

Marek Babel, Jacek Gardas

Ograniczenie wężykowania wózków pojazdów szynowych

Wężykowanie wózków pojazdów szynowych powoduje niestabilną jazdę pojazdu w torze prostym, niepełne wykorzystanie siły pociągowej, nadmierne zużycie obrzeży kół i wytarcia główek szyn. Dla zapobiegania temu niekorzystnemu zjawisku stosuje się różne rozwiązania stosownie do konstrukcji pojazdu i skali tego zjawiska w danej konstrukcji.

Słowa kluczowe: pojazd szynowy, wózek, wężykowanie.

W okresie powojennym na krajowych liniach kolejowych eksploatowane były parowozy, w których układy napędowe stanowiły zwarte zespoły dużych zestawów kołowych osadzonych w ostojach z minimalnymi luzami. Takie rozwiązania umożliwiały stabilną jazdę po torze prostym, bez wyraźnego wężykowania. Po wprowadzeniu na początku lat 50. ubiegłego wieku lokomotyw elektrycznych z wózkami 3- i 2-osiowymi pojawiły się efekty będące rezultatem wężykowania tych zespołów w torze, tj. nadmierne zużycie obrzeży kół i wytarcia główek szyn.

Dążąc do opanowania sytuacji, pod koniec ubiegłego wieku na Centralnej Magistrali Kolejowej zastosowano próbnie szyny o podwyższonej twardości zawężając jednocześnie tor do 1427 mm [1]. Uzyskano poprawę właściwości biegowych lokomotyw (mniejsze siły działające na obrzeża kół), ale wzrosło zużycie obrzeży. Zalecono podwyższenie twardości obrzeży kół, co jednak nie rozwiązało problemu, gdyż koło na torze o długości 1 km wykonuje około 300 obrotów. Wymagana byłaby więc znacznie wyższa twardość obrzeży, a to oznacza większe problemy podczas przetaczania kół.

Podczas jazdy połączonej z wężykowaniem koło próbuje wtoczyć się na szynę i wtedy traci kontakt z główką szyny (styka się obrzeżem), co przy stałym momencie obrotowym silnika skutkuje „szarpnięciem” tegoż koła. Zewnętrznym tego objawem jest pulsacja siły pociągowej odczuwalna w pierwszym wagonie za lokomotywą z małym tłumieniem wężykowania wózków. Tak więc, wężykowanie powoduje niepełne wykorzystanie siły pociągowej.

Z powyższego wynika, iż niezbędne są działania skierowane na ograniczenie wężykowania wózków w pojazdach szynowych.

Metody ograniczania wężykowania

Najprostszym sposobem ograniczenia wężykowania jest stabilizacja położenia osi wzdłużnej wózka względem osi pudła. Próby takie zrealizowano w kilku typach lokomotyw. Przykładem jest lokomotywa SM48 (TEM2) i ST44 z praktycznie sztywnym oparciem pudła na wózkach (stalowe kule i po dwie pochylnie) [2].

Drugim sposobem było oparcie pudła za pośrednictwem dwóch stożkowych czopów gumowych usytuowanych wzdłużnie na każdym wózku. Rozwiązanie takie zastosowano w lokomotywach kolei francuskich w latach 50. ubiegłego wieku [5].

Podobną konstrukcję wprowadzono w lokomotywie typu TEP70 (wózki 3-osiowe), przeznaczonej do prowadzenia pociągów pasażerskich z prędkościami do 160 km/h [6].

Należałoby przeanalizować i sprawdzić, czy podobnego rozwiązania nie można wprowadzić w eksploatowanych w kraju lokomotywach z wózkami 3-osiowymi, wykorzystując czopy stożkowe stosowane w lokomotywach typu 4E [4]. Natomiast dla lokomotyw nowych zaleca się zastosowanie podparć rolkowych z elementami metalowo-gumowymi (amortyzatorami), wprowadzonymi

