ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1989

Seria: TRANSPORT z. 14 Nr kol. 1048

Adam BARYLSKI

Instytut Technologii Budowy Maszyn
Politechnika Gdańska

Władysław KOC

Instytut Inżynierii Komunikacyjnej
Politechnika Gdańska

SPOSOBY ZMNIEJSZENIA INTENSYWNOŚCI BOCZNEGO ZUŻYCIA SZYN W ŁUKACH LINII SKM GDAŃSK - GDYNIA

Streszczenie. W pracy przedstawiono rezultaty przeprowadzonych badań nad problematyką bocznego zużywania się szyn w łukach w warunkach kursowania elektrycznych zespołów trakcyjnych EN 57 i EW 58. Omówiono sposoby ograniczania intensywności tego zjawiska, zastosowane na SKM Gdańsk - Gdynia. Skupiono się tutaj w sposób szczególny nad opracowaną konstrukcją smarownicy szyn Sm 88, której wdrożenie dało pomyślny rezultat.

1. WPROWADZENIE

Charakterystycznym zjawiskiem występującym od wielu lat na liniach trójmiejskiej Szybkiej Kolei Miejskiej jest intensywne zużywanie się szyn w łukach (w toku zewnętrznym). Ponieważ na przebiegających równolegle torach dalekobieżnych (o podobnych parametrach geometrycznych) problem taki nie występuje, można mówić o zjawisku nadmiernego bocznego zużycia szyn na SKM.

Specyfika eksploatacyjna linii SKM polega na niejednorodności kursującego tutaj taboru (elektrycznych zespołów trakcyjnych EN 57 i EW 58) oraz bardzo dużej częstotliwości przejazdów. Samo zjawisko zużycia związane jest niewątpliwie z wpisywaniem się zestawów kołowych na krzywiznach poziomych (łukach kołowych i krzywych przejściowych). Decydującą rolę odgrywa wielkość występujących sił docisku koła do szyny. Oczywiście zużywaniu się szyn towarzyszy zużywanie się obręczy w zestawach kołowych. Służba trakcji podaje, iż tabor kursujący na SKM wykazuje zwiększone zużywanie się obręczy niż analogiczny tabor kursujący na innych liniach. Zużycie obręczy występuje na wszystkich zestawach kołowych i jest w zasadzie równomierne, tzn. jego wielkość nie zależy od miejsca usytuowania osi na długości składu pociągowego.

Tak więc na problem należy patrzeć kompleksowo. Dążąc do zmniejszenia intensywności bocznego zużycia szyn należy również mieć na uwadze koniecz-

ność równoległego zmniejszenia zużycia obręczy. Zasada taka powinna stanowić podstawowe założenie wszelkich podejmowanych środków zaradczych.

Szybka Kolej Miejska Gdańsk - Gdynia odgrywa szczególną rolę w zapewnieniu sprawnej komunikacji pasażerskiej w obrębie całej aglomeracji. Niezawodność jej funkcjonowania stanowi w tej sytuacji kwestię zasadniczą. Omawiane zjawisko jest źródłem poważnych zakłóceń eksploatacyjnych, powoduje konieczność częstych wymian szyn, sprawia kłopoty jednostkom utrzymaniowym. Inicjatywa w zakresie poszukiwań efektywnego rozwiązania problemu należy od wielu lat do służby drogowej. Jednak uzyskiwane rezultaty trudno było uznać jako zadowalające. Dopiero ostatnio zanotowano w tej dziedzinie istotny postęp. Wiąże się to niewątpliwie z podjęciem prac badawczych nad omawianą problematyką przez Zakład Budowy Kolei Politechniki Gdańskiej [3].

2. WIELKOŚĆ I CHARAKTER WYSTĘPUJĄCEGO ZUŻYCIA SZYN [3]

W celu określenia przebiegu zjawiska przeprowadzono kilkuletnie prace badawcze na wybranych odcinkach doświadczalnych toru. W zakres tych badań wchodziły pomiary zużycia bocznego szyn oraz pomiary układu geometrycznego torów. Objęły one w sumie 14 łuków kołowych o zróżnicowanych wielkościach promieni. Ogólną charakterystykę odcinków zawiera tab. 1. Ostatniej przed rozpoczęciem badań wymiany szyn dokonano na wszystkich odcinkach w okresie maj - czerwiec 1986 r. Pomiary zużycia bocznego prowadzono za pomocą suwmiarki torowej [1] w odstępach co 1 m. Uzyskiwana dokładność wynosiła 0,1 mm. Pierwszą serię pomiarów wykonano w czerwcu 1987 r. Kolejne starano się w miarę możliwości prowadzić w jednakowych, dwumiesięcznych odstępach czasu. Przykładowe wykresy zużycia (dla odcinka nr 3) przedstawiono na rys. 1.

