

Rail Vehicles/Pojazdy Szynowe

www.railvehicles.eu



Budowa układu biegowego pojazdu szynowego typu 227M

Radosław Miklasz ^{a,*}, Szymon Dawid ^a, Paweł Wojtukiewicz ^a, Marek Grzegórski ^a

^a *Lukasiewicz Research Network – Poznań Institute of Technology, Center of Rail Vehicles, Poland*

ARTICLE INFO

Received: 9 March 2022

Revised: 15 April 2022

Accepted: 21 May 2022

Available online: 23 May 2022

KEYWORDS

interoperability

bogie

dual drive rail vehicle

link arm

running gear system

W artykule przedstawiono parametry biegowe i budowę wózków napędnych 41MN i tocznych 46MN hybrydowego zespołu trakcyjnego (HZT). Przedstawiono i opisano rozwiązania konstrukcyjne, zwrócono uwagę na funkcje jakie spełniają poszczególne układy wózków tocznych i napędnych. Artykuł powstał w ramach realizowanego projektu w ramach Programu Badań Stosowanych 3 Umowa Nr PBS3/B6/26/2015 „Lekki autobus szynowy do ruchu regionalnego”.

This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

1. Wstęp

Jednym z celów projektowych wyznaczonych dla pojazdu 227M jest spełnienie specyfikacji interoperacyjności TSI dla pojazdu. Zaprojektowane układy biegowe 41MN i 46AN w celu zapewnienia zgodności z wymaganiami TSI muszą spełniać parametry podstawowe w skład których wchodzi:

1. wymagania środowiskowe
 - strefa temperatury pracy, wilgotność wg EN 50125-1
 - odporność na zanieczyszczenia
2. oddziaływanie pojazdu na tor
 - skrajnia (EN-15273-2)
 - naciski osi (określa kategoria linii kolejowej)
 - parametry układu biegowego wpływające na urządzenia przytorowe (EN-15437-2)
- dynamiczne zachowanie pojazdu w torze [6]
 - bezpieczeństwo przed wykośleniem EN 14363 [10]
 - dynamika podczas jazdy EN 14363
 - bezpieczeństwo biegu pojazdu EN 14363
 - obciążenie toru EN 14363
 - stożkowatość ekwiwalentna
 - parametry profilu koła [8, 9]
 - żywotność zestawu kołowego [7]

3. układy biegowe

- rama wózka (EN-13749),
- parametry zestawów kołowych EN 13103, EN 13104,
- geometria profilu koła EN 13979:1,
- minimalny promień łuku toru,
- ustawienie zgarniaczy szynowych ponad główką szyny,

4. hamulce

- wydajność hamowania – hamowanie nagłe i służbowe, obciążenia cieplne, hamulec postojowy EN 15431-1, EN 15431-6
- przyczepność wskaźnik – współczynnik przyczepności w zależności rodzaju pojazdu, systemy przeciwoślizgowe – EN 15595
- hamulce niezależne od siły przyczepności UIC 541-06

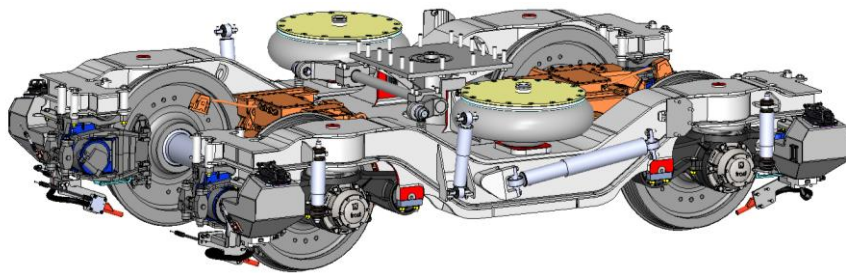
- wymagania dla hamulców w przypadku zagrożenia.

Na potrzeby pojazdu 227M (FPS PLUS) zostały zaprojektowane dwa typy wózków:

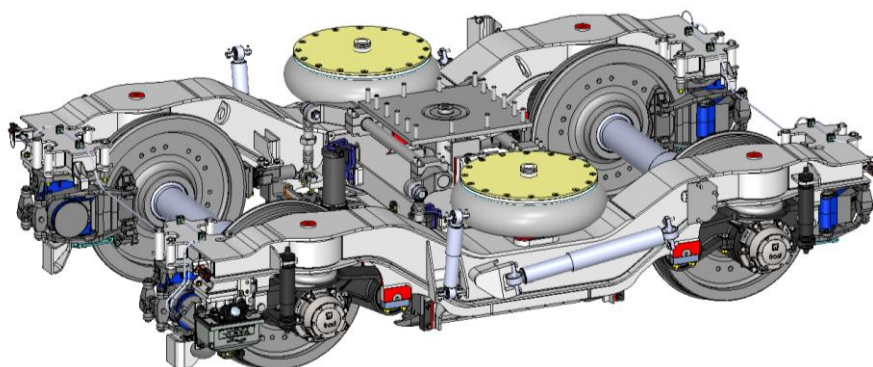
- 41MN – wózek napędny, z podtypami 41MNa i 41MNb różniące się rozmieszczeniem czujników na obudowach łożysk oraz w konsekwencji układem przewodów elektrycznych (rys. 1)

- 46AN – wózek toczny, z podtypami 46ANa i 46ANb różniące się rozmieszczeniem czujników na obudowach łożysk oraz w konsekwencji ukła-

dem przewodów elektrycznych. Zlokalizowane są na skraju pojazdu (rys. 2).