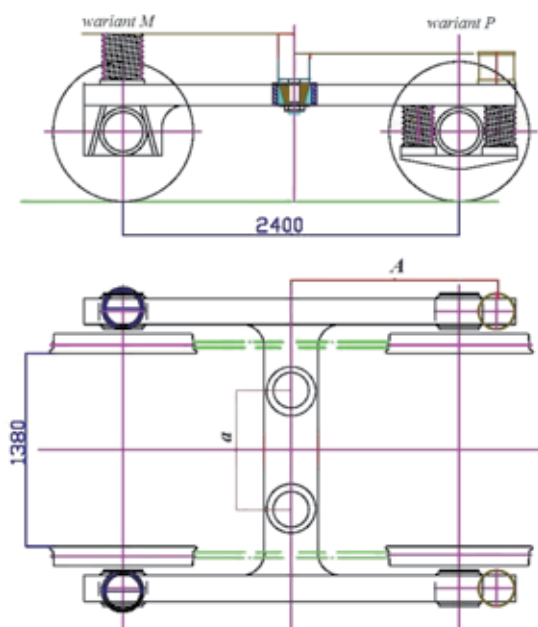
w wózkach bezwidłowych [6] lokomotyw spalinowych serii BR230 (TE109) i M62 (ST44 – egzemplarze dostarczone do Polski na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku). W tej konstrukcji korpusy maźnic połączone są z ramą wózka prowadnikami Alstoma o kwadratowych końcówkach mocujących. Dodatkowe ugięcie w usprężynowaniu wraz z rozmieszczeniem i konstrukcją podpór z elementami metalowo-gumowymi pozwoliło poprawić wskaźniki dynamiki lokomotywy [6]. Tym niemniej rozwiązanie to wymaga pewnych zmian. I tak zamiast tłumików olejowych (hydraulicznych) z tłumieniem, np. 0,15, a nawet 0,1 (dla większych prędkości). Poza tym, wieloletnie doświadczenia z napraw prowadników pokazują, że kwadratowe końcówki prowadników maźnic nie do końca sprawdziły się (przekroczone luzy i wypływy metalu) w pojazdach eksploatowanych na torach o złym stanie nawierzchni. Z tych względów wprowadzono trapezowe końcówki prowadników maźnic.

Także zastosowanie sprzęgów międzywózkowych na kilku typach elektroczepów pozwoliło zmniejszyć wężykowanie (na lokomotywach spalinowych brak miejsca uniemożliwiało takie rozwiązanie).

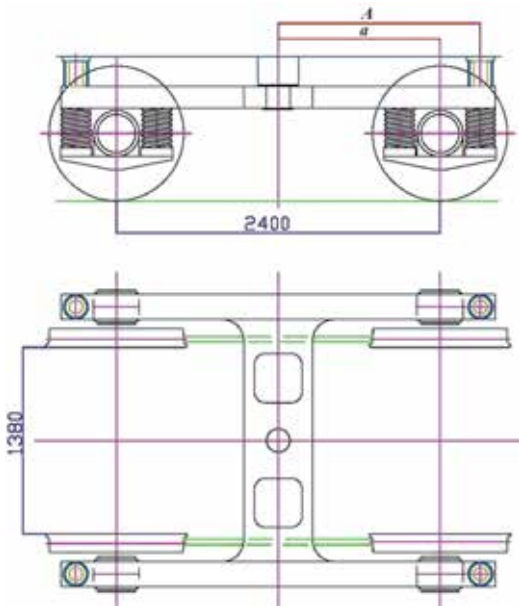
Warto też wspomnieć o krajowych lokomotywach typu 301Db, które przy prędkościach około 20 km/h w łukach torowych ulegały niekiedy wykolejeniom. Zjawisko to zostało wyeliminowane przez Pařawag poprzez powiększenie średnicy i sztywności podparć gumowych (między ramą wózków a pudłem), co także ograniczyło wężykowanie wózków.

Wioski i propozycje

Dzięki wdrażaniu nowych technologii zmniejszono stopniowo masę i gabaryty wyposażenia oraz samych lokomotyw. Obecnie nawet pojazdy dużej mocy są lokomotywami z wózkami 2-osiowymi. Oznacza to wyższą częstotliwość wężykowania w stosunku do lokomotywy z wózkami 3-osiowymi.



Rys. 1. Wózek z dwoma czopami



Rys. 2. Wózek z podparciami elastycznymi z mieszkami pneumatycznymi

Uwzględniając powyższe, autorzy przedstawili poniżej propozycje kilku sposobów ograniczenia wężkowania wózków w przypadkach, gdy wyżej opisane usztywnienie elementów podparć jest niemożliwe:

