

Romuald Lepkowski

Wpływ zastosowania wstawek kompozytowych typu K na konstrukcje układu hamulcowego wagonów towarowych

Transport towarów koleją, powszechnie traktowany jako przyjazny dla środowiska, ma jedną poważną wadę – hałas. Większość linii kolejowych na pewnych odcinkach przebiega przez centra miast, a ruch wagonów towarowych odbywa się głównie nocą, co może być bardzo uciążliwe dla mieszkańców w gęsto zaludnionych rejonach Europy i może skutkować zakazami ruchu w pewnych porach i na pewnych obszarach. Zastąpienie wstawek żeliwnych takimi, które nie tylko hamują z mniejszym hałasem, lecz także wygładzają powierzchnię toczną koła, obniżając emisję hałasu wytwarzanego podczas ruchu pociągu, jest obecnie możliwe dzięki opracowaniu i przebadaniu nowych materiałów na kompozytowe wstawki hamulcowe.

Dla nowo budowanych i przebudowywanych wagonów towarowych przeznaczone są kompozytowe wstawki hamulcowe o wysokim współczynniku tarcia – typu K. Własności tych wstawek są odmienne niż wstawek żeliwnych. Materiały te mają współczynnik tarcia około dwukrotnie wyższy niż wstawki żeliwne, dlatego nie są wzajemnie zamienne. Powoduje to, że wstawki typu K nie mogą być zastosowane w istniejących wagonach towarowych bez odpowiedniego dostosowania układu hamulca. Jednak w przypadku nowo budowanych i przebudowywanych wagonów towarowych zastosowanie kompozytowych wstawek hamulcowych typu K pozwala nie tylko na ograniczenie emitowanego hałasu – redukcja emisji hałasu pociągu towarowego jadącego z prędkością 100 km/h wynosi 8–10 dB(A), ale także na uproszczenie i zmniejszenie masy przekładni hamulcowej, przez zastosowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych układu hamulca (hamowanie jednostronne) niemożliwych dla wstawek żeliwnych.

Kryteria stosowania

kompozytowych wstawek hamulcowych typu K

Stosowanie kompozytowych wstawek hamulcowych typu K określają następujące parametry techniczne:

- $v_{\max} = 120$ 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 kartami UIC 542 i UIC 541-4;
- zakres: wszystkie linie kolejowe UIC o pochyleniu nie większym niż 40‰.

Konstrukcja i projektowanie układu hamulca wagonów towarowych ze wstawkami hamulcowymi typu K

Wymagana skuteczność hamowania

W odniesieniu do wartości procentu masy hamującej obowiązują ustalenia zgodnie z kartą UIC 543.

Masy hamujące należy określić przez próby hamowania pociągu lub pojedynczych wagonów na trasie (próby odzaczepiania) zgodnie z kartą UIC 544-1, wydanie 4, dla zakresów prędkości do $v_{\max} = 120$ km/h.

Z próby odzaczepiania można zrezygnować, jeśli porównanie wyników z wynikami pojazdu referencyjnego odpowiada poniższym kryteriom oraz gdy próby zostały przeprowadzone przez instytut posiadający akredytację (EN 17025).

Kryteria do zdefiniowania „pojazdu referencyjnego tego samego typu”:

- naciski w stanie próżnym i ładownym;
- maksymalna prędkość dla przewidywanej eksploatacji;
- konfiguracja wstawek i rodzaj wstawek;
- sposób hamowania i masy hamujące;
- rodzaj wyposażenia hamulcowego, samoczynne dopasowanie siły hamowania czy urządzenie przestawcze stopniowe;
- średnica znamionowa koła;
- opór jazdy według ERRI B126/DT 308.

Wstępne obliczenia nacisków

na wstawkach hamulcowych

i wyznaczenie mas hamujących

Są dwa sposoby przybliżonego obliczania wstępnego:

- możliwość A: obliczanie wstępne metodą przedziałów czasowych według karty UIC 544-1, załącznik 1;
- możliwość B: obliczanie wstępne metodą wartości k na podstawie karty UIC 544-1, rozdział 2.2.2.1.

Przy przyjęciu, że zastosowane będą wstawki typu K rodzaju i w konfiguracji według tabeli 1 oraz średniego dynamicznego współczynnika sprawności $\eta_{dyn} = 0,83$ (przy stosowaniu konwencjonalnego układu dźwigni przekładni hamulcowej), to przy uwzględnieniu metody obliczeń dla wstawek hamulcowych z żeliwa P 10 zgodnie z kartą UIC 544-1 rozdział 2.2.2.1, do wyprowadzenia współczynników k_k do oceny hamowania można zastosować zależności:

$$k_k = a_0 + a_1 F_{dyn} + a_2 F_{dyn}^2 + a_3 F_{dyn}^3$$

przy:

	a_0	a_1	a_2	a_3
k_{kBg}	4,3325	-0,3001	0,0185	-0,0004
k_{kBgu}	4,3205	-0,1778	0,0051	0

k_{kBg} – współczynnik oceny masy hamującej w wagonach ze wstawkami hamulcowymi z materiałów kompozytowych, o poziomie współczynnika tarcia K , przy konfiguracji wstawek $2 \times Bg$;

k_{kBgu} – współczynnik oceny masy hamującej w wagonach ze wstawkami hamulcowymi z materiałów kompozytowych o poziomie współczynnika tarcia K , przy konfiguracji wstawek $2 \times Bgu$;

F_{dyn} – dynamiczna siła pojedynczego klocka (patrz również karta UIC 544-1);

$a_0 \dots a_3$ – stałe.