Rys. 1. Wózek napędny typu 41MN



Rys. 2. Wózek toczny typu 46AN

Tabela 1. Podstawowe parametry wózków 44MN/46AN

Parametr	Wózek 46AN (toczny)	Wózek 41MN (napędny)
Prędkość konstrukcyjna pojazdu	176 km/h	
Szerokość toru	1435 mm	
Rozstaw osi zestawów kołowych (baza wózka)	2500 mm	
Średnica koła (nowe/zużyte)	φ850/φ780 mm	
Masa pojazdu próżnego	~100 000 kg	
Masa wózka	7.05 t ±3%	9.2 t ±3%
Moc	–	2 × 300 kW
Przełożenie przekładni	–	5.98
Maksymalny nacisk zestawu kołowego na tor	18 t	
Szerokość wieńca koła	135 ±1 mm	
Maksymalne dopuszczalne zużycie wstawki hamulcowej	30 mm	
Maksymalne dopuszczalne zużycie tarczy hamulcowej	7 mm	
Dopuszczalne zużycie promieniowe koła	35 mm	
Rozstaw środków łożysk osiowych zestawu kołowego	2100 mm	
Łożysko osiowe	TBU130 × 230 × 160	
Luz odbijaka I stopnia (pion)	40 mm (+Z) 30 mm (–Z)	
Luz odbijaka II stopnia (pion)	64 mm	
Przesuw poprzeczny wózka względem pudła	50 mm	
Najmniejszy dopuszczalny promień łuku toru	150 m	
Maksymalny kąt skrętu wózka w stanie nowym	4°40'	
Największy przesuw poprzeczny zestawu kołowego względem ramy wózka (na stronę)	3 mm	
Wymiary czopa osi:	φ130 × 217mm	
Hamulec	tarczowy zabudowany na kole (pneumatyczno-mechaniczny); szynowy; postojowy	tarczowy zabudowany na kole (pneumatyczno-mechaniczny); postojowy
Wposażenie dodatkowe	smarowanie obrzeży kół wraz ze zbiornikiem; blok czyszczący	dysze piaskujące z podgrzewaniem i zbiorniki piasku; blok czyszczący
Skrajnia wózka	wg karty UIC-505-1 (p. 5.2)	

Wózki charakteryzują się dobrymi własnościami biegowymi w zakresie bezpieczeństwa i komfortu jazdy, minimalizacją zużycia powierzchni tocznej kół, bezobsługowym charakterem pracy poszczególnych podzespołów oraz prostotą konstrukcji. Podstawowe parametry wózków zostały przedstawione w tabeli 1.

2. Budowa wózka

2.1. Rama wózka

Ramę wózków stanowi przestrzenna konstrukcja spawana typu otwartego, która została w jak największym stopniu zunifikowana, tak że różnice pomiędzy ramą wózka tocznego i napędowego są nieznaczne. Rama składa się z dwóch podłużnic połączonych poprzecznicą oraz czterech małych czołownic. Wszystkie jej elementy zostały wykonane z niskostopowej stali konstrukcyjnej o podwyższonej wytrzymałości S355J2 + N, której skład chemiczny został przedstawiony w tabeli 2.

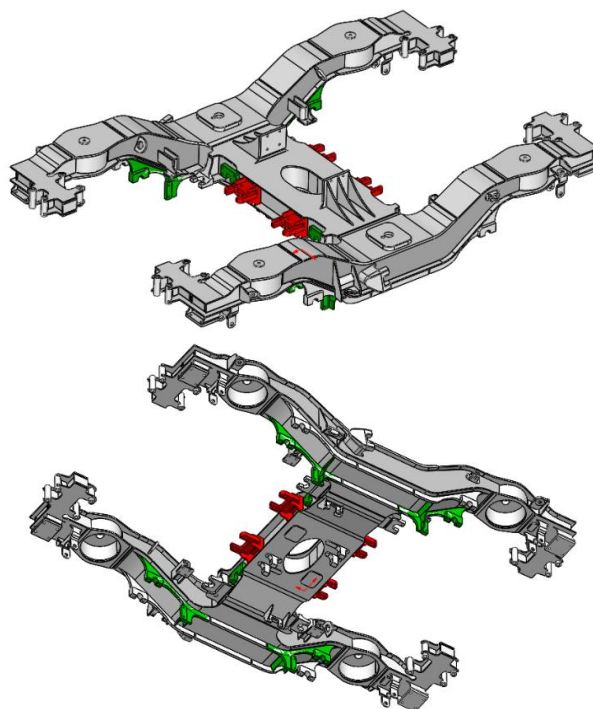
Tabela 2. Skład chemiczny stali S355J2 + N

C	0.2
Mn	1.5
Si	0.2–0.5
P	≤ 0.04
S	≤ 0.04
Cr	≤ 0.3
Ni	≤ 0.3
Mo	–
W	–
V	–
Al	≤ 0.02
Cu	≤ 0.03

Poprzecznice, podłużnice i czołownice stanowią konstrukcję skrzynkową zamkniętą. W środkowej części każdej podłużnicy na jej górnym pasie przyspawano oparcie miecha. Na podłużnicach zabudowane są wsporniki amortyzatorów wężykowania, pionowego oraz wsporniki wahacza. Na końcach każdej z podłużnic przyspawano czołownice do których są z kolei przyspawane wsporniki do zabudowy dysz piasecznic lub wsporniki odgarniacza i układu smarowania obrzeży kół. Na czołownicach umieszczono wsporniki mechanizmów zaciskowych hamulca. Na poprzecznicę umieszczono wsporniki układu napędowego, odbijaków i amortyzatora poziomego oraz układu przeniesienia siły pociągowej. Różnice pomiędzy typami dotyczą obecności układu napędowego oraz hamulca szynowego. Na rysunku 3 przedstawiono:

- kolorem szarym – elementy konstrukcji ramy wspólne dla obu typów

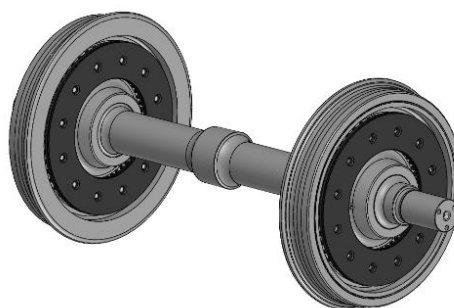
- kolorem czerwonym – elementy konstrukcji ramy obecne wyłącznie na wózku napędowym (wsporniki zawieszenia układu napędowego)
- kolorem zielonym – elementy konstrukcji ramy obecne wyłącznie na wózku tocznym (wsporniki zawieszenia hamulca szynowego oraz jego odbijaki wzdłużne).