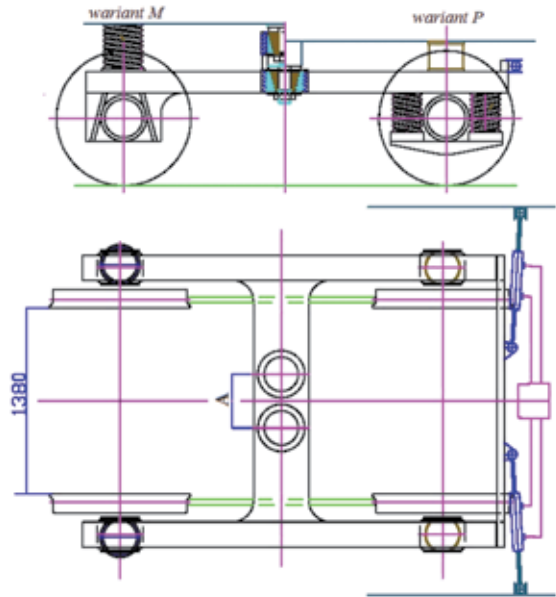
- ♦ wózek z podwojonym czopem skrętu - (rys. 1), na którym jako wariant M przedstawiono rozwiązanie dla mniejszych prędkości w pracy trakcyjnej (manewry, pociągi towarowe), a wariant P – dla lokomotyw prowadzących pociągi pasażerskie;
- ♦ wózek z elastycznymi podparciami z mieszkami pneumatycznymi – (rys. 2). W tym rozwiązaniu do mieszkań (szeroko stosowanych w samochodach ciężarowych) należy doprowadzić sprężone powietrze. Przy obniżeniu ciśnienia powietrza uzyskuje się zmniejszenie nacisku podparcia i siły prowadzącej w łuku (niezbędna odpowiednia regulacja). Do przekazywania sił pociągowych należy stosować środkowy czop cylindryczny;
- ♦ wózek z przednimi siłownikami hydraulicznymi – (rys. 3). Siłowniki łączą pudło pojazdu z czołownicą wózka. Podczas skrętu wózka w łuku olej z jednego siłownika przepływa do drugiego wspomagając ruch. Podczas jazdy na prostym odcinku toru przepływ oleju jest odpowiednio tłumiony w środkowym regulatorze, co daje efekt stabilizacji wózka.

Dla rozwiązań przedstawionych na rys. 1 i 3, w trakcie badań prototypu, należy ustalić wpływ wymiarów A i a na wężkowanie wózka i podcinanie obrzeży kół, a w wózkach napędnych, także stabilność siły pociągowej.

Dla wariantu przedstawionego na rys. 2, w trakcie badań należy ustalić wpływ rozstawu podparć A na wężkowanie oraz wyznaczyć optymalną wartość stosunku a/A . Należy również dobrać ciśnienie powietrza w mieszkach z uwzględnieniem warunku $Y/Q < 1,2$.

W tym miejscu należy zaznaczyć, że już na etapie opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i modelu wózka można na drodze symulacji, np. z wykorzystaniem programu *Simulia Simpack RAIL* [3], określić wstępnie, np. zachowanie się wózka w torze, oszacować wskaźniki dynamiczne dla całego pojazdu, przeanalizować wpływ usprężynowania I i II stopnia.

W zaproponowanych powyżej wariantach przedstawiono wózki z prostymi podłużnicami. W uzasadnionych przypadkach podłużnice można obniżyć w części środkowej.



Rys. 3. Wózek z przednimi siłownikami hydraulicznymi

Powyższe propozycje nie wyczerpują wszystkich możliwości w ograniczaniu wężkowania, ale można je uznać za stosunkowo proste do wykonania, a wybór uzależnić od potrzeb. Najprostsze do wykonania jest rozwiązanie z dwoma czopami (rys. 1), które powinno być preferowane w nowych konstrukcjach.

Zjawisko wężkowania wózków w torze należy ograniczyć do minimalnego poziomu, który powinien gwarantować jednak spełnienie warunku $Y/Q < 1,2$. W wózkach 3-osiowych należy, w miarę możliwości, wprowadzić oparcie pudła za pomocą podwojonych czopów stożkowych, np. rozwiązanie z lokomotywy serii 4E, lub podparcie z elementami metalowo-gumowymi stosowane w lokomotywach serii BR230 i M62. W wózkach 2-osiowych nowych pojazdów trakcyjnych należałoby realizować jedno z w/w rozwiązań, wybrane stosownie do zakresu oczekiwanej pracy trakcyjnej (tramwaje, manewry, prowadzenie pociągów). Niezbędne są badania poligonowe prototypu w celu poprawnego wyboru rozmieszczenia czopów i podparć.

Ograniczenie wężkowania wózków przyczynia się do zmniejszenia zużycia szyn (wydłużenie interwałów wymiany), podcinania obrzeży kół (niższe koszty przetoczeń) oraz wydłużenia przebiegów międzynaprawczych pojazdu.

Bibliografia:

1. Gąsowski W., Sobaś J., Pohl K., *Układy mechaniczne elektrycznych pojazdów trakcyjnych*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1994.
2. Gronowicz J., Kasprzyk B., *Lokomotywy spalinowe*, WKiŁ, Warszawa 1989.
3. <http://www.simpack.com> (dostęp z dnia 15.04.2016).
4. Maciszewski H., Pawlus J., Sumiński S., *Lokomotywy elektryczne serii EU06 i EU07*, WKiŁ, Warszawa 1974.
5. Materiały techniczne kolei SNCF (niepublikowane).
6. Скалин А. В., Кононов В. Е., Бухтеев В. Ф., Ибрагимов М. А., *Экипажная часть тепловозов. Конструкция, долговечность, ремонт*, Желдориздат, 2008.

Autorzy:

dr hab. inż. **Marek Babel** – Instytut Pojazdów Szynowych PK
mgr inż. **Jacek Gardas** – Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor”