

Projekt badawczy „Budowa i testowanie innowacyjnych wagonów towarowych”

Informację opracował Janusz POLIŃSKI¹

Streszczenie

W informacji opisano wyniki projektu Federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej dotyczącego budowy i testowania innowacyjnych wagonów towarowych. W czterech prototypach wagonów (platforma do ciężkich ładunków, wagon do przewozu kontenerów, cysterna do produktów chemicznych i wagon przegubowy do przewozu samochodów) zastosowano innowacyjne komponenty i urządzenia, mające wpływ na bezpieczeństwo, jakość przewozów, rentowność konstrukcji, obniżenie kosztów utrzymania oraz ograniczenie hałasu. Na podstawie końcowego opracowania zaprezentowano wyniki prób i testów. Bez wprowadzenia innowacyjnego taboru towarowego kolej nie będzie mogła przejąć przewozu ładunków z mniej ekologicznych gałęzi transportu.

Słowa kluczowe: transport kolejowy, badania wagonów towarowych, innowacyjny wagon towarowy

We wrześniu 2016 roku Federalne Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (ang. *Border Management and Visa Instrument* – BMVI) zainicjowało projekt badawczy pt. „Budowa i testowanie innowacyjnych wagonów towarowych”. Projekt był realizowany przez grupę roboczą (Arge) składającą się z przedstawicieli DB Cargo AG i VTG AG², które zawiązały konsorcjum. Na zlecenie BMDV firma PROSE GmbH przeprowadziła niezależną ocenę metrologiczną w zakresie hałasu i energii. Realizacja projektu trwała trzy lata. Pomimo tego, że wyniki projektu opublikowano z końcem 2019 roku, warto przedstawić zagadnienia z zakresu innowacyjności taboru zwłaszcza, że przed kolejną są stawiane oczekiwania dotyczące systematycznego przejmowania przewozu towarów z transportu drogowego i lotniczego. Warunkiem powodzenia tych działań jest dysponowanie innowacyjnym taborzem przewozowym.

Celem tego projektu było wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań w konstrukcji wagonów, które wpłynęłyby na wzrost rentowności kolejowego transportu towarowego oraz na zmniejszenie zużycia energii i hałasu. W tym celu utworzono 12 pakietów roboczych, grupujących zagadnienia decydujące o innowacyjności wagonów. Do tego celu wyprodukowano prototypy czterech rodzajów

wagonów, po trzy wagony każdego rodzaju. W konstrukcjach wagonów zastosowano 27 różnych, innowacyjnych komponentów i rozwiązań technicznych, które przetestowano w trakcie badań eksploatacyjnych. Przegląd zastosowanych innowacyjnych komponentów przedstawiono w tablicy 1.

W trakcie realizacji projektu, konsorcjum DB Cargo i VTG było wspierane przez ponad 30 niemieckich i zagranicznych dostawców. Wyniki projektu powinny przyspieszyć wykorzystanie innowacyjnych wagonów towarowych (IWT), które są cichsze, bardziej energooszczędne, a przy tym bardziej ekonomiczne w eksploatacji od dotychczas stosowanych. Wykonanie badań eksploatacyjnych było związane z uzyskaniem zezwoleń dopuszczających prototypy do ruchu po infrastrukturze DB Netz AG – zarządcy linii kolejowych w Niemczech, a także pozwolenia do kursowania w krajach sąsiednich (Austrii, Szwajcarii, Włoszech i Szwecji). W trakcie realizacji projektu wykonano ponad 70 pomiarów hałasu i zużycia energii. Badanie i testowanie odbywało się w różnych warunkach atmosferycznych i porach roku. Podczas badań wagony przejechały 150 000 km. W tym czasie przeprowadzono pomiary zużycia innowacyjnych zestawów kołowych oraz elementów hamulców.

¹ Dr inż., emerytowany pracownik Instytut Kolejnictwa; e-mail: jpolin53@vp.pl.

² VTG – niemiecka firma z siedzibą w Hamburgu, zajmująca się wynajmem wagonów (w tym budową, naprawą i konserwacją), logistyką kolejową i logistyką cystern. Jej klientami jest około tysiąca firm z branży chemicznej, naftowej, motoryzacyjnej, papierniczej i dóbr konsumpcyjnych. Firma jest największą tego typu w Europie. Posiada 94 000 wagonów towarowych i prowadzi działalność w 49 krajach.