Rys. 3. Kompletna rama wózka wraz ze wspornikami

2.2. Zestaw kołowy

Każdy wózek wyposażono w dwa zestawy kołowe kuto-walcowane z kołami bezobrzęcowymi o średnicy okręgu tocznego $\phi 850$ mm w stanie nowym i zarysie koła S1002/h28/e32,5/6,7% zgodnie z PN-EN 13715:2008. Dopuszczalna średnica koła w stanie zużytych wynosi $\phi 780$ mm. Koło bezobrzęcowe przystosowane jest do zabudowy tarcz hamulcowych. Zestawy kołowe wózków napędowych przystosowane zostały do zabudowy na nich przekładni osiowych (rys. 4).



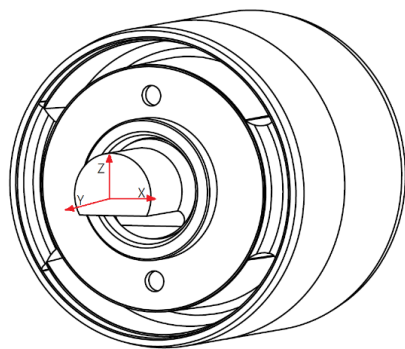
Rys. 4. Widok izometryczny zestawu kołowego wózka napędowego

2.3. Prowadzenie zestawu kołowego i usprężynowanie I-go stopnia

Zestaw kołowy prowadzony jest w ramie wózka za pomocą dwóch odlewanych wahaczy jednoramiennych składających się z trzech części (ang. Three-piece design) tj. części górnej wahacza, dolnej obejmującej oraz obudowy łożyska. Odlewy są wspólne dla obu typów wózków (tocznego i napędowego). Wahacz jest połączony z ramą wózka poprzez przegub gumowo-metalowy (rys. 5) produkcji firmy Contitech, którego sztywności przedstawiono w tabeli 3.

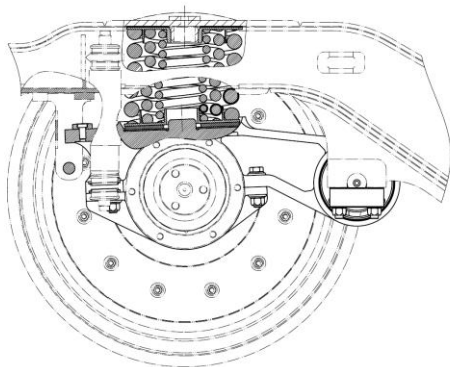
Tabela 3. Sztywności przegubu gumowo-metalowego wahacza

Sztywność	Wartość sztywności
radialna w osi X	21.2 kN/mm $\pm 14\%$
osiowa w osi Y	25.2 kN/mm $\pm 14\%$
radialna w osi Z	3.7 kN/mm $\pm 20\%$
kardaniczna względem osi X	660 Nm/grad $\pm 13\%$
skrętna względem osi Y	250 Nm/grad $\pm 15\%$
kardaniczna względem osi Z	2770 Nm/grad $\pm 15\%$



Rys. 5. Widok izometryczny przegubu gumowo-metalowego

Przeniesienie sił pionowych realizuje komplet trzech sprężyn śrubowych (rys. 6). Zastosowanie aż trzech sprężyn wynika z konieczności zapewnienia bezpieczeństwa przed wykolejeniem dla szerokiego zakresu obciążenia pojazdu oraz małej ilości miejsca dostępnej pod zabudowę sprężyn. Sprężyny wykonano ze stali sprężynowej 52CrMoV4+HH zgodnie z normą PN-EN 10089.



Rys. 6. Usprężynowanie I-go stopnia wózków typu 41MN oraz 46AN

Wymaganą odległość ramy wózka od główki szyny osiąga się przez zastosowanie podkładek regulacyjnych, które umieszczone są na górnej przekładce prowadzącej. Sprężyny stoją na dolnej przekładce metalowo gumowej, która pełni nie tylko funkcję elementu prowadzącego sprężyny, lecz także zapewnia kompensację nierównoległości podstaw wynikającą z pracy wahacza (zmniejsza skłonność sprężyn do wyboczenia) oraz izolację przeciwprowadową. Właściwości układu usprężynowania I stopnia oraz prowadzenia zestawu kołowego wózków 41MN/46AN przedstawiono w tabeli 4.

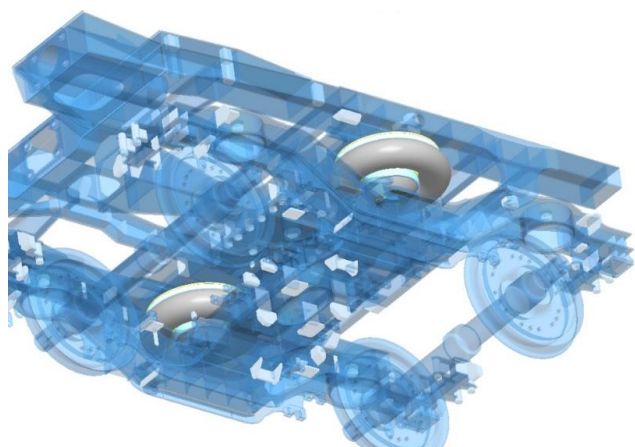
Tabela 4. Właściwości I stopnia usprężynowania i prowadzenia zestawu kołowego na wózkach typu 41MN oraz 46AN

