

Henryk Karbowski, Andrzej Szymczewski

Kontrola niezajętości torów kolejowych za pomocą obwodów torowych i liczników osi

W miarę rozwoju transportu szynowego pojawiła się konieczność zastąpienia subiektywnej oceny niezajętości torów i rozjazdów, dokonywanej przez człowieka, kontrolą przeprowadzaną za pomocą urządzeń zapewniających bezpieczeństwo ruchu kolejowego. Obecnie do kontroli niezajętości toru są stosowane obwody torowe oraz liczniki osi wraz z czujnikami. Kontrola niezajęcia torów, obok podstawowego zadania, jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa ruchu, pozwala także na automatyzację procesów sterowania ruchem kolejowym.

Celem poniższego artykułu jest omówienie zalet i wad obu metod kontroli niezajętości toru i przedstawienie poglądów Autorów na zakres stosowania obwodów torowych i liczników osi.

Obwody torowe

Elektryczne obwody torowe służą do kontroli niezajętości toru, wykorzystując szyny jako przewody łączące nadajnik z odbiornikiem. Kontrolowany odcinek toru, zwany odcinkiem izolowanym, musi być elektrycznie oddzielony od przylegających do niego innych odcinków toru oraz zapewniać jak najlepsze odizolowanie jednego toku szynowego od drugiego w tym samym odcinku.

Jeżeli tor jest niezajęty, prąd (nazywany sygnałowym) z nadajnika płynie jedną szyną do odbiornika i drugą szyną wraca z odbiornika do nadajnika, tworząc w ten sposób elektryczny obwód torowy. W wyniku przepływu prądu przez odbiornik następuje jego wzbudzenie i otrzymujemy informację o niezajętości kontrolowanego odcinka toru kolejowego. Jeżeli na torze znajduje się tabor (pociąg), jego pierwsza (w stosunku do nadajnika) oś zamyka przepływ prądu z jednej do drugiej szyny, czyli zwiiera odbiornik, który przestaje działać. Odbiornik jest odwzbudzony, a jego stan sygnalizuje, że kontrolowany odcinek toru jest zajęty.

Do kontroli niezajętości toru stosuje się z reguły prąd elektryczny przemienny o częstotliwości 50 Hz (przy trakcji prądu stałego) i o podwyższonych częstotliwościach (przy trakcji prądu przemiennego) oraz napięciu kilkunastu woltów.

Kontrolowany odcinek toru pod względem elektrycznym musi spełniać wymogi w zakresie izolacji i przewodzenia prądu elektrycznego. Odizolowanie jednego odcinka toru od drugiego uzyskuje się przez stosowanie złączy izolowanych lub separacji

elektrycznej, zaś w zakresie przewodzenia prądu elektrycznego – przez stosowanie łączników szynowych lub szyn spawanych (tor bezстыkowy). Na liniach zelektryfikowanych na stacjach w torach głównych zasadniczych i na szlakach przy złączach izolowanych konieczne jest stosowanie dławików torowych.

Prawidłowe działanie obwodu torowego osiąga się więc przez:

- możliwie najlepsze odizolowanie jednego toku szynowego od drugiego przez dobór odpowiednich podkładów, podsypki oraz właściwe odwodnienie,
- odizolowanie obwodu torowego od sąsiednich obwodów przez złącza izolowane lub separację elektryczną (układy rezonansowe),
- umożliwienie dobrego przepływu prądu sygnałowego przez dodatkowe połączenia pojedynczych szyn tego samego toku lub stosowanie szyn spawanych (tor bezстыkowy),
- umożliwienie przepływu powrotnego prądu trakcyjnego przez stosowanie w uzasadnionych przypadkach dławików torowych przy złączach izolowanych lub separacji elektrycznej.

Obwód torowy – poza informacją o stanie jego niezajętości – posiada również niebagatelną zaletę, jaką stanowi kontrola ciągłości szyn.

Tradycyjny obwód torowy

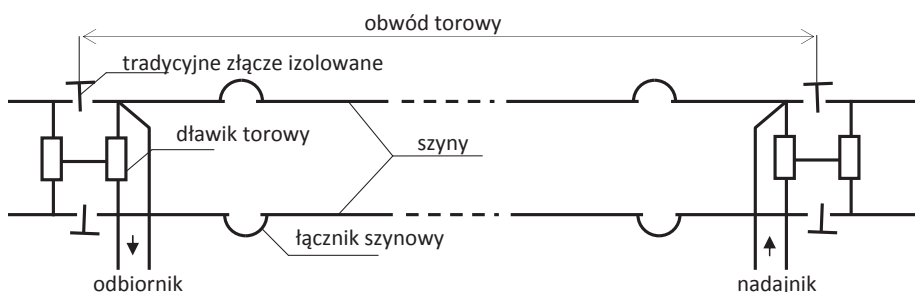
Podstawowymi elementami tradycyjnego obwodu torowego (rys. 1) są: złącza izolowane, łączniki szynowe, dławiki oraz – oczywiście – zasilanie i odbiór w postaci przekaźnika torowego.

