalny techniczny zakres zastosowania (wartość referencyjna) wstawek kompozytowych LL określono dla $v_{\max} = 120$ km/h,

masy przypadającej na oś 18 t, $v_{max} = 100 \text{ km/h} - 22,5 \text{ t}$, oprawy wstawek hamulcowych zgodnej z UIC 542 i dla dziedziny zastosowania obejmującej wszystkie linie sieci kolejowej UIC aż do maksymalnego pochylenia 40‰.

Karta UIC 541-04 Przepisy dotyczące budowy części hamulca. Samoczynna zmiana skuteczności hamowania w zależności od obciążenia ładunkiem i samoczynne urządzenie przestawcze „próżny – ładowny”

Karta UIC 541-04 wymaga, aby w wagonach towarowych do ruchu SS ze wstawkami hamulcowymi z tworzywa sztucznego stosować zmodyfikowane kombinacje przekładników ciśnienia. Może to być przekładnik z dotychczasowym zaworem uzupełniającym lub przekładnik z urządzeniem dodatkowym.

Charakterystyka tej kombinacji zaworów powinna w zakresie niewielkich hamowań służbowych (ciśnienie w przewodzie głównym $p_{PG} = 4,6-4,2 \text{ bar}$) zmniejszać siłę hamowania wagonu w ruchu SS do poziomu wagonu w ruchu S.

W zakresie większych hamowań służbowych (ciśnienie w przewodzie głównym $p_{PG} = 4,2-3,8 \text{ bar}$) poziom siły hamowania powinien ponownie w sposób ciągły się zwiększać, aby następnie w zakresie hamowania pełnego i nagłego znowu uzyskać pełną siłę hamowania.

Zastosowanie tej kombinacji zaworów służy ochronie kół przed przegrzaniem, szczególnie podczas pokonywania dłuższych spadków.

Kombinacje przekładników z funkcją załamania do wagonów SS

■ Do zmniejszenia siły hamowania w zakresie niewielkich hamowań służbowych dopuszczalne jest stosowanie przekładnika ciśnienia w połączeniu z pośrednim zaworem uzupełniającym (zawór załamujący), lecz również przekładnika ciśnienia z urządzeniem dodatkowym.

■ Do takiej kombinacji konieczne jest międzynarodowe dopuszczenie. Jeśli w kombinacji zaworów zastosowano już dopuszczony do stosowania międzynarodowego układ samoczynnej ciągłej zmiany siły hamowania i tylko rozszerzono go o funkcję załamania, to jako próby dopuszczające wystarczają próby uzupełniające.

■ Do wykazania zmniejszenia siły hamowania należy z przekładnikiem do ruchu SS przeprowadzić następującą serię prób:

1) bez podłączonego zaworu załamania lub bez czynnej funkcji załamania należy określić charakterystykę $c = f(p_{PG})$ aż do c_{max} (c oznacza ciśnienie w cylindrze hamulcowym, p_{PG} w przewodzie głównym), przy czym należy wykonać hamowania z następującymi ciśnieniami w przewodzie głównym $5 \rightarrow 4,6 \rightarrow 4,2 \rightarrow 3,8 \rightarrow 3,5 \rightarrow 0 \text{ bar}$:

a) przy 18 t/oś (co odpowiada ciśnieniu z zaworu ważącego T około 3,3 bar przy zaworze ważącym typu 1 aż do $c_{max} = 3,8 \text{ bar}$;

b) przy 14,5 t/oś (T około 2,6 bar, typ 1);

c) przy 10 t/oś (T około 1,7 bar, typ 1);

2) z podłączonym zaworem załamania lub z włączoną funkcją załamania należy określić charakterystykę $c = f(p_{PG})$ aż do c_{max} , przy czym należy wykonać hamowania z następującymi ciśnieniami w przewodzie głównym: $5 \rightarrow 4,6 \rightarrow 4,2 \rightarrow 3,8 \rightarrow 3,5 \rightarrow 0 \text{ bar}$:

a) przy 18 t/oś (T około 3,3 bar, typ 1) aż do c_{max} ;

b) przy 10 t/oś (T około 1,7 bar, typ 1).