Parametr	Jednostka	Wartość	
		41MN	46AN
Średnica pręta sprężyny zewnętrznej/środkowej/wewnętrznej	mm	38/28/19.5	38.5/29/20
Średnica podziałowa sprężyny zewnętrznej/środkowej/wewnętrznej	mm	255/176/112.5	255.5/175/113
Całkowita ilość zwojów sprężyny zewnętrznej/środkowej/wewnętrznej	–	4.9/6.5/9.3	5/6.5/9.2
Ilość zwojów czynnych sprężyny zewnętrznej/środkowej/wewnętrznej	–	3.4/5/7.8	3.5/5/7.7
Długość nieobciążonej sprężyny zewnętrznej/środkowej/wewnętrznej	mm	309/309/309	318/310/314
Długość sprężyn pod obciążeniem odbiorczym P0	mm	236	236
Wysokość sprężyn obciążonych maksymalnie	mm	196	200
Ugięcie sprężyny zewnętrznej/środkowej/wewnętrznej obciążonej maksymalnie	mm	113/113/113	118/110/114
Podatność sprężyny zewnętrznej/środkowej/wewnętrznej	mm/kN	2.76/4.52/7.78	2.67/3.82/7.08
Sztywność usprężynowania I stopnia dla stanów próżny/ładowny	kN/mm	1.12/1.16	1.21/1.25
Siła tłumienia tłumika pionowego przy V = 0,1 m/s (rozciąganie/ściskanie)	kN	0.55/0.45	
Siła tłumienia tłumika pionowego przy V = 0,3 m/s	kN	1.1	
Maksymalny przesuw poprzeczny zestawu kołowego względem wózka (na stronę)	mm	3	

Tłumienie drgań realizuje pionowy amortyzator hydrauliczny. Ograniczenie ruchu zestawu kołowego w kierunku pionowym realizowane jest w postaci odbijaka metalowego zabudowanego pomiędzy wahaczem a ramą oraz sworzni, zabezpieczającego zestaw przed opadnięciem na tor podczas podnoszenia wózka. Ograniczniki te zabezpieczają również układ napędowy przed uszkodzeniem wynikającym z ponadnormatywnych przemieszczeń.

2.4. Usprężynowanie II-go stopnia

Usprężynowanie II-ego stopnia (rys. 7) stanowią dwa komplety sprężyn pneumatycznych wraz z gumowo-metalowymi sprężynami awaryjnego oparcia nadwozia. Sprężyny realizują ruch poprzeczny oraz obrót wózka względem nadwozia. Układ zasilania i sterowania usprężynowania pneumatycznego zabudowany jest na nadwoziu pojazdu. Stała wysokość sprężyn niezależnie od obciążenia utrzymywana jest poprzez zawory ważące zabudowane na ostoju pojazdu i połączone przegubowo łącznikiem z ramą wózka. Regulacja wysokości pudła pojazdu od główki szyny możliwa jest poprzez zastosowanie podkładek regulacyjnych pod gumowo-metalowe sprężyny awaryjnego oparcia nadwozia. Maksymalne obciążenie 1 kompletu sprężyn wynosi 170 kN przy ciśnieniu zasilania 5,8 bar.



Rys. 7. Węzeł usprężynowania II-go stopnia wózków typu 41MN oraz 46AN

2.5. Układ napędowy

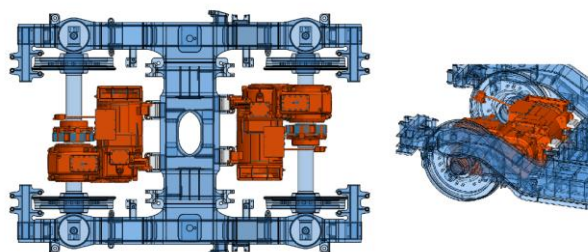
Układ napędowy wózka (rys. 8) tworzą dwa komplety silnik trakcyjny - sprzęgło przeponowe od strony silnika – przekładnia zamontowane na ramie wózka: z jednej strony osadzone poprzez koło zębate oraz system ułożyskowania i zawieszenia za pomocą elastycznego sprzęgła segmentowego na osi zestawu kołowego, z drugiej strony przymocowane poprzez elementy gumowo-metalowe do wsporników przyspawanych do ramy wózka.

Silnik trakcyjny to 3-fazowy silnik asynchroniczny z wirnikiem klatkowym przeznaczonym do pracy z przetwornicą częstotliwości. Silnik wyposażony jest w czujniki prędkości obrotowej oraz w czujniki termometryczne typu Pt100 do pomiaru temperatur uzwojeń stojana (wartości nastawcze temperatur: ostrzeżenie 170°C, odłączenie 180°C). Silnik trakcyjny posiada chłodzenie obce. Powietrze chłodzące dostarczane jest z pojazdu za pomocą mieszka falistego a odprowadzane z silnika przez kratki wentylacyjne. Podstawo-

we parametry silnika trakcyjnego przedstawiono w tabeli 5.

Silnik trakcyjny przytwierdzony jest kołnierzowo bezpośrednio do przekładni, tym samym nie jest potrzebne łożysko silnika po stronie przekładni. Wał wirnika jest połączony z wałem wejściowym przekładni za pomocą elastycznego sprzęgła membranowego. Po stronie przekładni znajduje się przesuwne łożysko wałeczkowe. Silnik trakcyjny z przekładnią zawieszony jest na wózku pojazdu za pomocą łączników gumowo-metalowych.

Podstawowe parametry przekładni trakcyjnej przedstawiono w tabeli 6.