Najstarsze złącza izolowane przy stosowaniu łubków stalowych są wykonane z przekładek izolacyjnych podłużnych, poprzecznych i z tulejek. Najbardziej zawodnym w utrzymaniu elementem tradycyjnego obwodu torowego są izolowane złącza torowe (uszkodzenia przekładek izolacyjnych i konieczność ich wymiany w czynnym torze). W celu wyeliminowania tej wady, a przynajmniej znacznego jej ograniczenia, wprowadzono łubki lignolowe (eliminują przekładki izolacyjne podłużne), a następnie złącza tzw. klejone, wykonywane fabrycznie. Wbudowanie złącza klejonego w tor wymaga wycięcia fragmentu szyny na długości równej długości złącza klejonego i wstawienia w puste miejsce wspomnianego złącza.

Dla zapewnienia dobrego przepływu prądu stosuje się linki łączące jedną szynę z drugą. Łączniki szynowe służą do stworzenia lepszego przejścia (zmniejszenia rezystancji) dla prądu elektrycznego.

Współczesny obwód torowy

Współczesny obwód torowy (rys. 2) powstał na bazie zmodernizowanego toru kolejowego. Modernizacja ta obejmuje wprowadzenie szyn spawanych oraz zastosowanie geowłókniny zapewniającej lepsze odwodnienie torowiska. Drugim



Rys. 1. Elementy tradycyjnego obwodu torowego

elementem zastosowanym we współczesnym obwodzie torowym jest złącze elektryczne, wykorzystujące obwody rezonansowe, które zapewniają separację elektryczną sąsiednich obwodów torowych, wykorzystując różne częstotliwości. Taki obwód torowy charakteryzuje się dobrymi parametrami elektrycznymi i jest znacznie łatwiejszy w utrzymaniu. Własności mechaniczne toru muszą spełniać wymogi wynikające ze rozwijania dużych prędkości przez pociągi.

Układ separacji elektrycznej służy do wyznaczania granic obwodu torowego i jest zasilany sygnałem o określonej częstotliwości. W celu uniknięcia na granicy dwóch obwodów (o różnych częstotliwościach) strefy martwej, tj. niewykrywania pojedynczych osi, obwody te powinny „zachodzić” na siebie na pewnym odcinku toru. Separacja elektryczna nie wymaga robienia przerw w szynach dla prądu trakcyjnego, nie osłabia mechanicznie toru, pozwala na eliminację drogich dławików torowych, lecz wymaga stosowania wyższych częstotliwości sygnału elektrycznego służącego do kontroli zajęcia toru (powyżej 1 kHz).

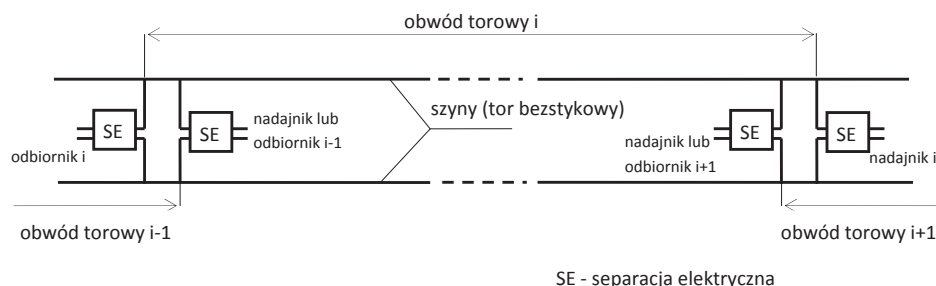
Na liniach kolejowych dużych prędkości (np. Francja, Japonia) stosuje się obwody torowe z separacją elektryczną, zasilane sygnałami o różnych częstotliwościach i zabezpieczeniach (kodowanie, modulacja), zależnych od rodzaju trąkcyjnej elektrycznej. Obwody te służą także do ciągłego przekazywania informacji z toru do pojazdu. We Francji (np. na liniach TGV) stosowane są obwody torowe typu UM 71, które przekazują informację do systemów bezpiecznego prowadzenia pociągu typu TVM 300 i TVM 430.

Czujniki torowe i liczniki osi

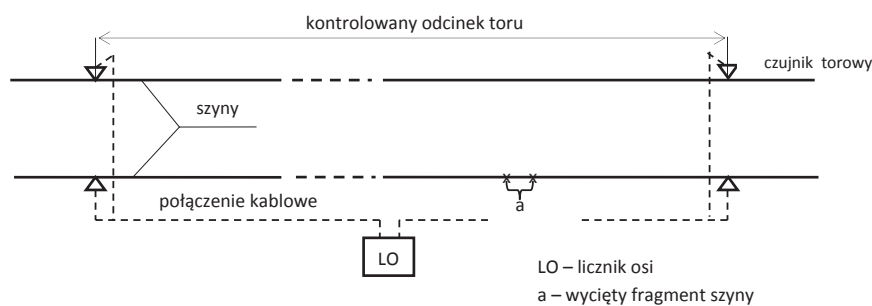
Podstawowym elementem wykrywającym przejeżdżające nad nim koło pojazdu jest czujnik torowy zwany również czujnikiem koła. Czujnik jest umieszczany w miejscu podziału toru na poszczególne odcinki objęte kontrolą niezajętości. (Rys. 3) Czujnik koła składa się z dwóch niezależnych od siebie elementów umieszczonych w jednej obudowie i oddalonych od siebie o odległość rzędu kilkunastu centymetrów. Dzięki temu przy przejeździe koła generowane są z czujnika impulsy umożliwiające również określenie kierunku ruchu pojazdu. Działanie każdego elementu opiera się na wykorzystaniu różnych zjawisk elektromagnetycznych, np. prądów wirowych czy odkształceniach pola. Urządzenia liczące współpracują z urządzeniami przytorowymi danego odcinka toru (czujnikami koła) i informują o zgodności liczby osi wjeżdżających na dany odcinek toru z liczbą osi, które z niego zjechały, lub o braku tej zgodności.

Czujniki koła powinny działać poprawnie przy prędkościach poruszającego się taboru przekraczającego 300 km/h, być odporne na zakłócenia pola elektromagnetycznego, jak również na przepływ powrotnych prądów trakcyjnych. Muszą również działać poprawnie w przypadku stosowania taboru z hamulcami elektromagnetycznymi oraz wiroprądowymi. Dodatkowo muszą być przystosowane do działania w różnych warunkach klimatycznych.

Urządzenia licznikowe natomiast nie informują, że kontrolowany odcinek toru jest w należytym stanie technicznym i że nie występują w nim usterki, takie jak pęknięta szyna lub – w drażających przypadkach – jej miejscowy brak (fragment a, rys. 3).



Rys. 2. Współczesny obwód torowy – bezzłączowy



Rys. 3. Kontrola zajętości toru za pomocą czujników torowych i licznika osi

Podsumowanie i propozycje Autorów

Obwody torowe są ściśle uzależnione od ustroju i stanu technicznego toru, a oprócz kontroli niezajętości toru sprawdzają także (za pomocą prądu sygnałowego) ciągłość mechaniczną obu toków szynowych.

Tradycyjny obwód torowy współpracuje z torem, w którym występują złącza szynowe, w tym złącza izolowane i – często – dławiki torowe. Taki obwód torowy jest trudny w utrzymaniu.

Współczesny obwód torowy jest stosowany w torze ze spawanymi szynami, z dobrym podtorzem, w tym z geowłókniną. Jego stan techniczny jest wymuszony z reguły dużymi prędkościami pociągów. Tor ten charakteryzuje się dobrymi parametrami elektrycznymi, ale obwód torowy wymaga stosowania – zamiast złączy izolowanych – układów separacji elektrycznej.

Liczniki osi, a ściślej – czujniki koła, z istoty swego działania są absolutnie niezależne od ustroju i stanu technicznego toru. Dlatego ich zastosowanie powinno mieć miejsce wszędzie tam, gdzie występują trudności (usterki) w utrzymaniu tradycyjnego obwodu torowego, a nieistotna jest kontrola ciągłości szyn (małe prędkości, ruch towarowy). Przy kontroli niezajętości toru przez liczniki osi i czujniki koła można – teoretycznie – wyciąć fragment szyny, a liczniki będą podawać, zgodnie z prawdą, że tor jest niezajęty; nie wykryją natomiast braku fragmentu szyny.

W oparciu o powyższe rozważania Autorzy sugerują, aby przyjąć następujące zasady stosowania urządzeń do kontroli niezajętości torów:

- przy małych prędkościach i w ruchu towarowym, (np. tory główne dodatkowe na stacjach), a przede wszystkim na torach kolejowych stacji przemysłowych do kontroli niezajętości torów należy stosować wyłącznie czujniki i liczniki osi;
- na liniach magistralnych i na stacjach w torach głównych zasadniczych kontrola niezajętości torów powinna odbywać się za pomocą obwodów torowych.

Autorzy:

prof. zw. dr hab. inż. **Henryk Karbowski** – emerytowany prof. zw. Politechniki Łódzkiej, prof. zw. Akademii Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi

mgr inż. **Andrzej Szymczewski** – emerytowany projektant Biura Projektów Kolejowych w Łodzi