W analizie szczegółowej zostały podjęte następujące problemy:

- ocena położenia toru w płaszczyźnie poziomej,
- odległość między kolejnymi maksimami na wykresie zużycia,
- charakter narastania zużycia,
- związek między zużyciem a ukształtowaniem poziomym toru.

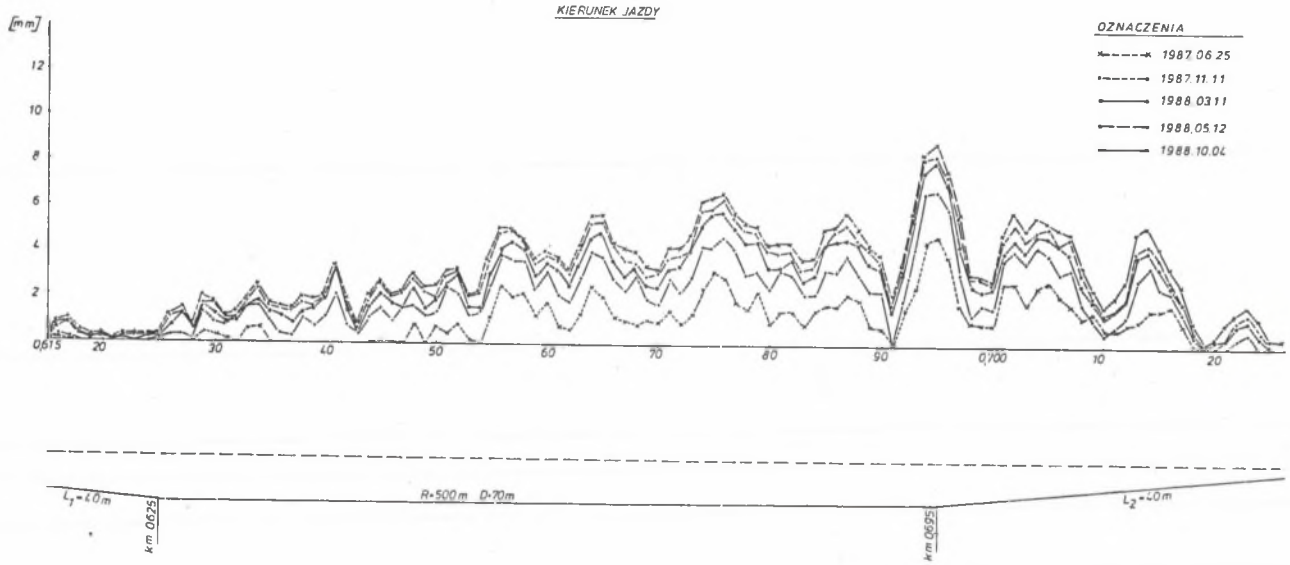
W wyniku analizy wysunięto wniosek, że podstawową przyczyną powstawania nadmiernego bocznego zużycia szyn na SKM jest nieprawidłowo ukształtowana krzywizna toru, zwłaszcza w płaszczyźnie poziomej. Wykonane pomiary wskazują częstokroć na znaczne odchylenia od układu projektowanego. Na większości badanych łuków stwierdzono oscylacyjny charakter zużycia oraz narastanie zużycia zgodnie z kierunkiem jazdy (tak jak na odcinku nr 3 - rys. 1). Największe zużycie obserwuje się na wyjściu z układu krzywa przejściowa - łuk kołowy - krzywa przejściowa (tzn. w rejonie końca krzywej przejściowej od strony zjazdu). Odpowiada to przesłankom teoretycznym - z analizy modeli dynamicznych, kiedy kształt geometryczny toru (zdeformowany) stanowi czynnik wymuszający drgania poprzeczne pojazdu.

