ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2003
Seria: TRANSPORT z. 47 Nr kol. 1586

Stanisław Janusz CIEŚLAKOWSKI[1]

ZUŻYCIE ENERGII DO KSZTAŁTOWANIA BEZPIECZEŃSTWA WAGONÓW W GRAWITACYJNYCH SYSTEMACH ROZRZĄDOWYCH

Streszczenie. Artykuł przedstawia sposób obliczania zużycia energii przy hamowaniu wagonów hamulcami pomostowymi. Zaprezentowano również hamulce punktowe, które nie wymagają zasilania energetycznego.

ENERGY EXPENDITURE FOR THE PROVISION OF SAFETY OF CARS IN GRAVITATIONAL SWITCHING SYSTEMS

Summary. The paper presents o way of calculating energy consumption for braking of cars using platform brakes. Point brakes are also presented, which do not require power supplies.

1. WSTĘP

Stacje rozrządowe manewrowe są skomplikowanymi systemami, a od bezpiecznego ich działania zależy między innymi bezpieczeństwo całego transportu kolejowego. Bezpieczna praca stacji manewrowych i rozrządowych zależy w dużym stopniu od bezpiecznego staczania wagonów grawitacyjnych systemów rozrządowych. Wielkość strat ponoszonych z powodu kolizji wagonów i rozbijania ładunków podczas staczania z grawitacyjnych systemów rozrządowych przekracza na PKP 100 mln zł w ciągu roku.

Bezpieczeństwo wagonów zależy między innymi od bezpiecznej prędkości ich wyjazdu z hamulców odstępowych. W pracy przedstawiono metodę i dokonano według niej obliczeń zużycia energii przy hamowaniu wagonów hamulcami pomostowymi. Zaprezentowano również hamulce punktowe, które nie wymagają zasilania energetycznego.

2. ZDEFINIOWANIE PROBLEMU

Grawitacyjne systemy rozrządowe są zlokalizowane na stacjach rozrządowych manewrowych i zakładowych. W celu spełnienia zadania właściwego łączenia wagonów w składy pociągów i wyprawiania ich dokonuje się na tych stacjach siedem zasadniczych grup czynności:

[1] Politechnika Radomska im. Kazimierza Puławskiego w Radomiu

- przyjęcie wagonów,
- przygotowanie składów pociągów do rozrządzania,
- rozrządzanie, tj. dzielenie składów wagonowych na odprzęgi (jednowagonowe lub wielowagonowe) z równoczesnym grupowaniem wagonów według relacji wyprawiania,
- gromadzenie (akumulacja) wagonów poszczególnych relacji,
- zestawienie składów wagonów,
- przygotowanie wagonów do odjazdu,
- wyprawianie pociągów.

Największe zagrożenie bezpieczeństwa wagonów występuje podczas ich rozrządzania w grawitacyjnych systemach rozrządowych. Najwięcej uszkodzeń wagonów występuje za hamulcami odstępowymi. Przyczyną tych uszkodzeń są błędne prędkości wyjazdu wagonów z hamulców odstępowych.

Opracowuje się więc funkcję F przekształcającą prędkość wjazdu wagonów Vwj na hamulce odstępowe na prędkości ich wyjazdu Vwy z tych hamulców.

$$F: Vwj \rightarrow Vwy \tag{1}$$

Teraz można opracować zależność przekształcającą zbiór prędkości

$$V = \{Vwj, Vwy\} \tag{2}$$

$$Z: V \rightarrow e_1$$

Zakładając, że istnieje zbiór energii $E = \{e_1, e_2. \ldots e_n\}$ zużywanych przez różne systemy hamowania, to można postawić następującą hipotezę:

$$V_k e_k = e_{min} = O \tag{3}$$

Jednak system hamowania nie wymagający dostarczania energii zewnętrznej zasilania posiada prawdopodobnie inne wady, np. zwiększone zanieczyszczenie środowiska hałasem.

3. METODA BADAŃ I WYNIKI

Jako metodę badawczą do rozwiązania tego problemu zastosowano analizę jakościowo-ilościową planów schematycznych stref podziałowych oraz obliczenia analityczne i symulacje staczania wagonów z grawitacyjnych systemów rozrządowych.

Bezpieczeństwo rozrządzania zależy od konieczności zachowania w odpowiednich punktach strefy rozgałęźnej górki - dostatecznej odległości między kolejno następującymi po sobie odprzęgami. Odległość ta jest potrzebna do wykonania czynności sterowniczych. Punktami tymi są zwrotnice, na których rozchodzą się drogi odprzęgowe lub hamulce torowe, które po zjechaniu jednego odprzęgu powinny być nastawione dla zahamowania następnego odprzęgu. Jeżeli wszystkie wagony przetaczanego składu miałyby jednakowe długości między zderzakami i właściwości ruchowe, a przede wszystkim opór jednostkowy, to przez każdy punkt na swojej wspólnej drodze, aż do zwrotnicy podziałowej, przejeżdżałyby one w tym samym odstępie czasu, jaki miały na grzbiecie górki.

W rzeczywistości opór jednostkowy poszczególnych wagonów przetaczanego składu waha się w pewnych granicach, wskutek czego czas przejazdu dwóch kolejnych wagonów od grzbietu górki do zwrotnicy podziałowej jest zróżnicowany. Wagon ciężkobieżny przejedzie

drogę od grzbietu górki do określonego punktu na drodze staczania w czasie dłuższym niż wagon lekkobieżny.

W celu zachowania potrzebnego odstępu między poprzedzającym wagonem ciężkobieżnym i następującym wagonem lekkobieżnym instaluje się hamulce odstępowe.