Tablica 1

Przegląd innowacyjnych komponentów [1]

Wagon	DB						VTG					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Innowacyjne wózki	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X
Innowacyjny hamulec tarczowy	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X
Innowacyjne zestawy kołowe	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Powłoka zestawu kołowego	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Tłumienie dźwięku od kół	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ochrona przed hałasem	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-
Telematyka - podstawowe wyposaż.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Czujniki i kodowanie sygnałów	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cyfrowy wyświetlacz stanu hamulca	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Linie zasilania	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Magistrala danych	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hamulec elektropneumatyczny	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Automatyczne smarowanie zderzaków	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-

W celu sprawdzenia rentowności IWT oraz stosowania innowacyjnych komponentów, sporządzono ekonomiczne studium wykonalności i opracowano model do obliczania kosztów cyklu życia poszczególnych wagonów. W ramach projektu podjęto także działania promocyjne, rozpowszechniające uzyskaną wiedzę, aby m.in. ułatwić producentom opracowywanie konkurencyjnych konstrukcji na rynku taboru kolejowego. Konsorcjum dysponowało pociągiem demonstracyjnym, składającym się z wagonów konwencjonalnych (zwanymi referencyjnymi) i prototypów:

- trzech wagonów platform do przewozu ciężkich ładunków, rysunek 1,



Rys. 1. Innowacyjna platforma „BraCoil” serii Saghmnms [1]



Rys. 2. Innowacyjny wagon serii Laaeffrs561 do przewozu samochodów [1]

- trzech wagonów cystern do przewozu płynnych ładunków chemicznych (rys. 3),



Rys. 3. Innowacyjny wagon cysterna serii Zacens [1]

- trzech dwusegmentowych wagonów piętrowych do przewozu samochodów (rys. 2),

- trzech wagonów platform do przewozu kontenerów (rys. 4).



Rys. 4. Innowacyjne wagony kontenerowe serii Sggn [1]

W składzie demonstracyjnym były trzy wagony, w których zainstalowano sprzęgi samoczynne trzech producentów. Ze względu na brak możliwości podłączenia każdego wagonu osobno do pojazdów innowacyjnych, wagony te traktowano jako jeden pojazd, posiadający na końcach tradycyjne sprzęgi śrubowe ze zderzakami. Grupę tę stanowiły:

- wagon cysterna serii Zagns własności firmy VTG do przewozu sprężonego gazu, posiadający na jednym końcu sprzęg śrubowy, a na drugim sprzęg samoczynny typu Scharfenberg,
- wagon platforma serii Sahnms711 należący do DB Cargo, który na jednym końcu miał zamocowany sprzęg samoczynny typu Scharfenberg, a na drugim sprzęg typu Schwab,
- wagon cysterna serii Zacens VTG, posiadający z jednej strony sprzęg typu Schwab, a z drugiej tradycyjny sprzęg śrubowy ze zderzakami.

W prototypach wagonów zastosowano innowacyjne wózki z regulacją promieniową i innowacyjne zestawy kołowe, nowe rozwiązania innowacyjnych hamulców tarczowych, ciche zestawy kołowe z tłumikami dźwięku, urządzenia telematyczne, cyfrowe systemy monitoringu hamul-

ców, a także linie zasilania energetycznego i przesyłania danych oraz hamulce elektropneumatyczne.

Innowacyjne wózki

Dzięki gumowemu zawieszeniu i promieniowej regulacji kół, innowacyjne typy wózków zmniejszają hałas i zapewniają mniejsze zużycie energii, a także mniejsze zużycie połączeń ruchomych. Wózki typu RC25NT firmy Eisenbahntriebe Halle GmbH & Co. KG, zainstalowano w innowacyjnych cysternach (rys. 5), natomiast wózki typu DRSS25L firmy ELH Waggonbau Niesky GmbH w wagonach kontenerowych (rys. 6). Innowacyjne wózki są droższe niż konwencjonalne wózki typu Y25.