Tablica 1

Charakterystyka odcinków badawczych na SKM*

Numer odcinka	Lokalizacja od km — do km	Tor nr	Układ geometryczny w planie				Nawierzchnia				Uwagi
			Promień łuku	Długość kp 1	Długość łuku	Długość kp 2	Typ szyny	Rodzaj podkładu	Rodzaj podsypki	Typ przytw.	
1	Gdańsk Zaspa Towarowa 6.026 — 6.339	500	199	40	213	50	S 49	drew.	tłuczeń	K	Szyny utwardzone
2	Gdańsk Brzeżno 6.375 — 6.517	500	308	55	32	55	S 49	drew.	tłuczeń	K	Szyny utwardzone
3	Gdańsk Główny 0.585 — 0.735	501	500	40	70	40	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
4	Gdańsk Stocznia 0.780 — 1.004	501	490	40	144	40	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
5	Gdańsk Politechnika 1.993 — 2.288	501	600	60	175	60	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
6	Gdańsk Przymorze 6.709 — 6.914	501	900	60	85	60	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
7	Gdańsk Przymorze 6.970 — 7.117	501	700	50	47	50	S 49	drew/bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
8	Gdańsk Główny 0.715 — 0.745	502	900	—	30	—	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
9	Gdańsk Główny 0.567 — 0.715	502	585	60	60	20	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
10	Gdańsk Stocznia 0.776 — 0.955	502	325	60	59	60	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
11	Gdańsk Politechnika 1.975 — 2.296	502	520	100	121	100	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
12	Gdańsk Wrzeszcz 5.220 — 5.260	502	580	—	40	—	S 49	drew.	tłuczeń	K	Tor bezst. + klas. sz. utwardzona
13	Gdańsk Wrzeszcz 5.290 — 5.333	502	580	—	43	—	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy
14	Gdańsk Przymorze 6.766 — 7.070	502	810	60	184	60	S 49	bet.	tłuczeń	K	Tor bezstykowy

* Pełną charakterystykę zawiera praca 3 .



Rys. 1. Wykresy bocznego zużycia szyn na odcinku nr 3

Fig. 1. Diagram of rails side - wear for section No 3

Kolejnym potwierdzeniem tych faktów jest symetryczny (względem środkowej części) rozkład zużycia na odcinkach, gdzie ruch odbywa się w obu kierunkach (tzn. na linii gdańsk Główny - Gdańsk Nowy Port, odcinki badawcze nr 1 i 2).

Oscylacyjny charakter zużycia wskazuje również na związek pomiędzy zużyciem bocznym szyn a sposobem wpisywania się w tor zestawów kołowych kursującego na SKM taboru trakcyjnego. Jednak jak stwierdzono, odległości pomiędzy kolejnymi maksimami zużycia (a więc także pomiędzy miejscami największego bocznego docisku koła do szyny) przyjmują wartości z szerokiego przedziału (3-15 m), zaś ich rozkład jest w zasadzie równomierny. Średnia odległość jest rzędu 7-8 m i nie zależy od wielkości promienia łuku (dla R = 325-900 m). Ścisłe określenie tej zależności wymagałoby jednak szczegółowego przeanalizowania rzeczywiście występującej krzywizny, bowiem - jak już wspomniano - istnieją poważne nieprawidłowości kształtu w płaszczyźnie poziomej. Ponadto nie bez znaczenia może okazać się kwestia występującej niejednorodności konstrukcyjnej kursującego taboru EN 57 i EW 58, a konkretnie niewłaściwe prowadzenie zestawów kołowych [9].

3. PODEJMOWANE ŚRODKI ZARADCZE

Podejmowane - w różnych okresach czasu - przedsięwzięcia mające na celu zmniejszenie wielkości zużycia bocznego szyn były trojakiego rodzaju:

- poprzez zmiany w układzie geometrycznym torów,
- ułożenie na niektórych łukach szyn obrabianych cieplnie,
- zastosowanie smarownic szyn.