Rys. 8. Układ napędowy wózka 41MN

Tabela 5. Podstawowe parametry silnika trakcyjnego

Parametr	Jednostka	Wartość
Tryb pracy	–	S1
Moc	kW	300
Napięcie	V	2340
Prąd	A	96
Prędkość obrotowa	min ⁻¹	2139
Częstotliwość	Hz	72
Sprawność	%	94.3
Współczynnik mocy cos φ	–	0.82
Moment obrotowy	Nm	1339
Moment bezwładności masy wirnika	kgm ²	2.1
Masa	kg	silnik bez osprzętu – 629 sprzęgło przeponowe – 31 wirnik – 191
Izolacja	–	impregnacja VPI, klasa termiczna 200 wg IEC 349

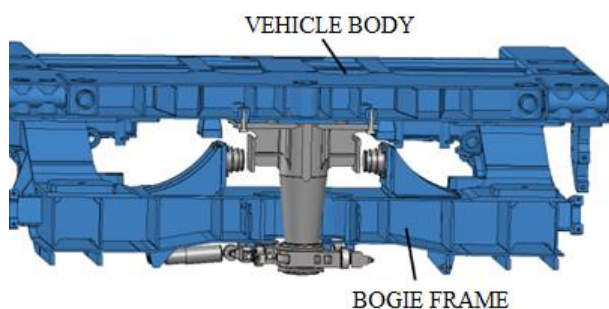
Tabela 6. Podstawowe parametry przekładni trakcyjnej

Parametr	Jednostka	Wartość
Rodzaj przekładni	–	dwustopniowa
Przełożenie przekładni	–	5.98
Maksymalna prędkość obrotowa	min ⁻¹	6570
Maksymalny przenoszony moment obrotowy	Nm	2846
Masa	kg	580 (przekładnia ze sprzęgłem) 85 (samo sprzęgło)

2.6. Układ przeniesienia siły pociągowej

Siły wzdłużne i poprzeczne pomiędzy nadwoziem i wózkiem są przenoszone za pomocą czopa skrętowe-

go przykręconego do ostoi pojazdu a następnie poprzez zabudowany w dolnej części zespół aparatu pociągowego na ramę wózka (rys. 9). Zespół aparatu pociągowego zabudowany jest na czopie skřętu na łożyskach stożkowych. Siły są przekazywane na ramę za pomocą dwóch równoległych prowadników zakończonych przegubami kulistymi. W kierunku wzdłużnym połączenie jest bezluzowe. W kierunku poprzecznym po wyczerpaniu luzu swobodnego, zespół wchodzi we współpracę z odbijakami gumowo-metalowymi. W przypadku konieczności podnoszenia pudła z wózkiem po wyczerpaniu luzów pionowych między ramą wózka a zespołem cięgła wózek jest podnoszony poprzez czop skřętu z zespołem aparatu pociągowego.



Rys. 9. Układ przeniesienia siły pociągowej w wózkach typu 41MN oraz 46AN

2.7. Elementy wykonawcze hamulca na wózkach

Pojazd dla którego zostały zaprojektowane wózki napędne i toczne został wyposażony w następujące rodzaje hamulców montowane na wózkach:

- hamulec elektrodynamiczny (ED) wykorzystujący siłę hamującą z przestawienia silnika trakcyjnego na pracę prądnicową – działający na wózku napędnym,
- hamulec elektropneumatyczny typu bezpośredniego (EP-B),
- pneumatyczny hamulec zespolony (PN),
- układ klocków czyszczących powierzchnie toczne kół, poprawiający przyczepność (KC),
- elektromagnetyczny hamulec szynowy cierny (Mg) – montowany na wózku tocznym,
- parkingowy hamulec sprężynowy (PS) – montowany na wózku tocznym.

Na każdej osi pojazdu zamontowano 2 tarcze hamulcowe $\phi 680/390 \times 135$ mm. Tarcza hamulcowa składa się z dwóch pierścieni ciernych nazywanych wewnętrznymi lub zewnętrznymi w zależności od ich położenia względem obrzeża koła. Grubość pierścienia ciernego oraz liczba i geometria żeber chłodzących są tak zaprojektowane, aby utrzymać temperaturę pierścienia ciernego w dopuszczalnym zakresie oraz minimalizować obciążenia cieplne i mechaniczne. Żebra chłodzące oprócz odprowadzania ciepła

służą także jako podpora pierścienia ciernego na kole. Tarcze hamulcowe zabudowane na kołach pojazdu zapewniają uzyskanie większych mocy hamowania w stosunku do klasycznego rozwiązania polegającego na zabudowie tarczy na osi. Jest to bezpośrednio związane z większymi wymiarami tarczy umożliwiającymi uzyskanie dużych promieni tarcia.