Innowacyjny hamulec tarczowy

Hamulce tarczowe są obecnie stosowane głównie w wagonach towarowych przeznaczonych do kursowania z prędkością powyżej 120 km/h i rocznych przebiegach ponad 100 000 km. Ze względu na mniejsze zużycie zestawów kołowych z hamulcami tarczowymi, to rozwiązanie powinno być preferowane dla taboru towarowego, dzięki czemu można znacznie szybciej przewozić towary, jednak koszty zakupu hamulca tarczowego są znacznie wyższe niż tradycyjnego hamulca klockowego. Hamulce tarczowe są również cięższe niż hamulce klockowe. Zmniejsza to ładowność wagonów towarowych, a tym samym wpływa na ekonomię przewozów. Stąd w ramach projektu badawczego głównym zadaniem było poszukanie rozwiązania, które zachowując wszelkie charakterystyki funkcjonalności oraz zasady bezpieczeństwa hamulców tarczowych, dawałoby rozwiązanie znacznie lżejsze. Firma Faiveley Transport³ opracowała innowacyjną tarczę, która była lżejsza od obecnie stosowanych o 49 kg. Oszczędności z tytułu zastosowania tarcz dla czteroosiowego wagonu wyniosły 392 kg. Takie tarcze zainstalowano na kołach wózków wagonów kontenerowych. Zastosowanie nowych hamulców



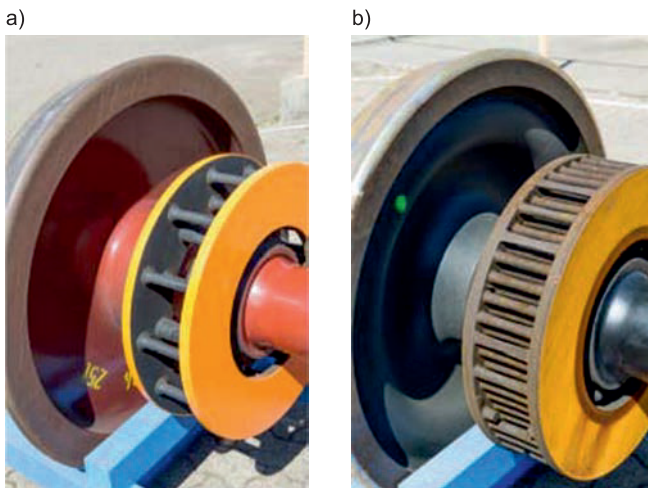
Rys. 5. Wózek typu RC25NT w wagonie cysternie [1]



Rys. 6. Wózek typu DRSS25L w wagonie platformie kontenerowej [1]

³ Faiveley Transport – międzynarodowy producent i dostawca sprzętu dla przemysłu kolejowego.

tarczowych zapobiega stratom ładowności wagonu, a tym samym stratom zdolności przewozowej. Tarczę innowacyjną i konwencjonalną pokazano na rysunku 7.



Rys. 7. Porównanie innowacyjnego i konwencjonalnego hamulca tarczowego [1]: a) Innowacyjna tarcza stalowa, spawana – 86 kg, b) Konwencjonalna tarcza odlewana – 135 kg

Innowacyjne zestawy kołowe

W celu zmniejszenia hałasu emitowanego przez zestawy kołowe, innowacyjne wagony towarowe z różnymi modelami zestawów kołowych firmy Bonatrans a.s.⁴, Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH⁵ i Lucchini RS S.p.A.⁶ przetestowano zgodnie z wymaganiami specyfikacji interoperacyjności TSI Hałas / DIN EN ISO 3095. Zestawy kołowe dostarczono z kołami tłumiącymi hałas, elementami pierścieniowymi i odpowiednimi powłokami. Podczas jazd testowych w Wegberg-Wildenrath oceniono w sumie dziesięć typów zestawów kołowych pod względem emisji hałasu.

W odniesieniu do zestawów kołowych o średnicy 920 mm z hamulcami tarczowymi zastosowanymi w IWT cysternach i wagonach kontenerowych, zmierzono efekt hałasu dla:

- zestawu kołowego Bonatrans,
- zestawu kołowego Bonatrans z elementem pierścieniowym,
- zestawu kołowego Bonatrans z elementem pierścieniowym i amortyzatorem,
- zestawu kołowego Lucchini z amortyzatorem Syope (rys. 8).



Rys. 8. Zestaw kół Lucchini z amortyzatorem Syope [1]

W IWT do przewozu samochodów stosuje się średnice zestawów kołowych 760 mm lub wymagane 730 mm. Podczas jazd próbnych w Wegberg-Wildenrath przetestowano następujące zestawy kołowe:

- zestaw kołowy Bonatrans,
- zestaw kół Bonatrans z elementem pierścieniowym,
- zestaw kołowy Lucchini z Hypno-Absorber (rys. 9).