3.1. Zmiany w układzie geometrycznym torów

Sposób ten został zastosowany przez służbę drogową już dawno i obowiązuje w dalszym ciągu, pomimo stwierdzonej niewielkiej skuteczności. Przejawia się on przede wszystkim w radykalnym zwiększeniu przechyłki na łuku. W ramach prowadzonych badań podjęto próbę oceny skali tej operacji. Na wszystkich łukach określono (na drodze pomiarów niwelacyjnych) wartości występującej przechyłki h_{rz}. Jednocześnie przeprowadzono pomiary rzeczywistych prędkości pociągów na badanych odcinkach. Pozwoliły one na ustalenie prędkości maksymalnych, a te z kolei posłużyły do obliczenia przechyłki teoretycznej h_t. Określone wartości V_{max}, h_t i h_{rz} zawiera tabl. 2.

Jak wynika z tabl. 2 w przeważającej ilości przypadków prędkości pociągów na badanych łukach są znacznie mniejsze od przyjętej na SKM V_{max} = 70 km/h. Natomiast wartości przechyłek h_{rz} wyraźnie przewyższają odpowiednie wartości h_t - niekiedy nawet kilkakrotnie. Konfrontując te fakty z występującym nadmiernym zużyciem bocznym szyn na SKM można więc sądzić, że działanie siły odśrodkowej nie stanowi podstawowej przyczyny tego zjawiska. W tej sytuacji zwiększenie przechyłki okazuje się bezcelowe. Stwierdzono, że wywo-

łuje ono również skutki negatywne - prowadzi do rozwalcowania główki szyny toku wewnętrznego oraz powstawania spływów (a miejscami również do pojawienia się zużycia falistego). Ponadto zaobserwowano, że dla małych prędkości (około 25 km/h) pociąg nie reaguje na przechyłkę. Tabor przejeżdżający po zwiększonej przechyłce powinien wówczas napierać na tok wewnętrzny ze względu na istnienie dużej siły poprzecznej. Występuje jednak zjawisko "trzymania się" przez koło toku zewnętrznego (o czym świadczy zauważalny odstęp między obrzeżem a szyną wewnętrzną). Jest to zapewne spowodowane specyfiką wpisywania się składu pociągowego, a także wiąże się z charakterem zużywania się obręczy (tworzy się dodatkowe "obrzeże" od strony zewnętrznej).