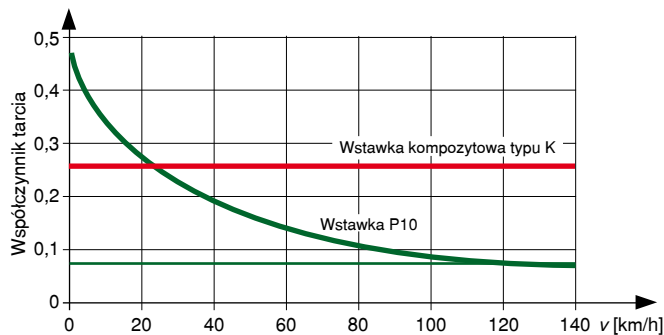
Obliczone na bazie F_{dyn} , t.j. dynamicznych sił pojedynczych klocków wartości liczbowe k_k oraz wynikające z tego wielkości masy hamującej przypadające na jeden klocek hamulcowy są podane w „Wytucznych konstrukcyjnych V-BKS(K)” – wydanie trzecie z 15.05.2006 r. (załącznik 1.2).

Charakterystyka kompozytowych wstawek hamulcowych typu K

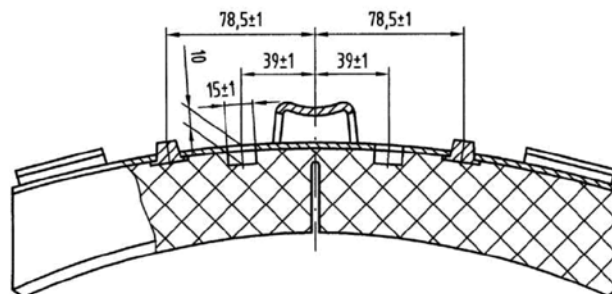
Materiały kompozytowe na wstawki hamulcowe typu K mają współczynnik tarcia na około dwukrotnie wyższym poziomie niż wstawki żeliwne (nominalny współczynnik tarcia wynosi 0,25), o płaskiej charakterystyce mniej zależny od obciążenia i prędkości hamowania (rys. 1).

Wstawki typu K mają kształt i wymiary zgodne z kartą UIC 541-4 i wyróżniają się charakterystycznym zabezpieczeniem w kształcie dwóch ściętych stożków na powierzchni przylegania do obsady hamulcowej uniemożliwiającym ich montaż na wagonach wyposażonych we wstawki żeliwne lub kompozytowe typu LL (rys. 2).

Wykaz wstawek hamulcowych typu K dopuszczonych do ruchu międzynarodowego wykonanych z materiałów kompozytowych podano w tabeli 1.



Rys. 1. Współczynnik tarcia hamulcowych wstawek żeliwnych i kompozytowych typu K w zależności od prędkości



Rys. 2. Zabezpieczenia hamulcowych wstawek kompozytowych typu K

Przewidziana jest publikacja na stronie internetowej UIC (<http://www.uic.asso.fr>) i w razie potrzeby będzie tam aktualizowana.

Wymagania konstrukcyjne dla układu hamulca wagonu towarowego ze wstawkami typu K

Układ hamulca wagonu towarowego z hamulcowymi wstawkami kompozytowymi typu K powinien spełniać następujące wymagania:

- elementy układu dźwigni przekładni hamulcowej muszą przy wyposażaniu wagonów S lub SS odpowiadać wymaganiom określonym w karcie UIC 542, dla ruchu S (przekładnia hamulcowa 60 kN); zaleca się, aby w przypadku stosowania wstawek typu K stosować przekładnie hamulcowe 60 kN;

Tabela 1

Wykaz wstawek hamulcowych typu K dopuszczonych do ruchu międzynarodowego wykonanych z materiałów kompozytowych

Firma produkująca	Oznaczenie typu (organiczny/spiekany)	Średnica koła	Maks. RSL	Dopuszczone do stosowania				Wnioskowane przez	Początek zezwolenia	Koniec zezwolenia
				Bg		Bgu				
				1x	2x	1x	2x			
Becorit	Becorit 929-1 (organiczny)	840	18,0 t	×				B126.13	15.10.2003	31.01.2007
		920	22,5 t		× ¹⁾		× ¹⁾	B126.13	15.10.2003	31.01.2007 ³⁾
CosidRail	Cosid 810 (organiczny)	840	18,0 t							
		920	22,5 t		×		×	B126.13	15.10.2003	14.10.2013
Honeywell	Jurid 816 M (organiczny)	840	18,0 t							
		920	22,5 t		×		×	B126.13	01.07.2005	31.01.2007 ²⁾
Becorit	Becorit 929-1SG (organiczny)	840	18,0 t							
		920	22,5 t		×		×	B126.13	01.07.2005	31.01.2007 ²⁾

¹⁾ Zastąpiony przez 929-1SG.

²⁾ Przy udowodnieniu pozytywnego wyniku dla współpracującego układu wstawka hamulcowa/koło, przedłużenie zezwolenia do 31.01.2015 r.

³⁾ Wstawka jest w okresie szczególnej obserwacji pod względem współczynnika tarcia na mokro, zużycia koła oraz zachowania w przypadku nieprawidłowości w działaniu hamulca, w przypadku udowodnienia pozytywnych efektów w wymienionych zakresach nastąpi przedłużenie do 31.01.2015 r.