Rys. 9. Zestaw kołowy Lucchini z Hypno-Absorberem [1]

Fartuchy dźwiękochłonne

W imieniu konsorcjum, Instytut Pojazdów Szynowych RWTH Aachen Uniwersytet oraz Instytut Transportu Lądowego i Morskiego Politechniki Berlińskiej opracowały ekrany akustyczne uwzględniające wymagania skrajni budowli. Zdefiniowano również ramowe warunki stosowania ekranów akustycznych. Obliczenia wytrzymałościowe zostały przeprowadzone przez RWTH w Aachen. Fartuchy dźwiękochłonne, są umieszczone blisko źródeł hałasu. Ich zadaniem

⁴ Bonatrans Group as jest spółką akcyjną z siedzibą w Bohuminie (Czechy) zajmującą się produkcją kolejowych zestawów kołowych (największy producent w Europie) i pochłaniaczy hałasu.

⁵ Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH – spółka produkująca zestawy kołowe dla pojazdów szynowych z siedzibą w Oberhausen (Niemcy).

⁶ Lucchini RS S.p.A. – włoska firma specjalizująca się w wyrobach stalowych i produkcji zestawów kołowych dostarczanych w komplecie z maźnicami, łożyskami, tarczami hamulcowymi i jednostkami napędowymi. W październiku 2007 roku firma założyła spółkę joint venture w Chinach, Zhibo Lucchini Railway Equipment Ltd. Firma ta jest liderem chińskiego rynku w produkcji kół, osi i zestawów kołowych do kolei dużych prędkości.

jest redukcja hałasu przez izolowanie go od otoczenia. Podstawowe wymagania dotyczące fartuchów dźwiękowych to:

- ekranowanie źródła dźwięku (wózki, tarcze kół),
- zmniejszenie szczeliny powietrznej między podłogą a barierą dźwiękową,
- takie rozwiązanie konstrukcji, aby uniemożliwić wibrowanie fartucha podczas jazdy,
- stosowanie dodatkowych materiałów chłonnych i powłok po wewnętrznej stronie fartucha.

Konstrukcja ekranów dźwiękochłonnych musi być solidna, aby stłumić wysoki poziom hałasu i być odporna na oddziaływanie sił, pochodzących od pociągów przejeżdżających z dużą prędkością po sąsiednich torach. Oprócz wysokich kosztów opracowania i zakupu ekranów akustycznych, ciężkie konstrukcje ekranów zmniejszają ładowność wagonu, a tym samym wpływają na opłacalność przewozów. Ponadto, ekrany ograniczają widok na tarczę koła podczas przeglądu technicznego pojazdu. Pomimo wspomnianych wad ekranów akustycznych, jazdy próbne w Wegberg-Wildenrath wykazały możliwość redukcji hałasu. Ekran akustyczny został zaprojektowany w taki sposób, aby można było przykręcić je do ramy wagonu towarowego lub ramy wózka przy niewielkim wysiłku. Testowane ekrany akustyczne były przeznaczone wyłącznie do próbnych jazd w centrum testowym i walidacyjnym Wegberg-Wildenrath. Przykładowe rozwiązania prototypów ekranów opracowanych przez firmę Braase GmbH pokazano na rysunkach 10 oraz 11.



Rys. 10. Oszłona przeciwdźwiękowa zestawu kołowego IWT do przewozu samochodów [1]



Rys. 11. Oszłona akustyczna wózka IWT cysterny [1]

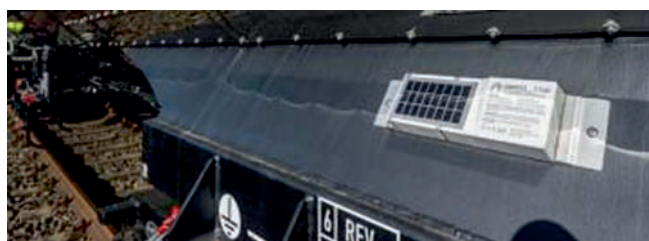
Telematyka i czujniki

Wraz z pojawieniem się urządzeń telematycznych w wagonach towarowych, zrobiono ważny krok na drodze do cyfryzacji kolejowego transportu towarowego. Cyfryzacja zapewnia, że jest możliwe pogłębienie integracji kolei z łańcuchami transportowymi w procesach dostaw. Jedną część projektu skupiła się na zastosowaniach telematycznych. IWT wyposażone w urządzenia telematyczne spełniają różne funkcje, takie jak określanie lokalizacji, czy rejestracja przevozu. W urządzenia telematyczne firmy Siemens AG są systematycznie wyposażane wagony towarowe wykorzystane przez DB Cargo AG, rysunek 12.