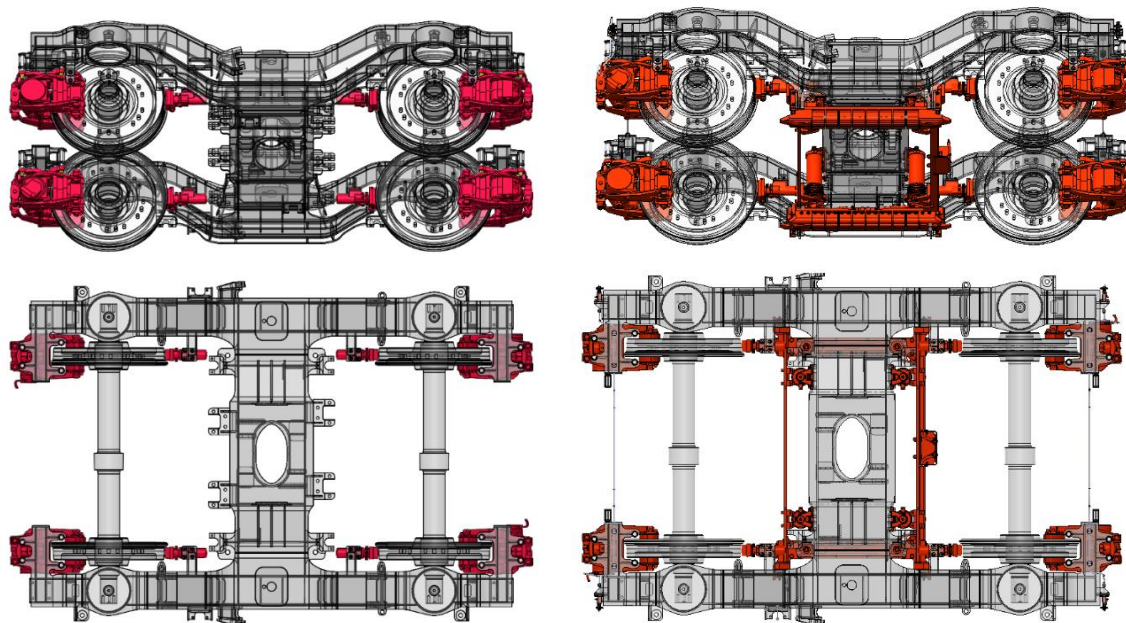
Każda oś pojazdu wyposażona jest w dwa zaciski hamulcowe. Zastosowane są dwa typy, pierwszy posiada tylko cylinder hamulca pneumatycznego, drugi zaś cylinder hamulca pneumatycznego i sprężynowego. W cylindrze hamulca pneumatycznego siłę hamującą wytwarza ciśnienie sprężonego powietrza. Sprężyna o „małej” sile służy do rozluźnienia zacisku po zmniejszeniu ciśnienia. W cylindrze hamulca sprężynowego siłę hamującą wytwarza sprężyna o „dużej” sile. Podanie sprężonego powietrza powoduje wytworzenie siły przeciwdziałającej. Po przekroczeniu odpowiedniej wartości ciśnienia następuje całkowite zwolnienie zacisku hamulca sprężynowego. Każdy zacisk hamulcowy jest wyposażony w nastawiacz skoku niwelujący zużycie okładzin hamulcowych. W pojeździe zastosowano okładziny organiczne hamulcowe JURID 878 zgodne z wymogami UIC – 200 cm² (400 cm² dwie połowy) o grubości nominalnej 35 mm. W okolicy każdego koła zabudowano pneumatyczne bloki czyszczące powierzchnię toczną koła z ewentualnych nalepów, zapewniając optymalny współczynnik tarcia koło–szyna.

Wszystkie elementy układu hamulcowego są sterowane i zasilane z odpowiednich tablic pneumatycznych. Elementy wykonawcze hamulca zabudowane na wózkach 41MN/46AN przedstawiono kolorem czerwonym na rys. 10.

2.8. Stabilizator przechyłania nadwozia

Stabilizator jest elementem łączącym ramę wózka z ostoją pojazdu. Składa się z rury połączonej z ramionami i dźwigniami regulowanymi, przymocowanymi do ostoi pojazdu. Sztywność skřętna stabilizatora wynosi 1,5 MNm/rad. Dźwignie mają zakończenia przegubowe umożliwiające obrót stabilizatora względem wózka. Kształt ramion stabilizatora pozwala na jego bezkolizyjne działanie przy pełnym skřęcie nadwozia względem wózka.

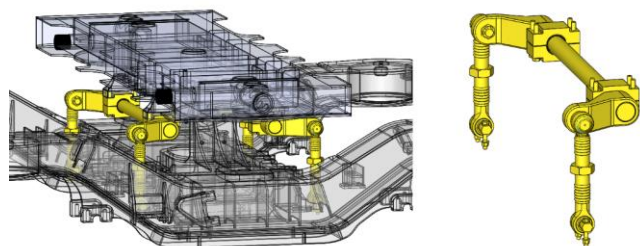
Każdy z wózków wyposażono w dwa stabilizatory przechyłania nadwozia. Zastosowanie stabilizatorów w pojeździe ogranicza współczynnik kołysania nadwozia i zapewnia poprawne wpisywanie się pantografu w skrajnię pojazdu przez zwiększenie sztywności katowej zawieszenia. Jego zastosowanie pozwala na utrzymanie wspomnianego współczynnika kołysania nadwozia w zakresie $S \leq 0,4$. Przeprowadzone badania symulacyjne wskazały na uzyskanie wartości



Rys. 10. Układ hamulcowy wózka napędowego typu 41MN (po lewej) oraz tocznego typu 46AN (po prawej)

współczynnika 0,36 w stanie załadowanym oraz 0,25 w stanie próżnym. Zabudowa stabilizatorów przechylenia przedstawione zostały na rys. 11.

w zależności od potrzeb w czujniki dla układu ETCS i nadajnik prędkościomierza dla rejestratora.



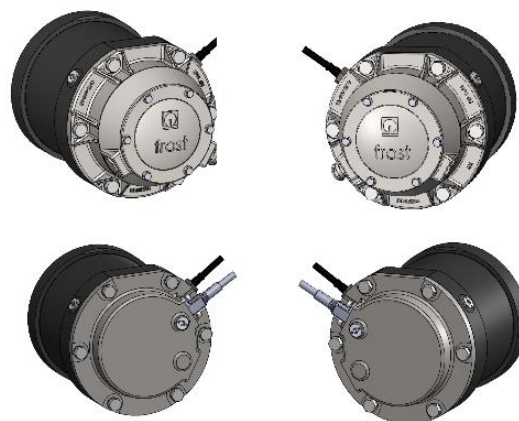
Rys. 11. Stabilizator przechylenia nadwozia

2.9. Układ obudowy łożysk osiowych (maźnice)

Obudowy łożysk osiowych (maźnice) spełniają kilka funkcji:

- są obudową dla łożysk osiowych, w prezentowanych wózkach zastosowano łożyska bezobsługowe szczelne typu TBU,
- stanowią mocowanie zestawu kołowego poprzez wahacze do ramy wózka,
- do czoła korpusu obudowy łożyska mocowane są urządzenia i czujniki odpowiedzialne za bezpieczeństwo i prowadzenie pojazdu.