Warunek dopuszczenia

Należy zbadać czy:

a) charakterystyka 2a) w zakresie niewielkich hamowań służbowych ($p_{PG} 4,6-4,2$) przebiega wyraźnie poniżej poziomu charakterystyki 1a);

b) charakterystyka 2a) w zakresie niewielkich hamowań służbowych ($p_{PG} 4,6-4,2$) przeważająco przebiega na poziomie charakterystyki wagonu z 14,5 t/oś (charakterystyka 1b); dopuszczalna jest tolerancja $+0,1/-0,2 \text{ bar}$;

c) charakterystyka 2a) w zakresie większych hamowań służbowych ($p_{PG} 4,2-3,8$) w sposób ciągły (bez skoków) zbliża się do charakterystyki 1a);

d) charakterystyka 2a) w zakresie $p_{PG} 3,8-3,5 \text{ bar}$ pokrywa się z charakterystyką wagonu SS (charakterystyka 1a); dopuszczalna jest tolerancja $\pm 0,1 \text{ bar}$;

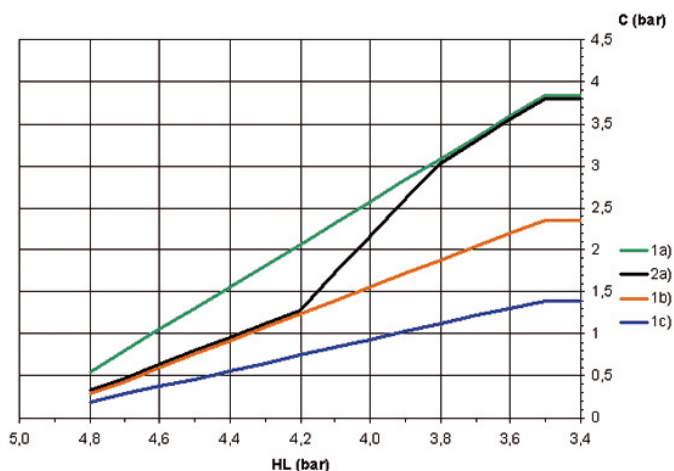
e) charakterystyki 1c) i 2b) przebiegają identycznie i nie podlegają wpływowi funkcji załamania; dopuszczalna jest tolerancja $\pm 0,1 \text{ bar}$.

Masa hamująca i opis masy hamującej na wagonie nie zmieniają się przez zastosowanie wymienionej kombinacji, ponieważ redukcja siły hamowania następuje tylko w zakresie hamowań służbowych.

Charakterystyka teoretyczna

Pole charakterystyki pokazuje pozbawione wpływu (C') i ciśnienie C (z wpływem) w zależności od załadowania i ciśnienia w głównym przewodzie hamulcowym (rys. 1). Wychodząc od regularnego ciśnienia roboczego powinno ono wynosić 5 bar. Charakterystyki zależne są jednak jedynie od obniżenia ciśnienia PG. Dlatego zawór z załamaną charakterystyką może równie dobrze pracować przy regularnych ciśnieniach roboczych od 4 do 6 bar, np. byłoby osiągnięte pełne hamowanie, przy 6 bar regularnego ciśnienia roboczego, przy 4,5 bar PG.

Wyidealizowana charakterystyka zaworu z załamaną charakterystyką jest krzywa 2a). Krzywa 1a) pokazuje pozbawione wpływu



Rys. 1. Charakterystyka teoretyczna $C = f(PG)$

1a) - charakterystyka pozbawiona wpływu przy pełnym załadunku - ciśnienie C' z przekładnika; 1b) - charakterystyka przy średnim załadunku (14,5 t nacisku na zestaw kołowy), między 5 i 4,2 bar równoczesne charakterystyki pozbawione i nie pozbawione wpływu; 1c) - charakterystyka w próżnym lub nisko załadowanym stanie, w tym zakresie zawór z załamaną charakterystyką nie działa; 2a) - charakterystyka zaworu z załamaną charakterystyką przy pełnym załadunku

ciśnienie C' . Odcinki krzywej poniżej krzywej 2a) ustawiają się, jeżeli zawór z załamaną charakterystyką nie działa.

Ciśnienia powyżej krzywej 2a) nie przepływają do cylindra hamulcowego.

W zależności od obciążenia, na cylindrze hamulcowym ustawa się każdorazowo niższe ciśnienie z charakterystyki 2a) i charakterystyk pozbawionych wpływu jak 1b) i 1c).

Aneks D karty 541-04

Tabela 1

Aparaty hamulca z automatyczną zmianą hamowności w funkcji ładunku z funkcją załamania do ruchu międzynarodowego

Konstruktor	Typ zaworu (przekładnika) z charakterystyką załamaną	Homologowane		
		z zaworem rozrządczym	z przekładnikiem pneumatycznym	od dnia
Knorr - hamulec	KKV-1_	KE_*	RLV11d_	01.07.2004
DAKO	DLV3	CV1D, CV1nD	DAKO DSS	01.07.2004
Faiveley	SW-CI	C3W, SW4, SW4-C lub SW4/3	VCAV	01.04.2006

* Zawór rozrządczy homologowany według karty UIC 543, aneks E1 i E2.