Najprostszym sposobem określania prędkości wyjazdu wagonu z hamulca odstępowego jest metoda zaproponowana przez Koeniga, oparta wyłącznie na pomiarze prędkości wjazdu na hamulec, której mniejsza lub większa wartość jest wynikiem łącznego działania wszystkich sił oddziałujących na odprzęg wagonowy.

Koenig wychodzi z założenia, że prędkość wyjazdu powinna być tym bardziej zmniejszona, im większa jest prędkość wjazdu. Jeżeli więc na długości hamulca odstępowego prędkość ruchu nie hamowanego wagonu statystycznie ciężkobieżnego zmienia się od V_1 do V_2 osiągając w tym czasie średnią prędkość $V_{śr}$, to prędkość wyjazdu wagonu V_{wy} wjeżdżającego na hamulec z prędkością $V_{we} > V_{śr}$ powinna wynosić

$$V_{wy} = V_{we} - fdV \tag{4}$$

gdzie:

$$dV = V_{we} - V_{śr} \tag{5}$$

f - współczynnik, którego wartość należy obliczyć.

Wykorzystując symulację staczania lekkobieżnego, przy założeniu że jego prędkość wjazdu na hamulec docelowy będzie równa prędkości wagonu ciężkobieżnego, oblicza się V_{wy} i V_{we}. Teraz ze wzorów (5) i (4) oblicza się współczynnik f.

Następnie można już obliczać prędkość wyjazdu wagonu V_{wy} dla każdej prędkości jego wjazdu V_{we}. Można teraz obliczyć zużycie energii e_1 na hamowanie jednego wagonu, przy założeniu że prędkość ich wjazdu na tory pomostowe wynosi 1,5 m/s.

$$e_1 = \frac{m}{2}(1+\delta)V_{we}^2 - V_{wy}^2) \qquad [J] \tag{6}$$

gdzie:

m - masa wagonu [kg],

δ - współczynnik zwiększenia masy wagonu; [δ = 0,06].

Zakładając średnią masę wagonu 70 000 kg oraz średnie prędkości V_{we}=8 m/s; V_{wy}=3 m/s otrzymane z elektrowni, możemy wyznaczyć zużycie energii e_1 przez hamulce pomostowe.

Spośród wielu systemów hamowania wagonów można wyróżnić system wyposażony w hamulce punktowe typu TDJ 302. Nie wymaga on sterowania zewnętrznego, jak również zwalniania, czyli

$$e_k = e_{min} = 0 \tag{7}$$

Hamulec grzybkowy składa się z korpusu oraz poruszającego się w nim cylindra (grzybka). Wewnątrz grzybka znajduje się układ hydrauliczny, którego zadaniem jest pochłanianie nadmiaru energii toczącego się koła wagonu.

Dla utrzymania bezpiecznej prędkości koła wagonów (V=1,5 m/s) każdy tor powinien być wyposażony w 130 do 500 hamulców grzybkowych. Hamulce tego typu mogą być zabudowane do szyn na odcinkach prostych, na łukach i w strefie rozjazdów. Podstawową wadą tych hamulców jest znaczne zanieczyszczenie środowiska hałasem. Średni równoważny

poziom hałasu podczas przejazdu wagonu przez hamulce grzybkowe wynosi około 80 dB, podczas gdy przez hamulce pomostowe tylko ok. 70 dB.

4. WNIOSKI

Z badań przeprowadzonych w pracy wynikają następujące wnioski:

1. Zużycie energii do hamowania jednego wagonu przez hamulce pomostowe wynosi średnio e =204050 J ≈ 0,06 kWh. Zakładając, że 1200 wagonów, to e=72 kWh.
2. System hamowania wykorzystujący hamulce grzybkowe nie wymaga zasilania energią zewnętrzną, ale jest 1,5 raza droższy od systemu klasycznego wyposażonego w hamulce pomostowe.
3. System wyposażony w hamulce grzybkowe jest bardziej uciążliwy dla środowiska od systemu klasycznego.
4. Zanieczyszczenie środowiska hałasem podczas rozrządzania np. 160 wagonów na dobę w elektrowni lub elektrociepłowni wynosi 51,4 dB dla hamulców pomostowych i 69,8 dB dla hamulców grzybkowych, przyjmując czas przyjazdu wagonu przez hamulce pomostowe 4 s i przez hamulce grzybkowe 7 s.

Jest to zrównoważony poziom hałasu kolejowego, który jest przyjmowany do oceny oddziaływania na środowisko. Metodyka jego obliczania jest zgodna z rozporządzeniem M0SZNiN z 13 maja 1998 r.

5. Hamulce pomostowe ze względu na niższą emisję hałasu mogą być stosowane w pobliżu terenów wypoczynkowo-rekreacyjnych, terenów szpitali itp.

Literatura

1. Cieślakowski S.J.: Zagrożenie środowiska pojazdami szynowymi na górkach rozrządowych. IV Konferencja naukowo-techniczna. Pojazd a środowisko. Jedlnia Letnisko-Radom 2001.
2. Cieślakowski S.J.: Zasady doboru komputerowych parametrów ASR do grawitacyjnego systemu rozrządowego. Prace Naukowe Politechniki Radomskiej 1(15). Radom 2002.

Abstract

Marshaling yards and manoeuvring stations are complicated systems and their safe operation influences the safety of the railway system as a whole. The safety of funtioning of manoeuvring stations and marshaliling yards depends to a large extent on securing proper rolling of cars in gravitational switching systems. The size of losses incured by car collisions and freight damages in rolling of cars in gravitational switching systems exceeds 100mln PLN annually, in the Polish State Railways company.

The safety of cars depends among others on the speed of release from space brakes. The paper presents a method and calculations for determining energy consumption in braking cars using platform brakes. Point brakes are also presented, which do not require power supplies.