Rys. 12. Urządzenie telematyczne firmy Siemens AG na IWT do przewozu samochodów [1]

Oprócz rejestrowania pozycji za pomocą GNSS, urządzenia pozwalają rejestrować i przysyłać informacje dotyczące lokalizacji wagonu oraz zdarzeń występujących w funkcji czasu, jak np. raportowanie zdarzeń takich, jak uderzenie, stan ruchu (start, stop, pozycja postojowa), temperatura i stan naładowania (próżny, ładowny), wielkość przebiegu. Zapytanie o różne informacje odbywa się za pośrednictwem numeru wagonu lub tak zwanego oznaczenia CTmobile. Informacje są wyświetlane w interfejsie internetowym CTportal. Firma VTG, jako właściciel części wagonów towarowych, korzystała z urządzeń telematycznych firmy Nexiot AG, rysunek 13.



Rys. 13. Urządzenie telematyczne firmy Nexiot AG⁷ zainstalowane na IWT cysterny [1]

Urządzenia tego typu mogą określić dokładną lokalizację wagonu towarowego za pomocą GPS i automatycznie odwzorować w szerokim zakresie funkcje śledzenia w jednostkach czasu. Urządzenie jest wyposażone w czujniki do

⁷ Nexiot AG – szwajcarska firma produkująca inteligentne systemy czujników „zero konserwacji”, które monitorują temperaturę materiałów niebezpiecznych w kolejowym transporcie towarowym. Systemy umożliwiają monitorowanie w czasie rzeczywistym zarówno przewożonej substancji chemicznej, jak i np. rur parowych używanych do ogrzewania ładunku.

wykrywania wstrząsów pochodzących, np. od uderzeń powstających podczas prac manewrowych, które są rejestrowane wraz z lokalizacją i znacznikiem czasu. Te dane można również wykorzystać do określenia przyczyn uszkodzenia ładunku. Urządzenie telematyczne ma również czujnik temperatury, co można wykorzystać np. do monitorowania temperatury ładunku na cysternach. Rejestruje się również stan naładowania z rozróżnieniem próżny/ładowny. Urządzenie można rozbudować, tzn. przez dodatkowe czujniki uzyskiwać dodatkowe informacje dotyczące wilgotności, stanu zamknięcia otworów załadunkowych itp.

Cyfrowy wyświetlacz stanu hamulca

Aplikacje telematyczne otwierają szerokie możliwości automatyzowania czynności dotychczas wykonywanych ręcznie. Niezmiernie istotna dla bezpieczeństwa ruchu jest automatyzacja testu (próby) hamulca. Test taki musi być przeprowadzony przed każdym odjazdem pociągu. Testowany w projekcie system monitorowania hamulców, wykrywa ich stan za pomocą czujników. W ramach projektu wszystkie innowacyjne wagony towarowe wyposażono w cyfrowe wyświetlacze hamulców firmy Asto Telematics GmbH⁸, rysunek 14.



Rys. 14. Cyfrowe urządzenie monitorowania stanu hamulca firmy Asto Telematics [1]

Cyfrowe wskaźniki hamowania, znajdujące się po obu stronach wagonu, informują za pomocą wyświetlacza m.in. o:

- pozycji hamulca – włączony/wyłączony,
- pozycji dźwigni hamulca P lub G,

- stanie obciążenia – pusty/załadowany/przeciążony,
- stanie zużycia klocków hamulcowych (w porządku lub nie w porządku),
- błędzie wózka,
- stanie baterii zasilającej w energię elektryczną.

Ponadto, urządzenie przesyła wykryte dane do serwera za pośrednictwem komunikacji mobilnej, skąd dane diagnostyczne mogą być wywoływane w różnych celach – na przykład przez maszynistę za pomocą komputera typu tablet.