- obsady i wstawki hamulcowe muszą być zabezpieczone w sposób nie pozwalający na ich zmianę, zgodnie z kartą UIC 541-1 (obsady) i kartą UIC 541-4 (wstawki);
- zastosowane elementy konstrukcyjne do sterowania pneumatycznego (zawór rozrządczy, przekładnik ciśnienia, zawór ważący) muszą mieć dopuszczenie UIC;
- przy wyposażaniu wagonów SS obowiązuje stosowanie przekładników z załamaną charakterystyką;
- w stanie odhamowania wstawki hamulcowe typu K nie mogą przylegać do jakiegokolwiek powierzchni koła; należy wykazywać, że przy wykorzystaniu maksymalnego skoku tłoka luz na pojedynczej wstawce hamulcowej musi wynosić co najmniej 7 mm;
- przeprowadzanie dowodu wykonuje się teoretycznie z uwzględnieniem możliwego zmniejszenia luzu przy symulacji jazdy po łuku o promieniu $R = 300$ m i należy to sprawdzić w ramach czynności odbioru wagonu; oprócz tego należy zapewnić, że również przy nominalnym stanie wymiarów koła/wstawki hamulcowej, wykluczone jest boczne ocieranie wstawek w obszarze obrzeża koła.

Koła/zestawy kołowe, które mogą być stosowane

Przy stosowaniu wstawek typu K, dopuszczalne jest stosowanie niżej wymienionych kół. Zalecane jest stosowanie zmniejszonej grubości obrzeża kół (np. 30 mm).

1. Koła monoblokowe według EN 13979-1/UIC-510-5

Mogą być stosowane wszystkie koła monoblokowe, które spełniają wymagania EN 13979-1, łącznie z dokumentacją użytkownika/kartą UIC 510-5.

2. Eksploatowane koła monoblokowe

Dopuszczalne jest stosowanie wszystkich eksploatowanych rodzajów konstrukcji kół monoblokowych, z wyjątkiem tych, które wykonane są z materiałów R2, BV2, R8, R9.

Przy stosowaniu wstawek typu K stosowanie kół obręczowych jest niedopuszczalne!

W pojazdach stosowanych w komunikacji SS zaleca się używać kół według EN 13979-1, łącznie z dokumentacją użytkownika UIC 510-5.

3. Napisy na wagonach

Zgodnie z kartą UIC 545, załącznik F i RIV 2000, §23.2.5.3 (w przyszłości AVV) wagony towarowe wyposażone we wstawki typu K muszą być oznakowane literą K (w kole), umieszczoną bezpośrednio z prawej strony obok napisu określającego konstrukcję hamulca.

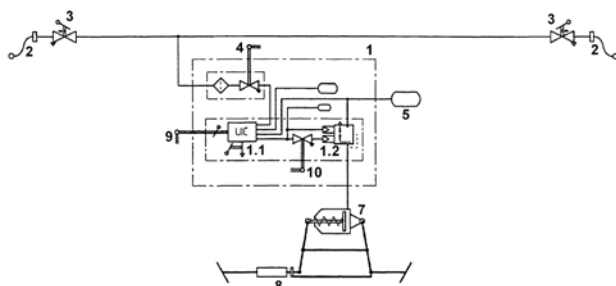
Wagony mające wstawki typu K z materiału „Becorit 929-1” muszą mieć oznaczenie rodzaju wstawki hamulcowej.

Przykłady wyposażenia konwencjonalnego układu hamulca wagonów towarowych ze wstawkami typu K

Dla przedstawionych, typowych układów hamulca z klasyczną mechaniczną przekładnią hamulcową z nastawiaczem skoku tłoka cylindra hamulcowego typu DRV, kołami zestawu kołowego hamowanego dwustronnie i wstawkami typu K można stosować następujące wyposażenie hamulca:

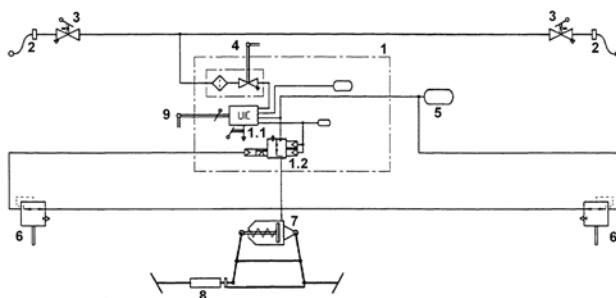
- wagon czteroosiowy do ruchu S, hamulec z pneumatycznym układem przestawczym próżny-ładowny (rys. 3):

- zawór rozrządczy z przekładnikiem dwustopniowym,
- cylinder hamulcowy – $1 \times 12''$,
- nastawiacz skoku tłoka cylindra hamulcowego – $1 \times \text{DRV2A-600}$,
- konfiguracja wstawek hamulcowych – Bgu 2×250 ;
- wagon czteroosiowy do ruchu S, hamulec z samoczynną regulacją siły hamowania w funkcji obciążenia (rys. 4):
- zawór rozrządczy z przekładnikiem z ciągłą regulacją ciśnienia w cylindrze hamulcowym,
- 2 zawory ważące połączone szeregowo,
- cylinder hamulcowy – $1 \times 12''$,
- nastawiacz skoku tłoka cylindra hamulcowego – $1 \times \text{DRV2A-600}$,
- konfiguracja wstawek hamulcowych – Bgu 2×250 ;



Rys. 3. 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 - spręż 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”