Karta UIC 541-4 Hamulec. Wstawki klocka z materiałów syntetycznych o wysokim współczynniku tarcia do ruchu międzynarodowego

Tabela 2

Wstawki kompozytowe dopuszczone do ruchu międzynarodowego – nowa homologacja

Producent	Oznaczenie	Typ	Zastosowanie		Homologacja	
			1×Bg, 1×Bgu	2×Bg, 2×Bgu	data	termin
CoFren (Rutgers RAIL)	C 810	K	×	22,5 t	10.2003	10.2013
Honeywell	Jurid 816 M	K	×	22,5 t	07.2005	01.2007/2015
Becorit	Becorit 929-1SG	K	×	22,5 t	07.2005	01.2007

Karta UIC 543 Hamulec. Przepisy dotyczące wyposażenia i użytkowania pojazdów

Następujące uzupełnienia do karty UIC 543 będą opublikowane jako 13 edycja tej karty.

2.1. Przepisy dotyczące przekładnika z tzw. krzywą załamania. Wprowadza się zapis zmodyfikowany następująco w punkcie 1.3.5.

1.3.5 – Wagony towarowe, noszące oznaczenie SS, muszą być wyposażone w hamulec z automatyczną zmianą hamowności w funkcji obciążenia odpowiadający punktowi 2.1 karty UIC 541-04 i dostarczający według przepisów ogólnych $\lambda = 100\%$ do granicy obciążenia SS.

Wstawki kompozytowe homologowane przed 01.01.1996

Producent	Oznaczenie	Typ	Zastosowanie	W eksploatacji	Data homologacji
Valeo/Hersot, Wabco/Cobra	693, W554	K	Wagony osob./tow. i lokomotywy	SNCF	01.02.1984*
Valeo/Hersot, Wabco/Cobra	693, W554	K	Wagon kieszeniowy, lokomotywy	SNCB	01.02.1984*
Wabco/Cobra	W 392	K	Wagon kieszeniowy	OBB	01.02.1984*
Ferodo	I/B	K	Wagon kieszeniowy	FS	01.04.1989*
AbeX	229	K (Fe-spiek)	Wózki typ Y31 C1, typ Y33 A	SNCF	01.03.1992, 31.12.2004
Mintex DON	TBL 804	K	Wagony osob./tow. zespoły trakcyjne lokomotywy	BR	01.01.1994*
Jurid	738	K (Fe-spiek)	Wózek Y 31 C	OBB	01.03.1995, 31.12.2004

* Homologacja upływa po 5 latach po wejściu w życie trzeciej edycji karty 541-4. Po tej dacie, przedłużenie homologacji (dodatkowa homologacja) może być wydana na podstawie wniosku.

Ograniczenie $\lambda = 90\%$ dla obciążenia na os 20 t stosuje się tylko do wagonów hamowanych tylko wstawkami hamulcowymi. Dla hamulców, których moc hamowania jest wyższa, jest konieczne przewidzieć wyposażenie dodatkowe (szczególne). W konstrukcjach nowych wagonów, wyposażonych w hamulce ze wstawkami kompozytowymi, jest obowiązkowe ich wyposażenie w kombinacji z przekładnikami zmodyfikowanymi – przekładnikami z krzywą załamania.

Karta UIC 543 Hamulec, cechy i oznaczenia

Uzupełnienia – modyfikacje karty będą opublikowane jako ósma edycja tej karty.

3.1. Opisy dla wstawek kompozytowych

Przyjęcie modyfikacji karty UIC 541-4 Wstawki kompozytowe, 3a edycja, wymaga opisu rodzaju zamontowanych wstawek hamulcowych.

3.1.1 W karcie UIC 545, 3a edycja w punkcie szóstym dotychczasowy tekst zastępuje się następującym nowym tekstem:

„pojazdy wyposażone we wstawki kompozytowe otrzymują oznakowanie – znak (oznaczenie) charakterystyczne (wyróżniające), umieszczone zgodnie z dyspozycjami Aneksu F – strona 28”.

3.1.2 W karcie UIC 545, 3a edycja, Aneks F.

Aktualny Aneks F „Oznaczenie wskazujące wstawki kompozytowe” jest całkowicie usunięty i zastąpiony przez nowy załącznik F.

Aneks 2 do „Wytycznych zastosowania wstawek kompozytowych (K) – 3 edycja. Zastosowanie wstawek kompozytowych z materiałów kompozytowych. Katalog uszkodzeń

Prezentacja uszkodzeń oraz komentarze zawarte w niniejszym dokumencie mają na celu umożliwienie:

- poprawnej identyfikacji uszkodzeń mogących pojawić się w eksploatacji,
- rejestracji tych uszkodzeń w funkcji wybranego celu,
- podjęcie decyzji dotyczących uruchomienia określonych działań do zapewnienia ekonomicznej eksploatacji wstawek hamulcowych z materiałów kompozytowych w wagonach.

Nadzór kontrolny rozwoju uszkodzeń powinien umożliwić konstruktywną ocenę koncepcji wstawek oraz właściwości materiałów ciernych, dostarczyć dowodów ich przydatności w eksploatacji i uwidocznili potencjalne potrzeby stosowania zabiegów do optymalizacji rozwiązań.

Do oceny wstawek z materiałów kompozytowych niniejszy katalog uszkodzeń oparty jest o kryteria odpowiadające ocenie eksploatacyjnej, znajdujące się w :

- RIV 2000, § 28 lub w jego załącznikach Aneks XII, załącznik 1, nr 3.2.2;

Tabela 3

■ GCU/CUU/AW (EN, FR i D) – Ogólna Umowa o Użytkowaniu Wagonów (OUU, zastępująca RIV), Aneks 9, załącznik 1, nr 3.2.2 lub Aneks 10, rozdział A, nr 3.8.

W zasadzie pozostają nadal ważne kryteria, ustalone przez zarządy kolejowe, dotyczące oceny zachowania się zestawów kołowych i wstawek hamulcowych (na DB, przepisy krajowe: Ril 936 1311 *Wagen und Ladungen im Betrieb technisch behandeln* – techniczna obsługa wagonów i ładunków w eksploatacji – wymagania dokumentu DS 984 26).

Przekładnik z charakterystyką załamana do automatycznego hamowania w funkcji obciążenia Zastosowanie

Wagony towarowe z układem hamulcowym SS mają hamowanie o większej skuteczności niż S. Jeżeli w jednym pociągu zestawione zostaną razem oba typy pojazdów, będzie to prowadziło do tego, że wagony SS przejmują nieproporcjonalnie wiele mocy hamowania, co przy długotrwałych jazdach po spadkach doprowadzi do zwiększonego obciążenia termicznego obręczy kół.

Zawór z załamana charakterystyką (obecnie znane i dopuszczone KKV i DLV3 SW-CI) umożliwi usunięcie tej wady, bez pomniejszenia mocy hamowania przy hamowaniu pełnym.

W dalszym ciągu znajdują zastosowanie następujące skróty:

- PG – ciśnienie w głównym przewodzie hamulcowym,
- Cv – wstępne ciśnienie sterowania,
- C' – ciśnienie cylindra hamulcowego pozbawione wpływu,
- C – ciśnienie w cylindrze hamulcowym,
- ZP(R) – ciśnienie w zbiorniku pomocniczym,
- T – ciśnienie sterujące zależne od obciążenia.

Zadania zaworu z załamana charakterystyką

Zadanie przekładnika z załamana charakterystyką polega na zmniejszeniu ciśnienia w cylindrze hamulcowym – jedynie przy wagonach SS obciążonych (załadowanych) i wyłącznie przy hamowaniu służbowym niskiego stopnia.

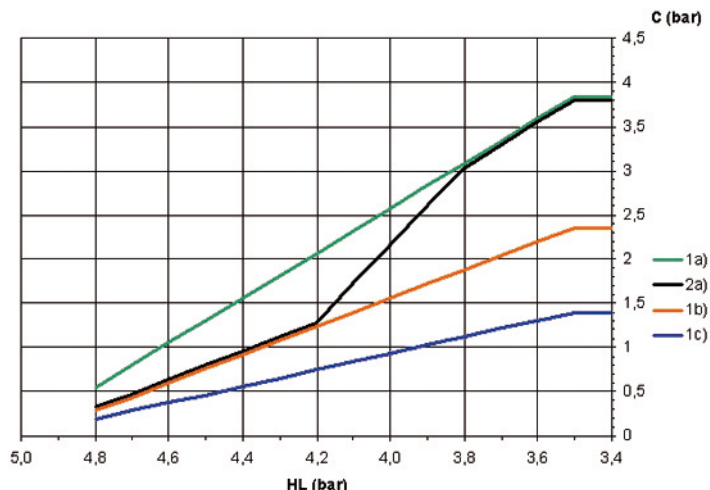
U podstaw tego leży przekonanie, że do samych hamowań długotrwałych, na najbardziej stromych spadkach kolei normalnotorowej, z reguły wystarczające jest obniżenie ciśnienia w głównym przewodzie hamulcowym o 0,8 bar (przy mocniejszych hamowaniach dochodzi do zatrzymania pociągu).

Skuteczność tej zasady została dowiedziona przez jazdy próbne. Dodatkowo temperatury szczytowe obręczy kół zostały obniżone o 150° (w porównaniu do wagonu bez zaworu z załamana charakterystyką).

Charakterystyka teoretyczna

Pole charakterystyki pokazuje pozbawione wpływu (C') i ciśnienie C (z wpływem) w zależności od załadunku i od ciśnienia w głównym przewodzie hamulcowym. Wychodząc od regularnego ciśnienia roboczego winno ono wynosić 5 bar. Charakterystyki zależne są jednak jedynie od obniżenia ciśnienia PG. Dlatego zawór z załamana charakterystyką może równie dobrze pracować przy regularnych ciśnieniach roboczych od 4 do 6 bar, np. byłoby osiągnięte pełne hamowanie, przy 6 bar regularnego ciśnienia roboczego, przy 4,5 bar PG.

Wyidealizowana charakterystyka zaworu z załamana charakterystyką jest krzywa 2a) na rysunku 2. Krzywa 1a) pokazuje pozbawione wpływu ciśnienie C'. Odcinki krzywej poniżej krzywej 2a) ustawiają się, jeżeli zawór z załamana charakterystyką nie działa.



Rys. 2. Charakterystyka teoretyczna $C = f(PG)$

1a) - charakterystyka pozbawiona wpływu przy pełnym załadunku – ciśnienie C' z przekładnika; 1b) - charakterystyka przy średnim załadunku (14,5 t nacisku na zestaw kołowy), między 5 i 4,2 bar równoczesne charakterystyki pozbawione i nie pozbawione wpływu; 1c) - charakterystyka w próżnym lub nisko załadowanym stanie, w tym zakresie zawór z załamana charakterystyką nie działa; 2a) - charakterystyka zaworu z załamana charakterystyką przy pełnym załadunku

Ciśnienia powyżej krzywej 2a) nie przepływają do cylindra hamulcowego.

W zależności od obciążenia, na cylindrze hamulcowym ustawa się każdorazowo niższe ciśnienie z charakterystyki 2a) i charakterystyk pozbawionych wpływu jak 1b) i 1c).

Przekładniki ciśnienia z krzywą załamania

Obecnie do ruchu międzynarodowego homologowane przez Podkomisję UIC 5 „Hamulec i Układy Biegowe” są trzy przekładniki ciśnienia; z krzywą załamania:

- przekładnik KKV + RLV11d firmy Knorr-Bremse,
- przekładnik DLV3 + DAKO DSS firmy DAKO,
- przekładnik SW-CI + VCAV firmy Faiveley.

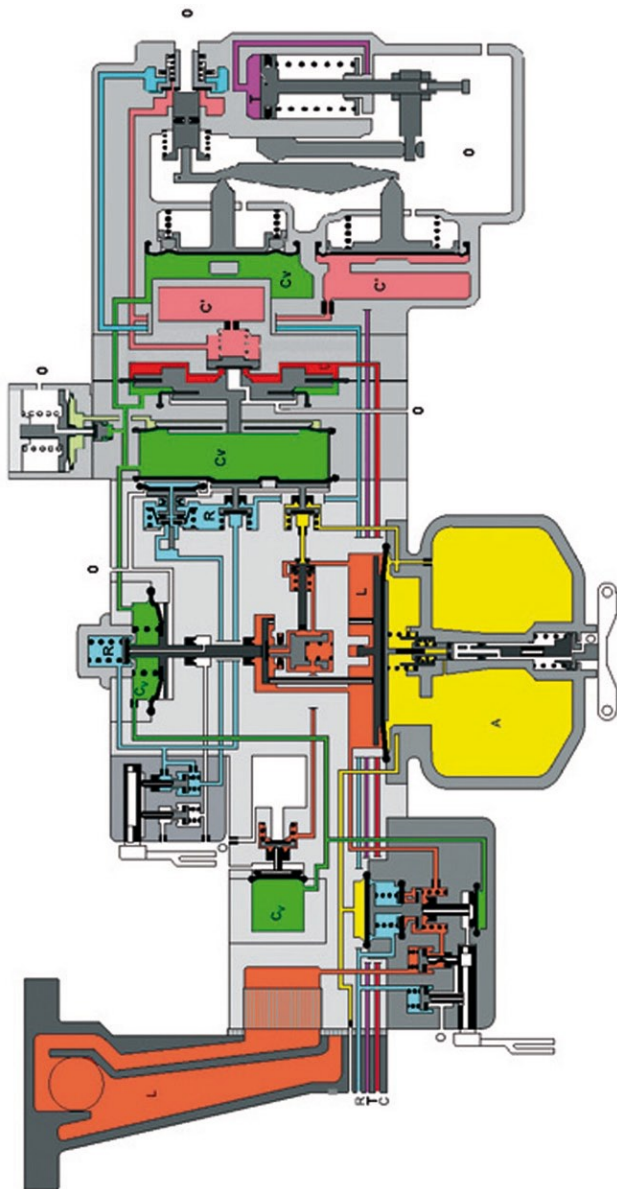
Zasada działania wymienionych przekładników jest taka sama, natomiast różnica występuje jedynie w formie ich budowy i jego zabudowy.