Linia zasilania i magistral danych

Od niezawodnego i stabilnego zasilania zależy jakość monitorowanych danych i możliwość ich przesyłania do ośrodków decyzyjnych. Wiąże się to zarówno z bezpieczeństwem jazdy poszczególnych wagonów oraz przewożonych w nich ładunków, jak i ruchu całego pociągu. W przyszłości ważną będzie automatyzacja wszystkich procesów operacyjnych kolejowego transportu towarów. Jednocześnie przesyłane do kabiny maszynisty ważne dane w czasie rzeczywistym, np. dotyczące stanu hamulców, umożliwią podejmowanie przez obsługę pociągu racjonalnych decyzji związanych z bezpieczeństwem.

Priorytetem dla konsorcjum było poszukiwanie opłacalnego, standardowego rozwiązania, które można zastosować we wszystkich wagonach towarowych. W ramach projektu, innowacyjne wagony towarowe wyposażono w kabel zasilania i magistralę danych firmy Aspöck GmbH⁹ – lidera na rynku systemów kablowych do samochodowych przyczep ciężarowych.

Wprowadzenie wielu urządzeń takich, jak: hamulec elektropneumatyczny, urządzenia telematyczne, czujniki, czy urządzenia monitorowania stanu hamulca, wymagają zasilania energetycznego. Ponieważ wagony towarowe dotychczas nie były wyposażane w przewody zasilania energetycznego, badane prototypy wyposażono w stosowną instalację (rys. 15). Wskazano przy tym, że różne rozwiązania z zastosowaniem baterii nie powinny być traktowane jako docelowe. Z tego względu zbadania wymagała również docelowa wartość parametrów prądu używanego do pracy innowacyjnych urządzeń. Podobne problemy dotyczą parametrów magistrali danych CAN¹⁰. Należy zaznaczyć, że problemy te zostaną rozwiązane przez zastosowanie w najbliższej przyszłości cyfrowych sprzęgów samoczynnych DAC, których badania powinny być zakończone w grudniu 2022 roku.

⁸ Asto Telematics – niemiecka firma, opracowująca i dostarczająca urządzenia pozycjonowania, transmisji danych i odczytywania sygnałów przez czujniki, do stosowania w transporcie kolejowym.

⁹ Aspöck GmbH – wiodący w Europie austriacki producent prefabrykowanych systemów oświetleniowych do wszystkich typów pojazdów.

¹⁰ Magistrala danych CAN (Controlled Area Network) to magistrala służąca wymianie danych. Umożliwia ona wzajemną komunikację pomiędzy modułami elektronicznymi umieszczonymi na wagonie.



Rys. 15. Kabel zasilania i kabel magistrali danych firmy Aspöck [1]

Hamulec elektropneumatyczny (ep)

Dzięki zastosowaniu zaworów hamulcowych ep jest możliwe jednoczesne hamowanie lub zwalnianie hamulca we wszystkich wagonach niezależnie od długości składu pociągu. Hamulec ep obniża wzdłużne siły ściskające w składzie pociągu. Jest to rozwiązanie, które powinno być stosowane w długich pociągach. Ma tę zaletę, że zapewnia bardziej równomierne zużycie klocków hamulcowych i zestawów kołowych, co w konsekwencji może skutkować zmniejszeniem zużycia energii trakcyjnej. Oprócz wymienionych zalet, hamulec ep jest drogi, ponieważ zwykle wymagany jest drugi przewód powietrzny (po zwolnieniu hamulców szybkie napełnianie zbiorników) i linia energetyczna 110 V wzdłuż całego składu pociągu. Jeżeli do składu pociągu są włączane wagony z jednym hamulcem pneumatycznym, składy powinny posiadać linię energetyczną 110 V.

W trakcie badań działania hamulca ep, przeprowadzono także badania zwykłego składu złożonego z 20 wagonów z hamulcem pneumatycznym. Opóźnienie załączenia hamulca w ostatnim wagonie wynosiło 20 sekund. W składzie pociągu złożonym tylko z wagonów wyposażonych w hamulce ep, uruchomie-

nie wszystkich hamulców w wagonach następuje jednocześnie w ciągu 1 sekundy, bez względu na długość składu pociągu. Jeżeli w składzie pociągu konfiguracja wagonów jest mieszana, np. co czwarty wagon ma hamulec ep, to inicjacja wszystkich hamulców w wagonach, bez względu na długość składu pociągu, następuje po 4 sekundach, co obrazuje rysunek 16.