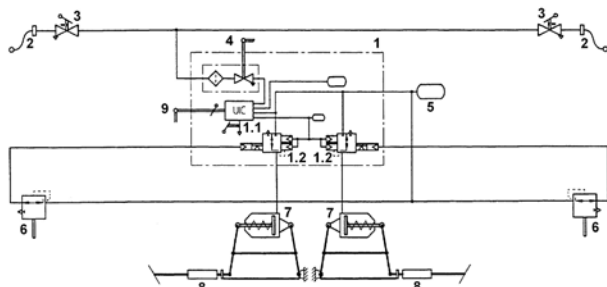


Rys. 4. Schemat układu hamulca wagonu towarowego do ruchu SS lub S

1 - zespół hamulcowy, 1.1 - zawór rozrządczy, 1.2 - bezstopniowy przekładnik ciśnienia (z załamaną charakterystyką do ruchu SS), 2 - spręż hamulcowy, 3 - kurek końcowy, 4 - wyłącznik hamulca, 5 - zbiornik pomocniczy, 6 - zawór ważący, 7 - cylinder hamulcowy, 8 - nastawiacz DRV, 9 - tablica przestawcza „towarowy-osobowy”, 10 - tablica przestawcza „próżny-ładowny”

- wagon czteroosiowy do ruchu SS, hamulec z samoczynną regulacją siły hamowania w funkcji obciążenia (rys. 4):
- zawór rozrządczy z przekładnikiem z ciągłą regulacją ciśnienia w cylindrze hamulcowym (przekładnik z załamaną charakterystyką,
- dwa zawory ważące połączone szeregowo,
- cylinder hamulcowy – $1 \times 12''$,
- nastawiacz skoku tłoka cylindra hamulcowego – $1 \times \text{DRV2A-600}$,
- konfiguracja wstawek hamulcowych – Bgu 2×250 ,

- wagon czteroosiowy do ruchu SS, hamulec z samoczynną regulacją siły hamowania w funkcji obciążenia (rys. 5):
 - zawór rozrządczy + 2 przekładniki z ciągłą regulacją ciśnienia w cylindrze hamulcowym (przekładnik z załamaną charakterystyką),
 - dwa zawory ważące,
 - cylinder hamulcowy – $2 \times 10''$,
 - nastawiacz skoku tłoka cylindra hamulcowego – $2 \times \text{DRV2A-450}$,
 - konfiguracja wstawek hamulcowych – Bgu 2×250 .



Rys. 5. Schemat układu hamulca wagonu towarowego do ruchu SS
 1 - zespół hamulcowy, 1.1 - zawór rozrządczy, 1.2 - bezstopniowy przekładnik ciśnienia z załamaną charakterystyką, 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”, 10 - tablica przestawcza „próżny-ladowny”

Dla wstawek żeliwnych układ hamulca z jednym cylindrem hamulcowym (rys. 4) nie jest stosowany ze względu na zbyt duże przełożenie w ruchu SS, a pozostałe przedstawione wagony musiałyby być wyposażone w cylinder 16". Ponadto dla wagonów do ruchu SS należałoby zastosować cięższą przekładnię hamulcową 120 kN.

Nowe rozwiązania konstrukcyjne układu hamulca wagonów towarowych ze wstawkami kompozytowymi typu K

Wyposażenie hamulca wagonu towarowego we wstawki kompozytowe typu K umożliwia zastosowanie tzw. „jednostronnego hamowania” ($1 \times \text{Bg}$ lub $1 \times \text{Bgu}$). W tym układzie dźwigniowym hamulca na wózku koła zestawu kołowego hamowane są tylko z jednej strony.

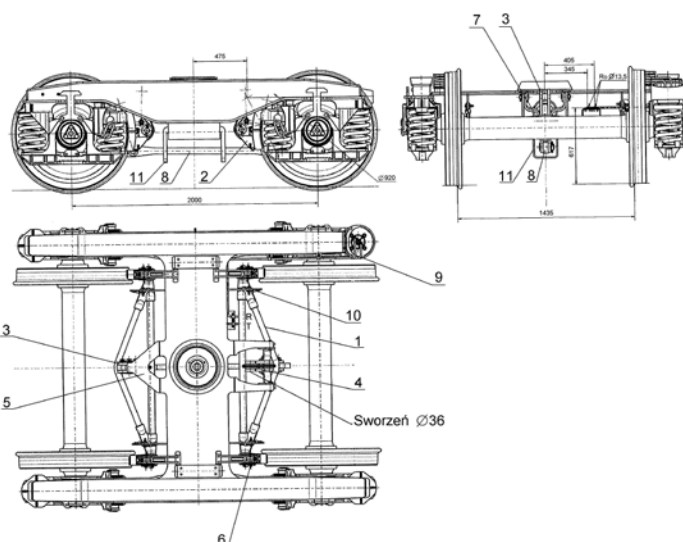
Można tu wyróżnić 2 rozwiązania konstrukcyjne:

- 1) jednostronny hamulec dźwigniowy,
- 2) jednostronny hamulec kompaktowy.

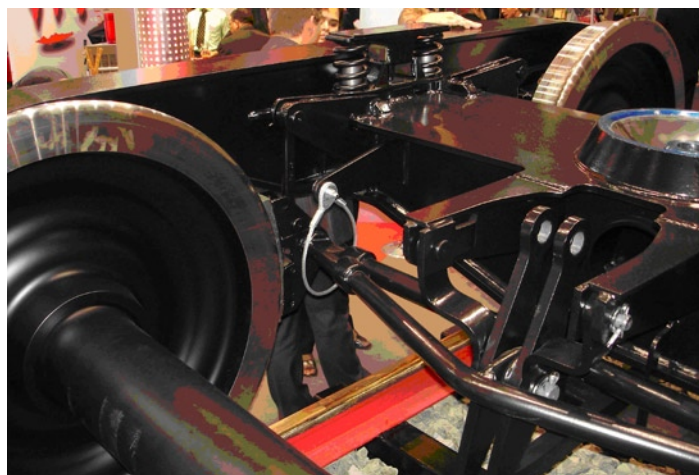
Jednostronny hamulec dźwigniowy

Przykładem jednostronnego hamulca dźwigniowego jest rozwiązanie zastosowane na wózku firmy ELH (Eisenbahnlaufwerke Halle GmbH & Co.KG).

