

TURNOUT AS SPECIFIC COMPONENT OF RAILWAY TRACK CONSTRUCTION

ROZJAZDY JAKO ELEMENT SZCZEGÓLNY KONSTRUKCJI TORU KOLEJOWEGO

Wojciech Kozłowski*

ABSTRACT

A problem of applying the travelling in railway track lines, from a point of view of the safety of the ride is a subject of the paper. Technical parameters of exploited currently junctions were described on the rail grid in Poland. Technical conditions of applying the travelling and recommending right technical guidelines were discussed. The paper is finished with the information about modern structural answers in junctions, being found on a Central Main Railway Line Warszawa-Katowice.

Key words: turnout, railway track, security

ABSTRACT

Tematem referatu jest problem stosowania rozjazdów w torach kolejowych, z punktu widzenia bezpieczeństwa jazdy. Przedstawiono parametry techniczne eksploatowanych aktualnie rozjazdów na sieci kolejowej w Polsce. Omówiono warunki techniczne stosowania rozjazdów i zalecenia odpowiednich wytycznych technicznych. Referat jest zakończony informacją o nowoczesnych rozwiązaniach konstrukcyjnych w rozjazdach, znajdujących się na Centralnej Magistrali Kolejowej Warszawa-Katowice.

Key words: rozjazd, tor kolejowy, bezpieczeństwa

* dr inż. Wojciech Kozłowski: Opole University of Technology, Department of Roads and Bridges,
ul. Ozimska 75A, 45 – 368 Opole, e-mail: w.kozlowski@po.opole.pl

1. WROWADZENIE

Zadaniem rozjazdu kolejowego jest umożliwienie zmiany kierunku jazdy pojazdu szynowego. Rozjazd, w zależności od swojej konstrukcji (skos, promień łuku poziomego w torze zwrotnym) i stanu technicznego (deformacje geometryczne) oraz od połączenia z otaczającym torem (połączenie spawane; zgrzewane elektrycznie-oporowo; lub klasyczne-łączniki szyn śrubowe) może tworzyć w drodze kolejowej punkt nieciągłości. Jest więc elementem o szczególnym znaczeniu dla bezpieczeństwa jazdy. O skali problemu świadczy statystyka wypadków. Tylko w miesiącu grudniu 2009 roku w rejonie węzła Wrocław wystąpiły dwa wypadki wykolejenia pociągów na rozjazdach. Niekiedy jako środek zapobiegawczy przed wykolejeniem na rozjazdach, wykazujących znaczne deformacje geometryczne stosuje się ograniczenie prędkości jazdy. Decyzja ta nie jest jednak rozwiązaniem problemu wobec powszechnej tendencji zwiększania prędkości podróży.

Z uwagi na specyficzną treść referatu podano objaśnienia ważniejszych określeń:

- rozjazd zwyczajny: umożliwia jazdę na wprost po torze nazywanym głównym zasadniczym i w kierunku zwrotnym (po torze zwrotnym wykonanym w łuku poziomym); składa się ze zwrotnicy, czterech szyn łączących i krzyżownicy;
- elementy zwrotnicy: dwie iglice i dwie opornice;
- styk przediglicowy: początek rozjazdu; styk za krzyżownicą: koniec rozjazdu.
- rozjazd krzyżowy: umożliwia jazdę na wprost w dwóch kierunkach i w jednym kierunku po łuku (rozjazd pojedynczy) albo w dwóch kierunkach po łuku (rozjazd podwójny);
- droga zwrotnicowa: układ rozjazdów połączonych odcinkami prostymi toru;
- skos rozjazdu: kąt przecięcia osi podłużnej toru głównego zasadniczego ze styczną do osi toru zwrotnego, wyprowadzoną z końca rozjazdu;
- przechyłka: pochylenie poprzeczne toru w łuku poziomym;
- wstawka prosta: odcinek toru prostego;
- podrozjazdnicza: podkład pod metalowymi elementami rozjazdu (szynami, złączami itp.).

2. WARUNKI TECHNICZNE STOSOWANIA ROZJAZDÓW

Rozjazdy i skrzyżowania torów powinny być dostosowane do typów szyn znajdujących się w torach i do standardów konstrukcyjnych nawierzchni, wymaganych klasą toru. Aktualnie stosowane są na liniach kolejowych w Polsce rozjazdy wykonane z szyn typu: 60E1 i 49E1. Natomiast na modernizowanych magistralach obowiązuje typ szyn 60E1.

W torach głównych zasadniczych klasy 0, 1 i 2 powinny być montowane wyłącznie rozjazdy zwyczajne, należące do podstawowych typów [3, 4, 6]. Rozjazdy krzyżowe mogą być układane w tych torach, w przypadkach wyjątkowych. Rozjazdy krzyżowe, mimo że skracają rozwiązania geometryczne dróg zwrotnicowych, powinny być układane tylko w przypadkach koniecznych, gdyż są skomplikowane konstrukcyjnie i kłopotliwe w utrzymaniu. Ponadto rozjazdów krzyżowych nie powinno się układać

w torach, w których prędkość jazdy w kierunku prostym (głównym zasadniczym) jest większa niż 100 km/h.

Dopuszczalna prędkość jazdy na kierunek zwrotny w rozjeździe bez przechyłki jest określana ze wzoru:

$$v_{dop} = 3,6 (0,65 R)^{0,5} \text{ [km/h]} \quad (2.1)$$

gdzie: R jest promieniem łuku w rozjeździe [m].

W tabelicy 2.1 [3] podano dopuszczalne prędkości jazdy na kierunek zwrotny w podstawowych typach rozjazdów stosowanych na PKP PLK S.A.

Tabela 2.1. Dopuszczalne prędkości w torze zwrotnym rozjazdu [3]

Dopuszczalne prędkości w torze zwrotnym [km/h]	Promień łuku rozjazdu [m]	Skos rozjazdu
$v \leq 100$	1200	1:18,5
$v \leq 80$	760	1:14
$v \leq 60$	500	1:12
$v \leq 40$	300 lub 190	1:9

Rozjazdy o skosach 1:7,5; 1:7; 1:6,6 i 1:4,8 nie mogą być stosowane w torach głównych zasadniczych i głównych dodatkowych.

Rozjazdy łukowe mogą być stosowane tylko w przypadkach wynikających z konieczności ułożenia rozjazdu w torze położonym w łuku poziomym. Prędkość jazdy po rozjeździe łukowym określa dokumentacja techniczna rozjazdu.

W torach głównych zasadniczych modernizowanych układów torów, pomiędzy rozjazdami stosowane są wstawki proste o długościach $l_{wp} \geq 15$ m, z wyjątkiem tzw. podwójnych połączeń torów (połączenie podwójne składa się z czterech rozjazdów zwyczajnych, skrzyżowania i wstawek prostych).

W układach torów stacyjnych zawierających rozjazdy, stosuje się pomiędzy rozjazdami wstawki proste o długości obliczanej ze wzoru:

$$l_{wp} = v_{max} (6)^{-l} \text{ [m]} \quad (2.2)$$

przy zachowaniu warunku minimalnej długości $l_{wp,min} = 6$ m.

Możliwe są przypadki układu torowego [3]:

- pomiędzy początkiem lub końcem rozjazdu a początkiem łuku lub krzywej przejściowej, gdy rozjazdy przylegają do łuków, przy czym zwroty łuków w rozjeździe i łuków toru są przeciwnie;
- rozjazdy skierowane względem siebie stykami przediglicowymi, tworząc łuki odwrotne;
- rozjazdy skierowane względem siebie stykiem za krzyżownicą i stykiem przediglicowym.

W pojedynczych połączeniach torów równoległych (dwa rozjazdy zwyczajne i wstawka prosta), stosując rozjazdy z krzyżownicami łukowymi, które są ułożone końcami względem siebie, stosuje się wstawkę prostą o długości obliczanej wg zależności:

$$l_{wp} = v_{max} (10)^{-1} \text{ [m]} \quad (2.3)$$

zachowując warunek minimalnej długości $l_{wp,min} = 6 \text{ m}$.

W powyższych przypadkach stosowania połączeń rozjazdowych powinno się sprawdzać warunek nieprzekroczenia dopuszczalnego przyrostu przyspieszenia niezrównoważonego Ψ , wg [3] (warunek: $\Psi = \Psi_{dop}$). Parametr Ψ jest obliczany ze wzoru:

$$\Psi = 0,0214 v (a_1 + a_2) (l_{wag} + l_{wp})^{-1} = \Psi_{dop} \quad (2.4)$$

w którym:

Ψ – przyrost przyspieszenia niezrównoważonego [m/s^3]; v – prędkość jazdy w kierunku zwrotnym rozjazdu [km/h]; a_1, a_2 – niezrównoważone przyspieszenia boczne w łukach rozjazdów [m/s^2] z uwzględnieniem kierunku ich działania; przyspieszenia sumuje się w przypadku łuków o odwrotnych kierunkach i odejmuje dla łuków identycznego kierunku; l_{wp} – długość wstawki prostej pomiędzy łukami w połączeniach torów rozjazdami, obliczana pomiędzy końcami i początkami łuków rozjazdów; l_{wag} – baza sztywna wagonu, przyjmowana do obliczeń $l_{wag} = 20 \text{ m}$.

3. ROZJAZDY STOSOWANE NA KOLEJACH DUŻYCH PRĘDKOŚCI

Rozjazd kolejowy jest adresowany dla linii dużych prędkości, jeżeli umożliwia jazdę z prędkością $v > 180\text{-}300 \text{ km/h}$. Nowoczesne rozjazdy posiadają specjalne oprzyrządowanie, w celu zapewnienia m.in. [5]:

- pełnego bezpieczeństwa dla ruchu pociągów z dużymi prędkościami,
- redukcji emisji hałasu,
- niezawodności w eksploatacji i wysokiej sprawności dla ruchu pociągów.

Charakterystyka rozjazdu dla dużych prędkości jest podana w [5] następująco:

- * w układzie geometrycznym rozjazdu stosowane są krzywe klotoidalne,
- * tolerancje odnośnie parametrów rozjazdu są wyjątkowo zawężone, nawet do 0,4 mm dla niektórych wymiarów przylegania różnych elementów;
- * układ toków jezdnych jest identyczny jak w torze prostym, czyli szyny są zlokalizowane ze spadkiem poprzecznym 1:40 lub 1:20 do wewnątrz toru;
- * poziome ukształtowanie toków jezdnych jest często wykonywane w oparciu o kinematyczną ich optymalizację *FAKOP*; układ *FAKOP* jest kinematycznym optymalnym układem toków (szerokość toru) w obrębie zwrotnic i krzyżownic z ruchomymi dziobnicami; w zwrotnicy z układem *FAKOP* krawędź prowadząca jest tak uformowana (zoptymalizowana), że zapewnia niezmienny sinusoidalny bieg zestawów kołowych, wobec czego koła zestawu przejeżdżają zwrotnicę na tej samej średnicy; w rezultacie otrzymuje się spokojny, bez zakłóceń ruch zestawów kołowych i ograniczenie zużycia toków szynowych;
- * krzyżownice dla dużych prędkości jazdy mają ruchome dziobnice;
- * zwrotnice z wewnętrznym sprężystym przytwierdzeniem opornic;
- * w co piątej podkładce zwrotnicowej są wmontowane urządzenia rolkowe do lżejszego przestawiania iglic lub podkładki z powierzchniami ślizgowymi typu ECOGLISS,

- * zamknięcia zwrotnicowe i dziobów w krzyżownicach dla dużych prędkości są z reguły wspomagane przez tzw. kontrolery stanu położenia iglicy,
- * stosowane są zamknięcia typu HSR z siłami trzymania w poziomie i w pionie lub zamknięcia hydrauliczne typu „Hydrostar”,
- * zamknięcia rozjazdowe są wyposażone we wkładki BKL61 lub typu Tempflex, umożliwiające wyrównanie położenia zamknięcia w granicach $+ 30$ mm lub $- 41$ mm, przy przesunięciach wzajemnych iglic/opornic od temperatur,
- * część stalowa, jezdnia rozjazdu dla dużych prędkości może być posadowiona elastycznie na podkładkach otoczonych elastomerem ze sztywnością podparcia 17,5-20 kN/mm;
- * zastosowanie podzielnych podrozjazdnic betonowych długich (ponad 3,2 m), które poza tłumieniem drgań na jej długości umożliwia precyzyjny montaż rozjazdu w zakładzie producenta, nieskomplikowany przewóz i szybkie ułożenie rozjazdu w torze;
- * posadowienie części jezdnej (stalowej) na podłożu stałym (płycie betonowej lub bitumicznej) zwiększa trwałość położenia rozjazdu i praktycznie eliminuje kosztowne prace regulacji niwelety i planu rozjazdu;
- * zastosowanie najwyższej jakości materiałów konstrukcyjnych;
- * rozjazd może być wyposażony w system diagnostyczny i nadzoru np. typu ROADMASTER 2000, umożliwiający stały nadzór nad rozjazdem w eksploatacji; stałe monitorowanie rozjazdów, przekazując wskazania od czujników zainstalowanych na rozjazdach o położeniu półzwrotnicy (otwarte/zamknięte), o temperaturze w szynach, o wielkości sił przestawczych, o parametrach elektrycznych, o czasie przestawiania zwrotnicy i in., np. o stanie naprężeń;
- * w napędach jest stosowana hydraulika.

Niektóre zalety krzyżownic z ruchomym dziobem:

- eliminacja kierownic i wynikających stąd zakłóceń w przebiegu pojazdu;
- wykluczenie wykołowania pojazdu przy awarii urządzeń srk lub awarii zestawów kołowych,
- podniesienie komfortu przejazdu,
- zmniejszenie emisji hałasu.

Przykładem użytkowania rozjazdów dla dużych prędkości pociągów jest stacja Psary, w ciągu Centralnej Magistrali Kolejowej ($v_{max} = 250$ km/h):

- rozjazd zwyczajny 60E1, promień łuku toru zwrotnego $R = 1200$ m, skos 1:18,5 (z krzyżownicami z ruchomymi dziobami);
- rozjazd zwyczajny 60E1, $R = 500$ m, skos 1:12 (z krzyżownicami z ruchomymi dziobami).

4. UWAGI KOŃCOWE

Stan bezpieczeństwa jazdy na rozjazdach jest zależny w dużej mierze od gospodarki nawierzchniowej, polegającej m.in. na wymianie eksploatowanych rozjazdów na nowe [1]. Na sieci PKP PLK S.A. liczba wymian rozjazdów stanowi tylko około 10% zapotrzebowania. Stan ten jest jedną z przyczyn ograniczeń prędkości jazdy i zwiększenia ryzyka wykołowań pojazdów. Istnieje także problem związku koincydencji

geometryczno-konstrukcyjnej w rozjazdach z dopuszczalną prędkością, wynikającą z konieczności zapewnienia bezpieczeństwa podróży [2]. Koincydencja jest kombinacją nierówności geometrycznych z występowaniem skupisk (klastrów) zużytych podkładów. W publikacji [2], po analizie zjawiska koincydencji geometryczno-konstrukcyjnej, zaproponowano zasady ustalania ograniczeń prędkości jazdy w zależności od wskaźników syntetycznych charakteryzujących stan utrzymania rozjazdów.

LITERATURA

- [1] Bałuch H.; Trwałość rozjazdów i ich wymiany na sieci Polskich Linii Kolejowych. Archives of Institute of Civil Engineering, No 3, 2007, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007, s. 5-17
- [2] Bałuch M.; Koincydencja geometryczno-konstrukcyjna w rozjazdach kolejowych. Archives of Institute of Civil Engineering, No 3, 2007, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007, s. 19-29
- [3] Id-1 (D-1) Warunki Techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2005
- [4] Id-3 Warunki Techniczne utrzymania podtorza kolejowego. PKP PLK S.A., Warszawa 2009
- [5] Semrau A.; Rozjazdy dla dużych prędkości pociągów. Mat. Sesji Nauk. „Nawierzchnie kolejowe dla dużych prędkości”, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2008, s. 121-131
- [6] Standardy techniczne–szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji linii o znaczeniu międzynarodowym dla $v_{\max} = 160$ km/h. Temat Nauk.-Bad. Nr 4017/11, Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, Warszawa 2004

Článok recenzoval:
doc. Ing. Ladislav Novák, PhD.