Dodatkowo budowa przekładnika KKV daje możliwość montowania zespołu hamulcowego kompaktowego. Wobec tego zostanie opisana zasada działania przekładnika na przykładzie przekładnika KKV.

Działania przekładnika z krzywą załamana na przykładzie przekładnika KKV firmy Knorr-Bremse

Zawór z załamana charakterystyką jest montowany między zaworem podstawowym KE i przekładnikiem (schemat 1 RLV) lub między przekładnikiem i jego wspornikiem. Ma on dwie wielkości, Cv – ciśnienie zaworu rozrządczego, i ciśnienie C z przekładnika, z jeszcze pozbawioną wpływu charakterystyką, opisane w dalszej części jako C'.

Ciśnienie R (ZP) i ciśnienie T nie są wykorzystane w zaworze z załamana charakterystyką i przechodzą jedynie na przelot do przekładnika. Również ciśnienie Cv jest doprowadzone do przekładnika.



Rys. 3. Schemat przekładnika z krzywą załamaną na przykładzie przekładnika KKV

Zawór z załamaną charakterystyką ma tłok podziału ciśnienia 1 z zaworem wlotowym 2 i zaworem upustowym 3, tłok hamowania wtórnego 4, jak również reduktor ciśnienia 5.

Reduktor 5 jest ustawiony na ciśnienie około 2 bar co odpowiada hamowaniu stopniowemu przy ciśnieniu w PG 4,2 bar.

Tłok podziału ciśnienia 1 służy do zmniejszenia ciśnienia w cylindrze hamulcowym przy małych stopniach hamowania. Razem z zaworem wlotowym i upustowym 2, 3 tworzy on przekładnik o stosunku przełożenia 2:3. Jako źródło zasilania, na zaworze wlotowym 2 zastosowane jest ciśnienie C' z przekładnika. Na tłoku podziału ciśnienia 1 działa z lewej strony ciśnienie C_v na powierzchni pierścieniowej, z prawej strony ciśnienie C na całej powierzchni tłoka. Otwiera on zawór wlotowy lub upustowy, dopóki nie powstanie równowaga sił na tłoku. Jeżeli jednak wymagane ciśnienie C jest większe niż ciśnienie zasilania C' , wtedy zawór wlotowy 2 pozostaje otwarty i ciśnienie C' wpływa bez zakłóceń do cylindra hamulcowego.

Tłok hamowania wtórnego 4 służy do stopniowego zmniejszania obniżania ciśnienia przy wyższych stopniach hamowania. Jest on obciążony z lewej, ciśnieniem C_v a z prawej, ciśnieniem z zaworu redukcyjnego.

Zawór redukcyjny 5 ustawiony jest na ciśnienie ok. 2 bar, co odpowiada stopniowi hamowania dla $PG = 4,2$ bar.