Układ dźwigniowy hamulca na wózku (rys. 6 i 8) złożony jest z dwóch trójkątów hamulcowych 1 (specjalnie przystosowanych z otworem do przyłączenia dźwigni pionowych na poprzeczce środkowej) z obsadami hamulcowymi 2, ze wstawkami typu K na czopach oraz dźwigni pionowych 2 i 4, połączonych za pomocą sworzni w otworze środkowym z trójkątem hamulcowym, a w górnym po jednej stronie ze wspornikiem punktu stałego 5, po drugiej z ciągiem głównym przekładni hamulcowej na podwoziu wagonu.



Rys. 6. Układ hamulca na wózku firmy ELH



Rys. 7. Układ hamulca na wózku firmy ELH – widok od strony punktu podłączenia cięgła głównego

Cały układ dźwigniowy zawieszony jest na czterech wieszakach 6 i poprzez dźwignię pionową 3 w punkcie stałym oraz na dwóch wieszakach 7 dźwigni pionowej 4 po stronie punktu podłączenia cięgła głównego. Dźwignie pionowe 3 i 4 w dolnym otworze połączone są ciągiem rozpierającym 8, które ma dwa dodatkowe otwory umożliwiające regulację przekładni związaną ze zmniejszaniem się średnicy koła zestawu kołowego w czasie eksploatacji. Układ dźwigniowy hamulca na wózku zabezpieczony jest przed upadkiem na tor czterema linkami stalowymi 10 obejmującymi trójkąty hamulcowe w pobliżu czopów przymocowanymi do wsporników na belce skrętowej oraz dwoma pałkami na środku wózka. Na wózku zamontowano także zawór ważący z instalacją pneumatyczną 9.

W stosunku do klasycznego układu hamulca na wózku (wózek typu Y25) przedstawione rozwiązanie charakteryzuje się:

- prostszą konstrukcją,
- mniejszą masą,
- mniejszą liczbą połączeń (sworzni i tulejek, które zużywają się w czasie eksploatacji).

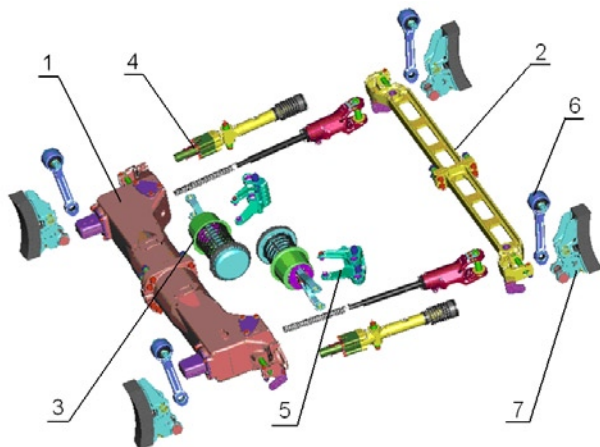
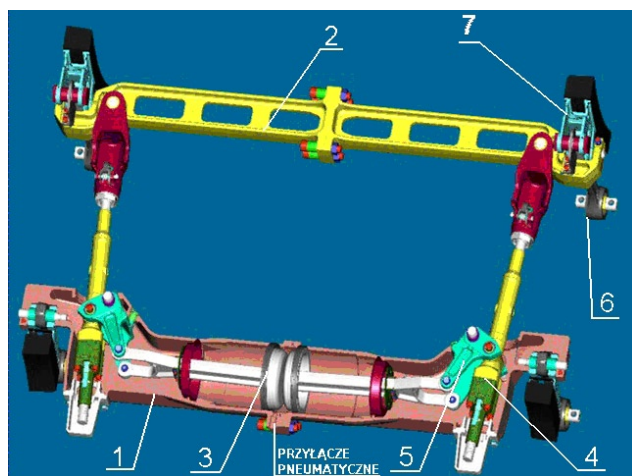
Ponadto do tego typu jednostronnego układu hamulca na wózku stosunkowo łatwo dostosować klasyczny układ dźwigniowy na podwoziu wagonu, np. w przypadku modernizacji wagonu.

Zmiany w układzie hamulca na podwoziu wagonu sprowadzają się do:

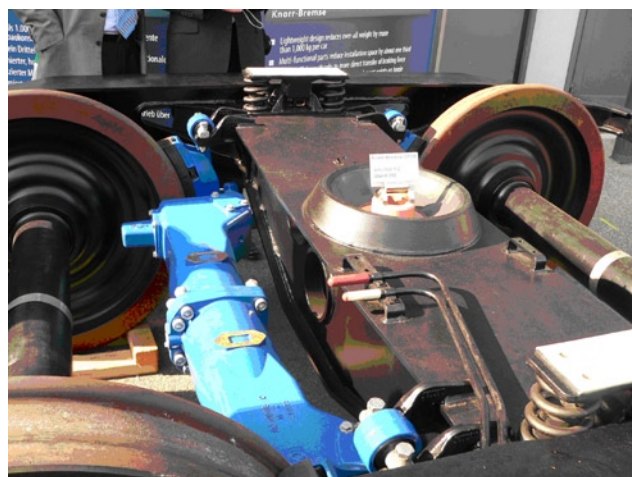
- zmiany przełożenia na dźwigniach przycylindrowych
- wydtużenia cięgieł głównych

Jednostronny hamulec kompaktowy

Układ kompaktowego hamulca z jednostronnym hamowaniem zestawu kołowego stanowią dwie belki (zastępujące trójkąty hamulcowe) z osadzonymi na końcach obsadami hamulcowymi, ze wstawkami kompozytowymi typu K, połączone dwoma drążkami rozporowymi. W jedną z belek wbudowane są cylindry hamulcowe



Rys. 8. Zespół hamulca PDC8 do zabudowy na wózku



Rys. 9. Zespół hamulca PDC8 zabudowany na wózku

we z wewnętrzną przekładnią mechaniczną zwiększającą siłę tłokową. Z cylindrami hamulcowymi zintegrowane są nastawiacze skoku tłoka cylindra hamulcowego (regulator luzu między kołem a wstawką hamulcową), których wrzeciona stanowią jednocześnie drążki rozporowe. Cały układ hamulca zawieszony jest na czterech wieszakach połączonych na jednym końcu z osadami hamulcowymi, a na drugim ze wspornikiem na ramie wózka.