Wszystkie obudowy łożysk osiowych (rys. 12) wyposażone są w czujniki temperatury. Każda oś zestawu kołowego w wózkach napędowym i tocznym posiada jedną obudowę łożyska osiowego wyposażoną w urządzenie uziemiające (szczotkę uszyniającą), dodatkowo jedna maźnica na osi posiada zabudowany czujnik dla układu przeciwpółślizgowego hamulca, pozostałe obudowy łożysk osiowych wyposażone są

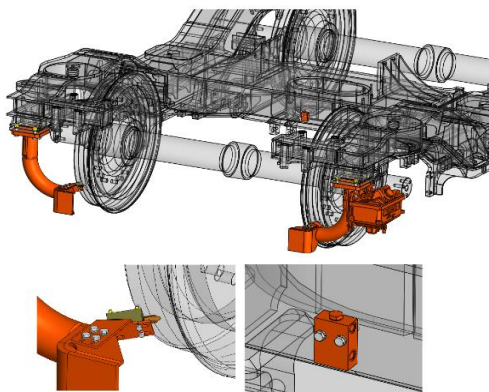


Rys. 12. Układ maźnic na wózku

2.10. Elementy wyposażenia dodatkowego

- Układ smarowania obrzeży kół

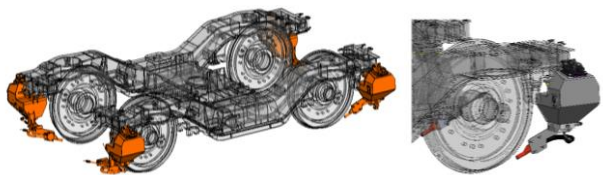
Pojazd wyposażony jest w olejowy system smarowania obrzeży zestawów kołowych firmy DELIMON przedstawiony na rys. 13. System zabudowany jest na wózkach tocznych – skrajnych pojazdu. Oś nabiegająca wózków skrajnych posiada dysze zarówno z lewej jak i prawej strony. Smarowanie odbywa się tylko na osiach nabiegających zgodnie z kierunkiem jazdy. Układ posiada czujnik obrotu wózka względem pudła, dlatego też podczas jazdy po łuku może być uruchomione dodatkowe smarowanie obrzeży kół. Każdy wózek skrajny posiada indywidualny zbiornik smaru o pojemności 6,5 dm³. Na dnie zbiornika zamontowana jest tłokowa pompa dozująca.



Rys. 13. Układ smarowania obrzeży kół wózka 46AN

– Piasecznice

Pojazd jest wyposażony w piasecznice typu SD1 (rys. 14). Każde koło wózka napędowego posiada odrębny zbiornik piasku, który jest ogrzewany za pomocą grzałki z termostatem. Z każdej piasecznicy wyprowadzony jest przewód giętki doprowadzający piasek w bezpośrednie sąsiedztwo styku koło – szyna przy pomocy dyszy. Dysze piasecznic są również elektrycznie ogrzewane. W czasie normalnej pracy pojazdu piasecznice uruchamiane są automatycznie podczas wykrycia poślizgu przy hamowaniu lub rozruchu. Ilość wysypywanego piasku z piasecznicy zależy od wartości podawanego ciśnienia. Wartość ciśnienia na wyjściu regulatora jest tak określona, aby zapewnić ilość wysypywanego piasku na poziomie 400+100 g/30 s pracy. W zbiornikach piasecznic do oceny poziomu piasku zabudowany jest wziernik. Dodatkowo układ posiada czujnik poziomu piasku informujący maszynistę o niskim jego poziomie.



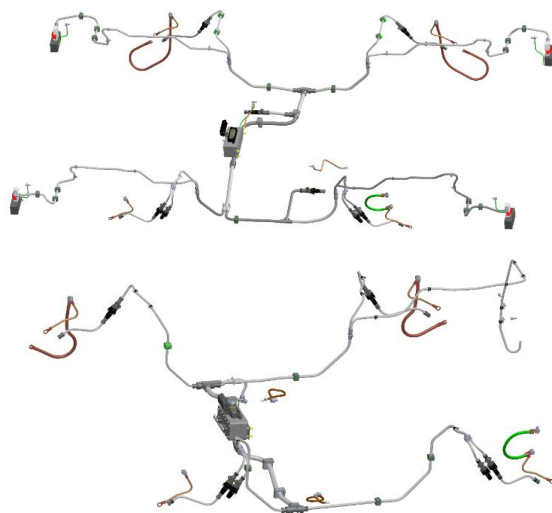
Rys. 14. Układ piaskowania wózka napędowego 41MN

– Układ przewodów elektrycznych na wózku

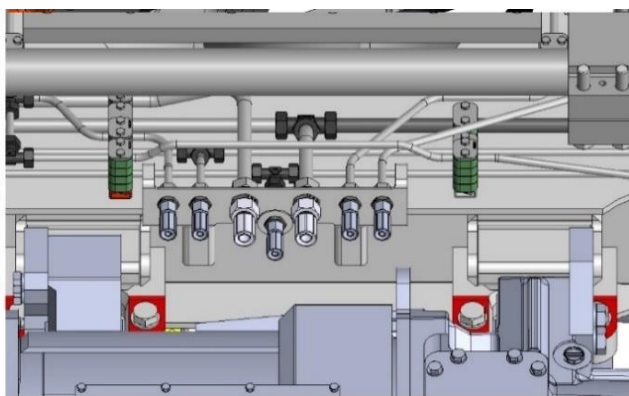
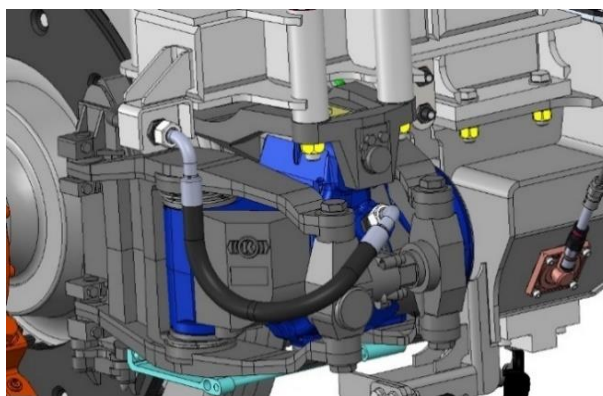
W zabudowie wózków rozróżnić możemy dwa rodzaje instalacji elektrycznej. Pierwsza z nich – wysokoprądowa zasila elementy wykonawcze urządzeń napięciem bezpiecznym 24 V. Do elementów tych należą grzałki dysz dozujących piasek w układzie piaskowania, układ smarowania obrzeży kół, układ hamulca szynowego.