Proces hamowania i luzowania

1. Pojazd w pełni załadowany, $PG > 4,2$ bar

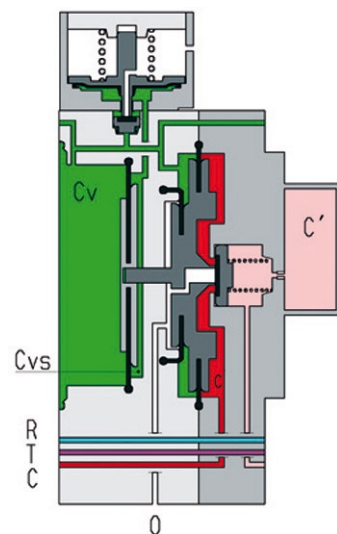
Przy zastosowaniu jednego z niskich stopni hamowania ($PG > 4,2$ bar) ciśnienie C_v dochodzi od zaworu rozrządczego do zaworu z załamaną charakterystyką i także do zaworu redukcyjnego 5, na lewą stronę tłoka hamowania wtórnego 4, i na wewnętrznej powierzchni pierścieniowej tłoka podziału ciśnienia 1.

Zawór redukcyjny 5 jest ustawiony na ciśnienie ok. 2 bar, aby przy częściowym hamowaniu pozostał otwarty, a ciśnienie C_v dociera w sposób swobodny na prawą stronę tłoka hamowania wtórnego 4. Panuje tym samym nad równowagą sił i nie może wywierać żadnej siły na tłok podziału ciśnienia.

Tłok podziału ciśnienia 1 poprzez siłę, którą ciśnienie C_v wywiera lewostronnie na powierzchnię pierścienia, otwiera zawór wlotowy 2, i pozwala swobodnemu ciśnieniu C' przejść w kierunku cylindra hamulcowego jako ciśnienie C . Ciśnienie C oddziałuje jednocześnie na prawą powierzchnię tłoka, która jest większa niż lewa.

Przy osiągnięciu równowagi sił zamyka się zawór wlotowy 2, przy czym zmniejszone ciśnienie C zostanie osiągnięte odpowiednio do stosunku powierzchni.

Przy zmniejszeniu ciśnienia C_v poprzez powiększenie ciśnienia PG , tłok podziału ciśnienia 1 porusza się w lewo i otwiera zawór upustowy 3. Ciśnienie C zostaje odpowiednio obniżone.



Rys. 4. Schemat działania przekładnika KKV z krzywą załamaną (pojazd w pełni załadowany, $PG > 4,2$ bar)

2. Pojazd w pełni załadowany 4,2 bar $> PG > 3,8$ bar

Jeżeli ciśnienie PG mniejsze jest niż 4,2 bar, wtedy ciśnienie C_v jest większe niż punkt zamknięcia zaworu redukcyjnego 5. W następstwie tego ciśnienie z lewej strony tłoka hamowania wtórnego 4 jest większe niż z prawej, i wywiera on siłę na tłok podziału ciśnienia 1. Przez to charakterystyka otrzymuje załamanie i ciś-

nienie C zbliża się ponownie do charakterystyki pozbawionej wpływu.

3. Pojazd w pełni załadowany, $PG < 3,8$ bar

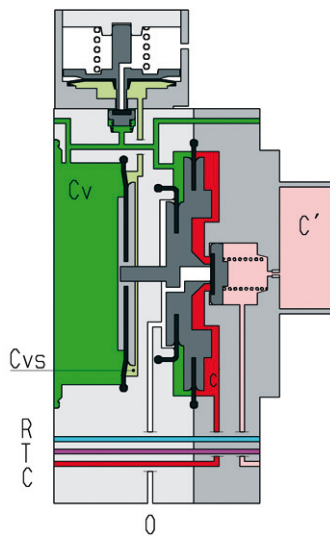
W tym położeniu, w pobliżu hamowania pełnego, zależności sił na obu, wspólnie działających tłokach są takie, że ciśnienie zostanie ustawione na większe niż pozbawione wpływu ciśnienie C' . Jednak z uwagi na to, że na zaworze wlotowym 2, jako ciśnienie zasilania, pozostaje do dyspozycji jedynie pozbawione wpływu ciśnienie C' , również i ono nie zostanie przekroczone. Dlatego siły z lewej przeważają i zawór wlotowy 2 pozostaje w pełni otwarty. Zawór z załamaną charakterystyką nie ma już teraz żadnego wpływu na charakterystykę.