Zwarta kompaktowa konstrukcja hamulca zastępuje klasyczną mechaniczną przekładnię hamulcową na wózku i podwoziu wagonu. Są dwie konstrukcyjne odmiany tego typu układu hamulca dla wagonów towarowych:

- 1) PDC8 – firmy KNORR BREMSE,
- 2) BFCB firmy SAB WABCO.

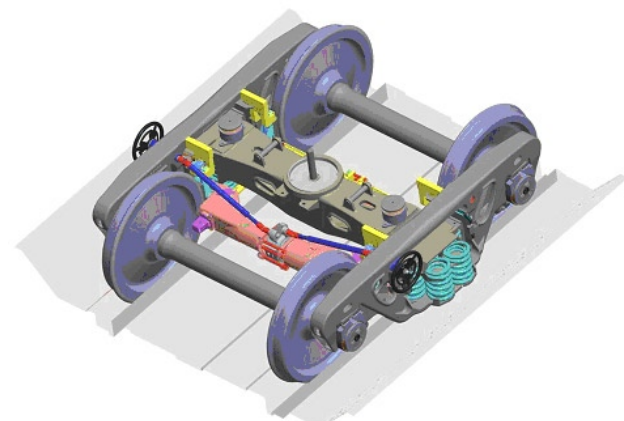
1. Hamulec kompaktowy PDC8

Zespół hamulca kompaktowego PDC8 firmy KNORR BREMSE przedstawiono na rysunku 8. Głównym elementem zespołu hamulca PDC8 jest korpus podwójnego cylindra hamulcowego 1, który jednocześnie spełnia rolę trójkąta hamulcowego. Wewnątrz korpusu umieszczone są dwa zespoły tłoka 3, którego tłoczek łączy się przegubowo z ramieniem dźwigni kątowej 5. Dźwignia kątowa zamocowana jest obrotowo na sworzniu osadzonym w korpusie. Drugie ramie dźwigni kątowej połączone jest z drążkiem rozporowym, którego drugi koniec połączony jest z belką 2. Na końcach korpusu 1 i belki 2 zamocowane są na sworzniach osady hamulcowe 7 ze wstawkami. Osady hamulcowe przymocowane są do wieszaków 6 za pomocą sworzni.

Po zasileniu cylindra hamulcowego sprężonym powietrzem następuje rozsuniecie tłoków i tłoczek poprzez dźwignię kątową napiera na drążki rozporowe powodując odsuwanie się korpusu i belki z osadami hamulcowymi, co powoduje dociśnięcie wstawek do powierzchni koła. Po opróżnieniu cylindrów hamulcowych układ wraca do pozycji wyjściowej dzięki sprężynie powrotnej.

Regulację luzu między wstawkami hamulcowymi a powierzchnią koła zestawu kołowego zapewniają dwa nastawiacze skoku tłoka cylindra, które jednocześnie spełniają rolę drążków rozporowych. Wymaganą siłę docisku wstawek hamulcowych można dostosować poprzez zmianę przełożenia dźwigni kątowej. Osada hamulcowa w dolnej części ma stabilizator umożliwiający utrzymanie równomiernego odstępu wstawek od powierzchni koła.

Cały zespół hamulca PDC8 zawieszony jest na czterech wieszakach połączonych ze wspornikami na ramie wózka za pomocą specjalnych sworzni (z gumowo-metalowymi tulejami) przykręconymi śrubami do wsporników na ramie wózka (rys. 9).



Rys. 10. Zespół hamulca PDC8 w wersji z hamulcem postojowym

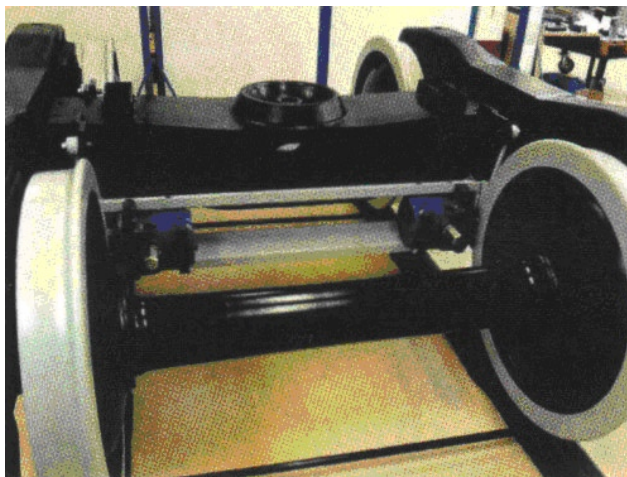
Zamontowaną na wózku jednostkę hamulca PDC8 w wersji z hamulcem postojowym przedstawia rysunek 10. Ruch z koła pokrętnego hamulca postojowego zamocowanego po obu stronach wózka przekazywany jest do modułu napędowego (zamocowanego w środkowej górnej części korpusu cylindra hamulcowego) poprzez wałek przegubowy.