Drugą odrębną instalację stanowią czujniki zamontowane na wózku. Należą do nich czujniki związane z układem hamulcowym (czujnik przeciwpślizgu), diagnostyką wózka oraz systemem bezpieczeństwa ruchu pojazdu (ETCS).

Cała instalacja elektryczna wykonana jest szczelnie, tzn. wszystkie elementy złączne oraz rury osłonowe wykonane są z elementów o klasie wodoszczelności IP68. W celu zapewnienia wygody obsługi połączenia pudło–wózek wszystkie przewody zostały podłączone do wspólnego złącza znajdującego się w centralnej części wózka zarówno tocznego jak i napędowego. Układy przewodów na omawianych wózkach przedstawiono na rys. 15.



Rys. 15. Układ przewodów elektrycznych wózka 41MN (powyżej) oraz 46AN (poniżej)



Rys. 16. Układ przewodów pneumatycznych na wózku 41MN

– Układ przewodów pneumatycznych na wózku
Układ przewodów pneumatycznych (rys. 16) wykonany został z rur nierdzewnych, elastycznych przewodów przyłączeniowych oraz złączek grodziowych. Do mocowania rur do ramy wózka wykorzystano obejmy STAUFF, które z kolei przykręcano do profili przy użyciu systemowych nakrętek typu T, pozwalających na swobodne przesuwanie obejm po długości profilu. Instalacja pneumatyczna – podobnie jak elektryczna posiada swoje przyłącze w centralnej części wózka.

4. Podsumowanie

Wózki 41MN oraz 46AN opracowane zostały w celu zastosowania w rodzinie pojazdów 227M, 228M (FPS Plus). Zastosowane rozwiązania układu biegowego umożliwiają jazdę z maksymalną prędkością 160 km/h.

Zunifikowana konstrukcja ramy pozwala na łatwe jej dostosowanie do zabudowy zarówno podzespołów wózka napędowego jak i tocznego. Podstawowe układy wózków zaprojektowane zostały tak aby przenieść obciążenia wynikające z nacisku zestawu kołowego

na tor, wynoszącego 18 t. Odpowiedni dobór I, II stopnia usprężynowania oraz układów przeniesienia siły pociągowej i prowadzenia zestawów kołowych przekłada się na dobre własności biegowe wózków. Pozwala to zapewnić wysoki poziom bezpieczeństwa, komfortu jazdy oraz minimalizację zużycia powierzchni tocznej kół. Zastosowanie zabudowy tarczy hamulcowych w kołach umożliwiło dobre wykorzystanie miejsca, w środkowej części osi, do zabudowy układu napędowego. Podczas określania nowych warunków zabudowy zaprojektowanych układów biegowych należy mieć na uwadze kryteria, które muszą być spełnione.

Jako kryteria należy przyjąć:

- kompatybilność mechaniczną,
- kompatybilność elektryczną,
- kompatybilność pneumatyczną,
- odpowiednią wytrzymałość materiału, potwierdzoną analitycznie za pomocą metod obliczeniowych,
- bezpieczeństwo przeciw wykolejeniu i dynamikę, potwierdzoną za pomocą analitycznych metod obliczeniowych.

Nomenclature

ED electrodynamic brake
EP-B electro-pneumatic brake
ETCS European Train Control System
HZT hybrid traction units
PN pneumatic combined brake
PS parking spring brake

S body roll
TBU Tapered Bearing Unit
TSI Technical Specifications for Interoperability
UIC Union Internationale des Chemins de fe (International union of railways)

Bibliography

- [1] Antkowiak T., Far. M. Analiza możliwości zaimplementowania wózka typu 41MN oraz 46AN do autobusu szynowego 51WE, *OR-12370*. Rail Vehicles Institute, Poznan 2021.
- [2] Miklasz R. Running gears of a 227M-type mybrid vehicle. *XXIV Scientific Conference Rail Vehicles*. Cracov University of Technology, Cracov 2021.
- [3] Operation and maintenance documentation of a bogie type 41MN for a rail bus 227M. Technical description. Rail Vehicles Institute, Poznan 2020.
- [4] Operation and maintenance documentation of a bogie type 46AN for a rail bus 227M. Technical description. Rail Vehicles Institute, Poznan 2020.
- [5] Commission Regulation (EU) No 1302/2014 of 18 November 2014 concerning a technical specification for interoperability relating to the ‘rolling stock – locomotives and passenger rolling stock’ subsystem of the rail system in the European Union Text with EEA relevance. <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1302/oj>
- [6] Hasslinger H. Lastannahmen für Radsatzwellen–Bestandsanalyse. *Eisenbahntechnische Rundschau*. 12, 2009. <https://eurailpress-archiv.de/SingleView.aspx?lng=en&show=17443>
- [7] Grubisic V., Fischer V. Sichere Bemessung von ICE-Radsatzwellen. *Eisenbahntechnische Rundschau*. 1-2, 2011. <https://eurailpress-archiv.de>
- [8] Müller R. Aktuelle Probleme der Berührgeometrie Rad/Schiene. *ZEVrail Glasers*. 10(127), 2003. <https://www.zevrail.de>
- [9] Ritscher U. Entgleisungssicherheit: Untersuchungen im Weichenbereich. *Eisenbahn-ingenieur*. 1, 2008. <https://www.eurailpress.de>
- [10] Richard A., Sander M., Wirxel M. et al. Ermittlung von Inspektionsinterwallen mittels Risswachstumsuntersuchungen. *Eisenbahn-ingenieur*. 2, 2010. <https://www.eurailpress.de>