ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2004
Seria: TRANSPORT z. 52 Nr kol. 1621

Stanisław J. CIEŚLAKOWSKI[1]

KSZTAŁTOWANIE BEZPIECZNYCH SYSTEMÓW ROZRZĄDZANIA GRAWITACYJNEGO NA STACJACH PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. W pracy obliczono bezpieczne prędkości grawitacyjnych systemów rozrządowych na stacjach przemysłowych.

SHAPING SAFETY SYSTEMS MARSHALLING GRAVITATION ON INDUSTRY STATIONS

Summary. The safety height of systems marshalling gravitation on industry stations were to compute in this paper

1. WSTĘP

W każdym zakładzie przemysłowym jednym z najważniejszych elementów jest szeroko rozumiany transport. Dla prawidłowego funkcjonowania zakład musi być zaopatrywany z zewnątrz w surowce, urządzenia oraz musi posiadać sprawny transport technologiczny.

Duże zakłady posiadają własne stacje kolejowe przemysłowe. Do zakładów takich należą m.in. huty, elektrownie, porty, zakłady chemiczne. Na stacjach tych opróżnianie wagonów z węgla lub rudy odbywa się za pomocą wywrotnic. Najczęściej tory za wywrotnicami mają kształt torów do rozrządzania grawitacyjnego.

W pracy przeanalizowano układy bezpiecznych systemów rozrządzania grawitacyjnego na stacjach przemysłowych.

2. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU

Pociągi przybyłe na stację przemysłową z wagonami, które mają być opróżnione na wywrotnicach, są odpowiednimi torami zakładowymi kierowane na tzw. tory wywrotnicowe. Na torze wywrotnicowym odbywa się przegląd węglarek pod względem technicznym. Przegląd ten ma wykluczyć przybyłe wagony, które nie mogą być opróżniane na wywrotnicach. Podczas przeglądu odczepiane są jednocześnie sprzęgi wagonowe, rozłączane przewody powietrzne i opróżniane cylindry hamulcowe. Po tym przeglądzie pierwszy wagon zostaje wepchnięty na wywrotnicę najczęściej obrotową. Wagon wywracany jest w niej dokoła osi podłużnej. Po obróceniu wywrotnicy o 120-150° następuje samoczynne wysypanie się ładunku

[1] Politechnika Radomska, Wydział Transportu, ul. Malczewskiego 29, 26-600 Radom
tel. 361 77 23, e-mail: przypis@poczta.onet.pl

do leja umieszczonego pod spodem wywrotnicy. Z leja taśmociągiem ładunek zostaje przesłany dalej na odpowiednie miejsce.

Wagon, który został już opróżniony, zostaje wypchnięty z wywrotnicy przez następny wagon wjeżdżający do niej.

Wypchnięty wagon, wykorzystując nadaną mu minimalną prędkość i odpowiednie profile pochyleń oraz urządzenia hamujące systemu rozrządzania grawitacyjnego, zjeżdża na tory zbiorcze.

Nasuwa się pytanie, jak powinien być ukształtowany system grawitacyjnego rozrządzania wagonów na stacjach przemysłowych, aby rozładowane wagony mogły bezpiecznie dotrzeć na tory zbiorcze.

3. METODA BADAŃ

Wypchnięty wagon z wywrotnicy może wjeżdżać na tory zbiorcze w następujący sposób:
- bezpośrednio,
- za pomocą „kołyski torowej".

Pierwszy sposób realizowany jest za pomocą podłużnego układu torów.

Drugi sposób realizowany jest za pomocą poprzecznego układu torów.

W układzie podłużnym wagon wjeżdża za pomocą toru zjazdowego o spadku ciągłym na tory zbiorcze.

W układzie poprzecznym tor zjazdowy ma kształt wklęsły („kołyska"). Wagon wypchnięty z wywrotnicy nabiera znacznej prędkości, gdyż znajduje się na odpowiednim spadku. Z tą prędkością wagon wjeżdża na odcinek toru ułożony naprzeciw wzniesienia, na którym umieszczony jest pojazd ze zwrotnicą nastawioną na odgałęzienie. Wagon przejeżdżając przez rozjazd odchyla zwrotnicę i wjeżdża na strome wzniesienie, gdzie na krótkim odcinku traci prędkość, która spada do zera, a następnie, ponieważ znajduje się na dużym pochyleniu, pod wpływem siły ciężkości zaczyna nabierać znowu prędkości, staczając się przez rozjazd bezpośrednio na tory zbiorcze. Przestawienie zwrotnicy odbywa się automatycznie za pomocą sprężyn.

Liczba torów zbiorczych najczęściej wynosi dwa. Długość użyteczna tych torów wynosi średnio około 300 m.

Różnica długości całego układu torów podłużnego i poprzecznego łącznie z grupą torów zbiorczych wynosi około 30 m.

Różnica szerokości układu poprzecznego i podłużnego wynosi około 7 m.

Układ poprzeczny umożliwia znacznie skrócenie drogi wyjazdu wagonów ze stacji przemysłowej (brak konieczności przejazdu przez pętlę torową).

Wyposażenie techniczne systemów grawitacyjnego rozrządzania na stacjach przemysłowych może być następująca:
- brak urządzeń technicznych ograniczających prędkość wagonów,
- hamulce torowe pomostowe,
- hamulce torowe grzybkowe [2],
- hamulce torowe i urządzenia przetokowe.