2. Hamulec kompaktowy BFCB

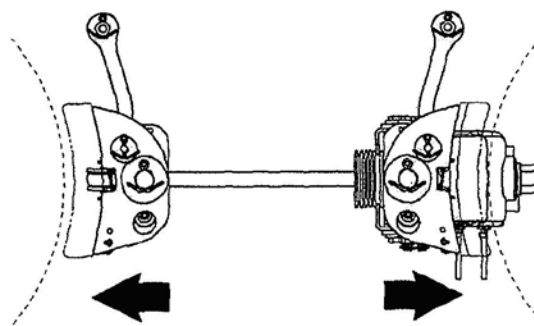
Hamulec kompaktowy BFCB jest odmianą systemu hamulców BFC (ang. Brake Friction Concept) – firmy SAB WABCO przeznaczonych do wagonów towarowych. Jednostronny hamulec rozporowy BFCB (rys. 11) przeznaczony jest do zabudowy na wózku dwuosiowym i działa jednostronnie dociskając wstawkę hamulcową do kół tylko od środka. Na rysunku 11 przedstawiono zmontowany komplet hamulca BFCB, na który składają się dwie belki 1 i 2 z zamontowanymi na końcach obsadami hamulcowymi 7 ze wstawkami i wieszakami 5. W belce 1 wbudowane są dwie tzw. jednostki BFCB 3 złożone z cylindra hamulcowego z przekładnią klinową i ze zintegrowanym nastawiaczem skoku tłoka oraz mechanizmem z dźwignią do podłączenia hamulca postojowego. Belka 1 połączona jest z belką 2 poprzez drążki rozporowe 4. Cały układ podwieszony jest na czterech wieszakach 5 do czterech wsporników na ramie wózka. Podczas hamowania jednostki BFCB uruchamiane są przez napętnienie cylindrów hamulcowych sprężonym powietrzem. Powoduje to przesuwanie się drążków rozporowych 4, co wywołuje odsuwanie się belki 1 od belki 2 i dociskanie wstawkę hamulcową do powierzchni kół (rys. 13). Jednostka BFCB automatycznie utrzymuje luz między wstawką hamulcową a powierzchnią koła kompensując ich zużywanie się. Obsady hamulcowe posiadają tarciowy stabilizator utrzymujący równomierny odstęp wstawkę od powierzchni koła.

Możliwe jest także zastosowanie hamulca BFCB do hamowania dwustronnego (rys. 13). Na wózku dwuosiowym montuje się wtedy dwa komplety hamulca BFCB z hamowaniem dwustronnym (rys. 16) po jednym na zestaw kołowy (rys. 15). Taki układ nadaje się także do wagonów dwuosiowych.

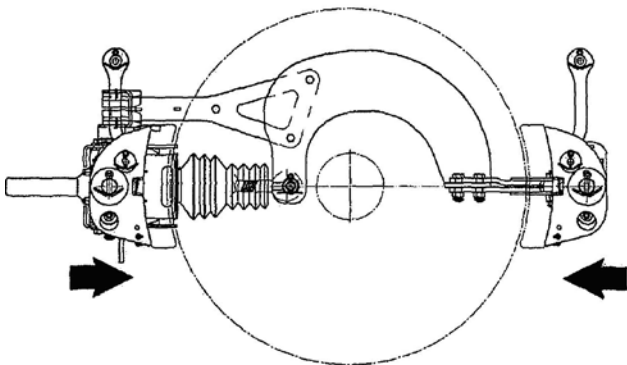
Budowę i działanie jednostki BFCB przedstawiono na rysunku 17. Główne części to korpus 4 z wykonanym wewnątrz cylindrem hamulcowym, tłok z przekładnią klinową 2, nastawiacz skoku tłoka cylindra hamulcowego 3 (regulator luzu między wstawką a kołem). Podczas napętniania cylindra hamulcowego sprężonym powietrzem tłok 2 przesuwa się, a przymocowane do niego dwa kliny popychają tuleję 1 z wbudowanym nastawiaczem skoku 3 oraz drążek 5. Siła tłokowa przenoszona jest poprzez łożyskowa-



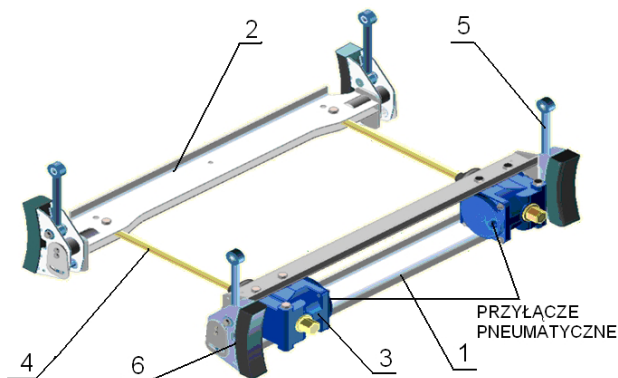
Rys. 12. Zespół hamulca BFCB z hamowaniem jednostronnym do zabudowy na wózku



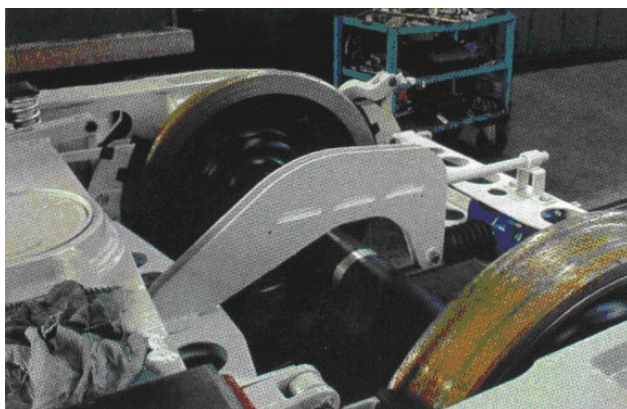
Rys. 13. Schemat działania jednostronnego hamulca BFCB



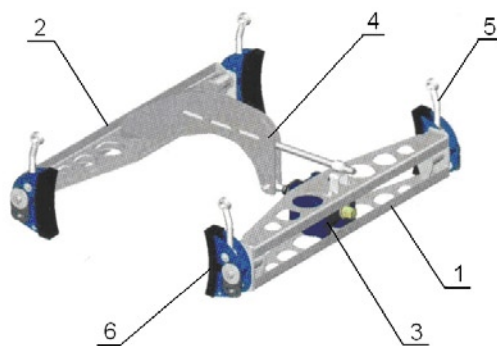
Rys. 14. Schemat działania dwustronnego hamulca BFCB



Rys. 11. Hamulec BFCB z hamowaniem jednostronnym zabudowany na wózku



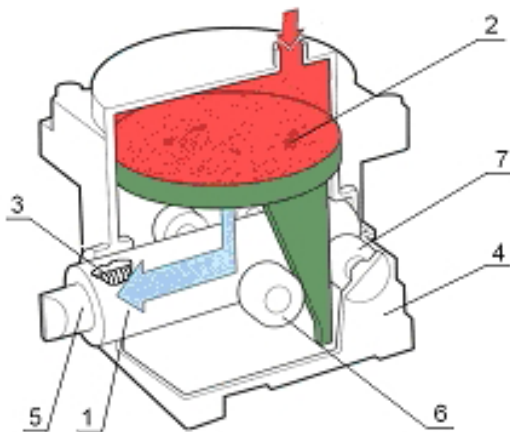
Rys. 15. Hamulec BFCB na wózku z dwustronnym hamowaniem zestawu kołowego



Rys. 16. Zespół hamulca BFCB z hamowaniem dwustronnym zestawu kołowego

1 - belka, 2 - belka, 3 - jednostka BFCB, 4 - klamra, 5 - wieszak, 6 - klocek hamulcowy

ne rolki 6. Siła przeciwdziałająca jest przenoszona przez rolki 7 na korpus 4. Pierścień uszczelniający tłoka wykonany jest z tworzyw sztucznych, co zapewnia niskie opory tarcia i dużą odporność na ścieranie. Przełożenie przekładni klinowej zależy od kąta pochylenia klina, a jej dużą sprawność zapewniają rolki z łożyskami walcowymi. Koniec klina jest tak zaprojektowany, że możliwe jest szybkie dosunięcie wstawek hamulcowych do powierzchni koła.



Rys. 17. Budowa jednostki hamulca BFCB

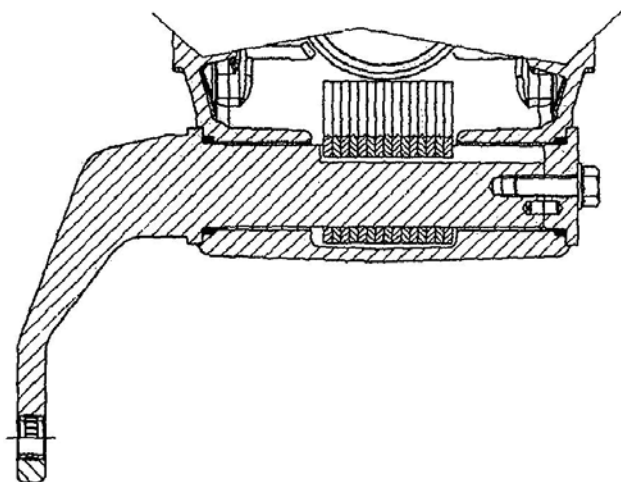
Jednostka BFCB może zostać wyposażona w mechaniczny hamulec postojowy. Zwykle w wagonach towarowych hamulec postojowy montowany jest na jednym z wózków.

Mechanizm hamulca postojowego jednostki BFCB to zwarta konstrukcja, w której wałek oraz dźwignia (rys. 18) stanowi jedną całość. Hamulec ten jest łatwy w montażu i nie wymaga skomplikowanych czynności regulacyjnych.

Obrót koła pokrętnego (zamocowanego po obu stronach wózka) hamulca postojowego przekazywany jest poprzez wałek z przekładnią śrubową i układ dźwigni (rys. 19) na dźwignię zamontowaną na jednostce BFCB, co powoduje obrót wałka, który jest przenoszony za pomocą przekładni na regulator luzu, a za pomocą drążka rozporowego na belki oraz klocki hamulca.

3. Korzyści wynikające z zastosowania hamulca kompaktowego

Główną zaletą stosowania hamulca kompaktowego jest znaczna redukcja masy własnej wagonu. Wynika to przede wszystkim



Rys. 18. Mechanizm hamulca postojowego jednostki BFCB



Rys. 19. Układ dźwigni hamulca postojowego na wózku z hamulcem BFCB

z wyeliminowania mechanicznego układu hamulca na podwoziu wagonu. Hamulec kompaktowy na wózku charakteryzuje:

- mniejsza masa,
- łatwy montaż,
- możliwość przygotowania gotowego zestawu hamulca do montażu na wózku,
- mała liczba punktów połączenia z ramą wózka (dla hamulca jednostronnego są to cztery punkty),
- małe zużycie powietrza,

Dokończenie na s. 93 ➤