4. Pusty lub nisko załadowany pojazd

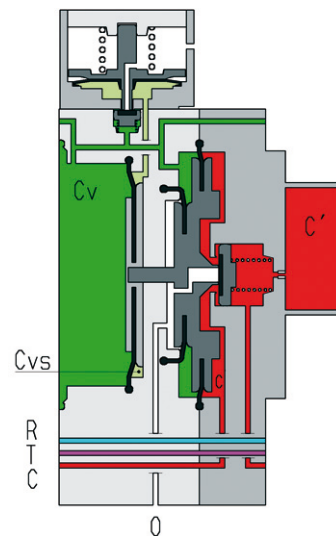
Schemat jak na rysunku 6. Charakterystyka zaworu ze załamaną charakterystyką jest teoretycznie niezależna od obciążenia. Na podstawie opisanych zależności sił próbuje on zawsze osiągnąć charakterystykę w pełni załadowanego pojazdu. Dlatego, że jako ciśnienie zasilania na zaworze wlotowym 2 pozostaje do dyspozycji jedynie ciśnienie C' z przekładnika, nie jest to jednak możliwe. Siły po lewej stronie (dominują) wpływają ponownie na system tłokowy i zawór wlotowy 2 pozostaje otwarty. Zawór z załamaną charakterystyką nie ma tym samym żadnego wpływu na charakterystykę.

Podsumowanie

Obecnie w rozwoju wstawek kompozytowych typu K wystąpiło nowe wyzwanie, spowodowane stwierdzeniem na niektórych kolejach (SNCF i MAV), że na ich liniach, na których eksploatowane są pociągi z tymi wstawkami, występują zakłócenia w układach przytorowych. Spowodowało to konieczność opracowania nowego dodatkowego programu badawczego, pozwalającego na określenie wpływu tych wstawek na bocznikowanie (zakłócenia) tych obwodów elektrycznych.



Rys. 5. Schemat działania przekładnika KKV z krzywą załamaną (pojazd w pełni załadowany, 4,2 bar > $PG > 3,8$ bar)



Rys. 6. Schemat działania przekładnika KKV z krzywą załamaną (pojazd w pełni załadowany, $PG < 3,8$ bar)

Zaznaczył się ponadto znaczny postęp w rozwoju prac nad wstawkami kompozytowymi typu LL. Wstawki te pozwalają na dokonanie zamiany wstawek żeliwnych na wstawki LL w wagonie, bez przebudowy układu hamulcowego wagonu. Również trwają prace nad wprowadzeniem wstawek kompozytowych typu L do wagonów z układem hamulcowym mieszanym, tarczowym i kłocowym.

□

mgr inż. Janusz Fortuński
mgr inż. Andrzej Struk
PKP CARGO S.A.

➤ Dokończenie ze s. 84

- zwarta budowa (mała przestrzeń zabudowy),
- pewność działania,
- mała liczba przegubów (połączeń sworzeń-tulejka ulegających zużyciu),
- mniejsza emisja hałasu (mniej elementów układu i zastosowanie przegubów gumowo-metalowych),
- nie wymaga regulacji i obsługi w czasie eksploatacji.

Wnioski

Dążenie do redukcji hałasu i masy własnej wagonów towarowych sprawia, że tradycyjne wstawki żeliwne będą w Europie zanikać. Jednak pochłanianie energii hamowania przez koło wyposażone w odpowiedni klocek hamulcowy jest bardzo ekonomiczne. Należy się więc spodziewać, że stosowanie wstawek kompozytowych typu K będzie coraz większe – szczególnie w nowo budowanych i przebudowywanych wagonach towarowych.

Zastosowanie w układzie hamulca wagonu towarowego wstawki typu K w połączeniu z hamulcem jednostronnym na wózku daje znaczną redukcję masy własnej wagonu.

W zależności od rodzaju hamulca (ruch S lub SS) redukcja masy układu hamulca wagonu czteroosiowego na wózkach z hamulcem jednostronnym ze wstawkami typu K wynosi:

- dla hamulca dźwigniowego – ponad 500 kg,
- dla hamulca kompaktowego – ponad 1000 kg.

Hamulec jednostronny, wyposażony we wstawki kompozytowe typu K, dzięki zmniejszeniu liczby elementów układu hamulca oraz ze względu na charakterystyczne własności ciernych materiałów kompozytowych sprzyja zmniejszeniu emisji hałasu oraz ogranicza naprawy i obsługę w czasie eksploatacji wagonu.

Obecne wymagania w zakresie emisji hałasu oraz względy ekonomiczne wymuszają stosowanie nowych rozwiązań układu hamulca wagonów towarowych, które pozwoliłyby je spełnić. Dlatego przedstawione konstrukcje układu hamulca dla wagonów towarowych będą znajdowały coraz większe zastosowanie.

□

mgr inż. Romuald Lepkowski
Biuro Konstrukcyjno-Technologiczne PKP CARGO S.A.