Bezpieczne prędkości wjazdu wagonów na tory zbiorcze wynoszą 1,5 m/s dla trzech pierwszych rodzajów wyposażenia technicznego i 2 m/s dla czwartego rodzaju wyposażenia technicznego.

Kształtowanie bezpiecznych systemów rozrządzania grawitacyjnego na stacjach przemysłowych w układzie podłużnym jest analogiczne jak na stacjach rozrządowych. Na szczególną uwagę zasługują systemy rozrządzania w układach poprzecznych.

Przy ich analizie można pominąć opór jednostkowy od powietrza działający na wagon, gdyż stanowi on tylko około 10% wartości oporu jednostkowego toczenia wagonu. Odległość między początkiem rozjazdu sprężynowego i końcem toru „kołyskowego" wynosi około 60 m. Odległość między końcem toru „kołyskowego" a początkiem toru zbiorczego wynosi około $L_p = 140$ m.

Potrzebną wysokość toru „kołyskowego" (przeciwspadku) H_p można obliczyć ze wzoru [1]:

$$H_p = L_p \cdot w_o + 0{,}01 \cdot \alpha + 0{,}02 \cdot n_p + \frac{V_B^2}{2g'} \quad [m] \tag{1}$$

gdzie:

w_o - jednostkowy opór toczenia wagonu [-],

α - suma kątów łuków poziomych [°],

n_p - liczba przejeżdżanych rozjazdów przy zjeździe z „kołyski",

V_B - bezpieczna prędkość wjazdu wagonu na tory zbiorcze [m/s].

Przyjmując $V_B = 1{,}5$ m/s, otrzymujemy wysokość toru H_p większą dla wagonów ciężkobieżnych i niższą dla wagonów lekkobieżnych.

W związku z występowaniem obydwu typów wagonów należy dla niezawodności zjazdu wagonów przyjąć wysokość H_p obliczoną dla wagonów ciężkobieżnych, a dla bezpieczeństwa staczania wyposażyć „kołyskę" w urządzenia hamujące.

W przypadku braku tych urządzeń wagony lekkobieżne osiągałyby na początku torów zbiorczych prędkość przekraczającą bezpieczną.

Natomiast, gdyby wysokość H_p przyjąć dla wagonów lekkobieżnych, to wagony ciężkobieżne nie dojeżdżałyby do torów zbiorczych, zatrzymywałyby się znacznie wcześniej i byłyby narażone na najeżdżanie z prędkością większą od bezpiecznej przez toczące się za nimi wagony lekkobieżne.

Konieczną wysokość toru „kołyskowego" H_s (spadku), wynikającą z wysokości H_p, można obliczyć ze wzoru:

$$H_s = L_s \cdot w_o + 0.02 \cdot n_s + H_p \quad [m] \tag{2}$$

gdzie:

L_s – odległość między końcem wywrotnicy z końcem toru „kołyskowego" [m],

n_s – liczba przejeżdżanych rozjazdów podczas wjazdu na „kołyskę".

Wartość L_s kształtuje się na poziomie 140 m.

Jednostkowe opory toczenia wagonów ciężkobieżnych i lekkobieżnych przyjęto odpowiednio jako 0,00388 i 0,00223.

Pozostałe parametry to $\alpha = 13°$, $n_p = 2$, $n_s = 1$, $g' = 9{,}1$ m/s^2.

Prędkość wjazdu wagonu na „kołyskę" założono bliską zeru.

Do badań przyjęto węglarkę 4-osiową Eanos 423W.

Występujące w rzeczywistości systemy grawitacyjnego rozrządzania na stacjach przemysłowych są najczęściej za wysokie.

4. WNIOSKI

Z wykonanej pracy wynikają następujące wnioski:

- Wysokość toru „kołyskowego" (przeciwspadku) może wynosić $H_p = 0.84$ m.
- Wymaga to zainstalowania hamulca torowego, który musi hamować wagon lekkobieżny na długości 1,2 m (hamulec przy dwóch tokach szyn) lub na długości 2,4 m (hamulec przy jednym toku szyn).

- Wysokość toru „kołyskowego" (przeciwspadku) może wynosić $H_p = 0,93$ m.
- Wymaga to zastosowania urządzeń przetokowych na torach zbiorczych.
- Wysokość toru „kołyskowego" H_s (spadku) powinna wynosić 1,4 m dla torów wyposażonych w hamulec torowy lub 1,5 m dla torów wyposażonych w urządzenia przetokowe.
- Istniejące systemy rozrządzania grawitacyjnego na stacjach przemysłowych są najczęściej za wysokie na spadku o 0,59 m dla torów wyposażonych w hamulec lub o 0,49 m dla torów wyposażonych w urządzenia przetokowe.
- Są również za wysokie na przeciwspadku o 0,68 m dla torów wyposażonych w hamulce lub o 0,59 m dla torów wyposażonych w urządzenia przetokowe.

Literatura

1. Cieślakowski S.J.: Stacje kolejowe. WKŁ, Warszawa 1992.
2. Cieślakowski S.J.: Innowacyjne działania kształtujące bezpieczeństwo wagonów w projektowanych i rzeczywistych grawitacyjnych systemach rozrządowych. Systems. Journal of Transdisciplinary Systems Science. Vol. 8, 1/2003.
3. Węgierski J.: Układy torowe stacji. WKŁ, Warszawa 1979.

Abstract

Reality systems marshalling gravitation on industry station are too height.