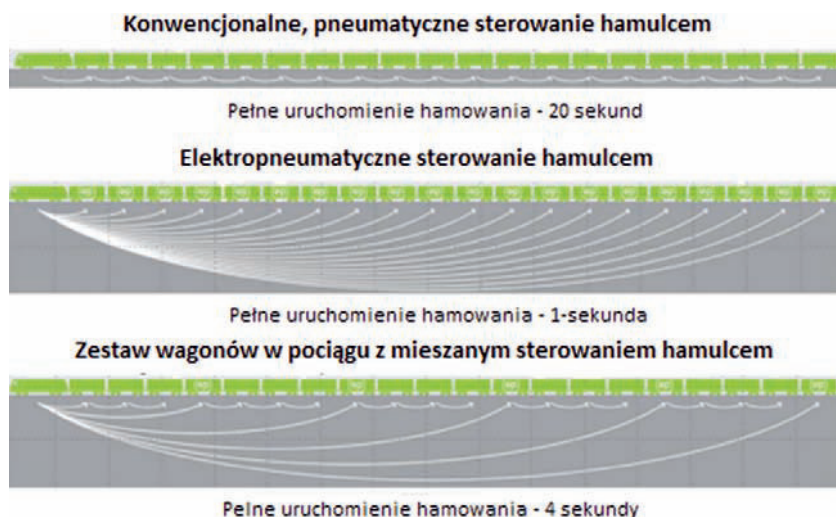
Automatyczne smarowanie zderzaków

Dostateczne smarowanie zderzaków jest zawsze konieczne ze względu na zapobieganie zużyciu powierzchni tarczy zderzaka. Niewystarczające smarowanie lub jego brak stanowi ryzyko operacyjne. W przypadku ciasnych łuków toru może to być przyczyną wykoślenia składu pociągu. Firma Faiveley Transport Schwab AG opracowała system, który automatycznie smaruje powierzchnie czołowe zderzaków w regularnych odstępach czasu (rys. 17). Prototypy innowacyjnych wagonów towarowych, z wyjątkiem wagonów kontenerowych, były wyposażone w system smarowania zderzaków.



Rys. 17. Automatyczne urządzenie do smarowania tarczy zderzaka firmy Faiveley Transport Schwab AG [1]

Badania innowacyjnych wagonów towarowych poprzedzały badania związane z wyborem automatycznego



Rys. 16. Konwencjonalne sterowanie hamulcem, sterowanie hamulcem ep i sterowanie z rozwiązaniem mieszanym (przedstawienie schematyczne) [1]

sprzęgu cyfrowego dla tego taboru. Na podstawie analizy 16 tomów końcowego projektu konsorcjum, można sformułować następujące wnioski:

- Wyniki badań i testów innowacyjnych wagonów towarowych, wskazują na konieczność ich szybkiego wdrożenia do eksploatacji ze względu na niższy poziom hałasu. Nowoczesne konstrukcje wyposażone w urządzenia kontrolno-pomiarowe są bardziej energooszczędne, a ich eksploatacja jest ekonomicznie uzasadniona.
- Przebadane cztery prototypy innowacyjnych wagonów towarowych charakteryzują się lekką konstrukcją, przy zachowaniu wszelkich wymagań dotyczących bezpieczeństwa ich eksploatacji.
- Komponenty do redukcji hałasu, takie jak innowacyjne zestawy kołowe z tłumikami dźwięku zwiększają koszty zakupu i konserwacji, a zatem są nie ekonomiczne.
- Innowacyjne wózki i hamulce tarczowe są droższe od komponentów konwencjonalnych. Pozytywne efekty korzyści w postaci mniejszego zużycia energii (w przypadku wózków innowacyjnych) lub mniejszego kosztu utrzymania (w przypadku innowacyjnych hamulców tarczowych) powstają dopiero wtedy, gdy są duże roczne przebiegi tych wagonów i większe prędkości kursowania pociągów.
- Zastosowanie telematyki i automatyzacji, pomimo zwiększonych kosztów zakupu, prowadzi do redukcji pracochłonności związanej z eksploatacją i bieżącym utrzymaniem, co udowodniono w analizach ekonomicznych.
- W początkowym okresie, wyposażanie innowacyjnych wagonów towarowych w linie energetyczne i linie przesyłania danych nie są w pełni wykorzystywane, stąd ich instalacja jest dodatkową pracą, co może wydawać się działaniem nie uzasadnionym. Jednak ten wysiłek jest niezbędny do dalszej cyfryzacji i automatyzacji procesów eksploatacyjnych. Instalowanie wspomnianych linii jest niezbędne w planowanym procesie wymiany sprzęgów śrubowych na cyfrowe sprzęgi samoczynne.
- Nowa koncepcja hamulców elektropneumatycznych i zwiększone koszty ich zakupu oraz instalacji w przypadku upowszechniania, wymaga kontynuowania dalszych badań. Na tym etapie trudno wykazać ekonomiczne uzasadnienie konieczności stosowania rozwiązania we wszystkich czterech typach prototypów wagonów. Efektywność ekonomiczną można było określić tylko dla wagonów towarowych o dużym przebiegu.
- Innowacyjne wagony towarowe wykazują wzrost efektywności energetycznej o około 3%.
- Innowacyjny wagon platforma zużywa o 12% więcej energii niż wagon konwencjonalny, m.in. dlatego, że jest dłuższy i cięższy. Jednak nowy projekt umożliwia efektywniejsze korzystanie z wagonu i zmniejszenie ilości pracy związanej z próżnymi przebiegami. Średnio IWT przewozi o 20% więcej towarów niż wagon konwencjonalny. Ponieważ próżne przebiegi można zmniejszyć, efektywność energetyczna innowacyjnego wagonu platformy jest wyższa o 3%.
- Podobną sytuację można zaobserwować w przypadku IWT do przewozu samochodów. Badane prototypy są dłuższe, cięższe i tym samym (w liczbach bezwzględnych) zużywają do transportu samochodów więcej energii (+11%). Jednak IWT może przewieźć jeden lub dwa dodatkowe samochody, co wynika ze zwiększonej przestrzeni ładunkowej o prawie 14%. Ze względu na dopuszczalny nacisk zestawu kołowego wagonu kontenerowego wynoszący 25 ton/oś, wagon ten ma większą ładowność. Obecnie nie jest to wykorzystywane, ponieważ infrastruktura w większości przypadków pozwala na naciski 22,5 tony/oś. Potencjał ten nie został jednak uwzględniony w analizie rentowności. Innowacyjne wózki i hamulec elektropneumatyczny przyczyniają się do redukcji energochłonności tego typu wagonu średnio o 3% w stosunku do wagonów konwencjonalnych.
- Innowacyjne wagony cysterny są również bardziej efektywne pod względem zużycia bezwzględnego energii. W tej kategorii wagonów hamulec elektropneumatyczny jest nieekonomiczny, ale pomaga oszczędzać energię. Nie bez znaczenia są również innowacyjne wózki, które ze względu na radialną regulację ich zestawów kołowych w krzywej toru pozwalają zaoszczędzić od 2% do 3% energii.
- Przez zastosowanie innowacyjnych komponentów osiągnięto cel projektu, jakim było zmniejszenie hałasu od 3 do 6 decybeli w stosunku do limitu określonego w TSI Hałas, wynoszącego 83 decybele. W IWT cysternach, zmniejszono emisję hałasu o 6,8 dB(A) w porównaniu z limitem hałasu określonym w specyfikacji interoperacyjności. W IWT do przewozu kontenerów, redukcja hałasu wyniosła 6,6 dB(A). W IWT platformie odnotowano zmniejszenie emisji hałasu także o 6,6 dB(A). Konstrukcja IWT do transportu samochodów wykazała redukcję hałasu o 4,1 dB(A).
- Zestawy kołowe osłaniające ekrany akustyczne testowane podczas jazd próbnych, nie generują żadnego istotnego wkładu w redukcję hałasu. Tylko w przypadku cystern, hałas pochodzący od wózków został zredukowany o 1,4 dB(A). Jednak zastosowane w wózkach komponenty do redukcji hałasu, takie jak innowacyjne zestawy kołowe z tłumikami dźwięku, czy zastosowaniem specjalnych pierścieni pomiędzy kołem bosym a obręczą, zwiększają koszty zakupu i utrzymania, stąd są rozwiązaniem bez ekonomicznego uzasadnienia.

Informację opracowano na podstawie raportu końcowego grupy roboczej projektu pt. „Budowa i testowanie innowacyjnych wagonów towarowych” [1]. Źródłem grafik zamieszczonych w informacji jest ww. raport.

Bibliografia

1. Aufbau und Erprobung Innovativer Güterwagen“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Schlussbericht der Arbeitsgemeinschaft DB Cargo AG / VTG AG. Frankfurt / Hamburg, den 11. September 2019.