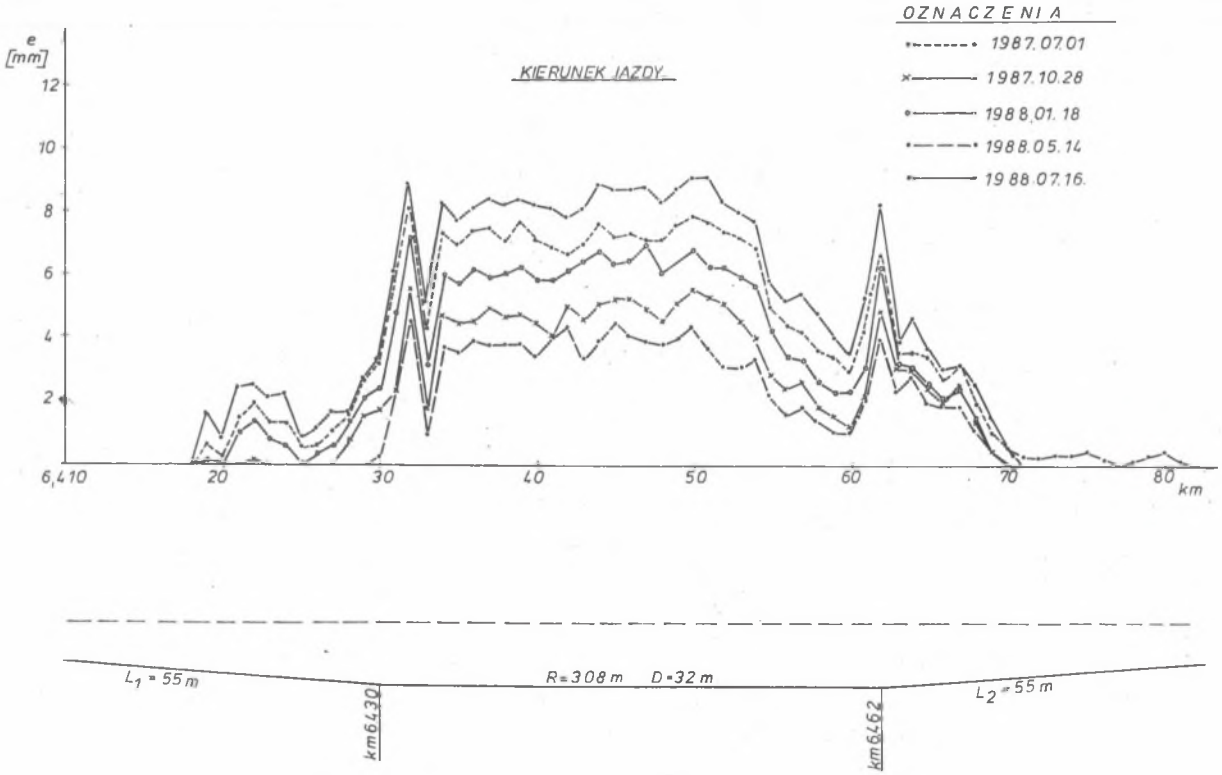
Tablica 2

Numer odcinka badawczego	Prędkość maksymalna V_{max} [km/h]	Promień łuku R [m]	Przechyłka teoretyczna h_t [mm]	Przechyłka rzeczywista h_{rz} [mm]
1	30	199	55	85
2	30	308	35	55
3	20	500	10	85
4	30	490	25	125
5	65	600	85	95
6	60	900	50	75
7	45	700	35	55
8	35	900	20	60
9	35	585	25	85
10	35	325	45	125
11	65	520	100	110
12	55	580	65	40
13	40	580	35	35
14	50	810	40	75

3.2. Ułożenie szyn obrabianych cieplnie

Szyny obrabiane cieplnie (utwardzane na wskroś) były ułożone na odcinkach nr 1, 2, 12 i 13. Dane z odcinków nr 12 i 13 należy jednak wyeliminować z dalszej analizy, gdyż odcinki te były zbyt krótkie (ok. 40 m).

Przebieg zużycia bocznego szyn na odcinkach nr 1 i 2 w zasadniczy sposób odbiega od charakteru zużycia na odcinkach pozostałych. Zużycie jest tutaj równomierne, z lokalnymi zaburzeniami (jak widać na rys. 2 dla odcinka 2), podczas gdy na pozostałych łukach, jak już wspomniano, ma ono charakter oscylacyjny. Jest to zjawisko korzystne, gdyż odpowiada występowaniu relatywnie mniejszego zużycia maksymalnego. Można to łatwo wykazać porównując zużycie na odcinkach nr 3 i 10 [3], o podobnych wielkościach promieni łuków (odpowiednio 308 i 325 m). Oscylacyjne zużywanie się szyny standardowej na odcinku nr 10 powodowało konieczność jej wymiany po ok. 6 miesiącach od daty



Rys. 2. Wykresy bocznego zużycia szyn na odcinku nr 2

Fig. 2. Diagram of rails side - wear for section No 2

wbudowania. Zużycie maksymalne na odcinku nr 2 jest znacznie korzystniejsze (uwzględniając oczywiście ponad 4-krotną różnicę w obciążeniu linii - 4,64 TG/rok w torze 500 i 19,87 Tg/rok w torze 501, 502). Należałoby jeszcze wyjaśnić znaczenie kierunku jazdy pociągów; stwierdzone równomierne zużycie występuje bowiem na linii jednotorowej, gdzie ruch pociągów odbywa się w dwóch kierunkach.

Ewidentne korzyści uzyskane przez ułożenie szyn obrabianych cieplnie dotyczą jednak tylko samej nawierzchni. Zupełnie inaczej przedstawia się sytuacja z punktu widzenia służby trakcji. Szyny utwardzane powodują zużywanie obręczy o tak dużej intensywności, że praktycznie co 2 tygodnie (w przypadku omawianej SKM) konieczna staje się ich wymiana. Organizacyjnie zostało to w ten sposób rozwiązane, że na linii do Nowego Portu kursują dwa wydzielone składy trójwagonowe (tzn. pojedyncze elektryczne zespoły trakcyjne), których czoła, dla przedłużenia okresu wymiany zużytych obręczy, są obracane (w regularnych odstępach czasu). Taki tryb postępowania byłby niemożliwy do zastosowania (głównie z powodu braku dostatecznej ilości nowych obręczy) na linii Gdańsk - Gdynia, gdzie kursuje znacznie większa liczba pociągów i są to składy złożone najczęściej z trzech zespołów trakcyjnych.

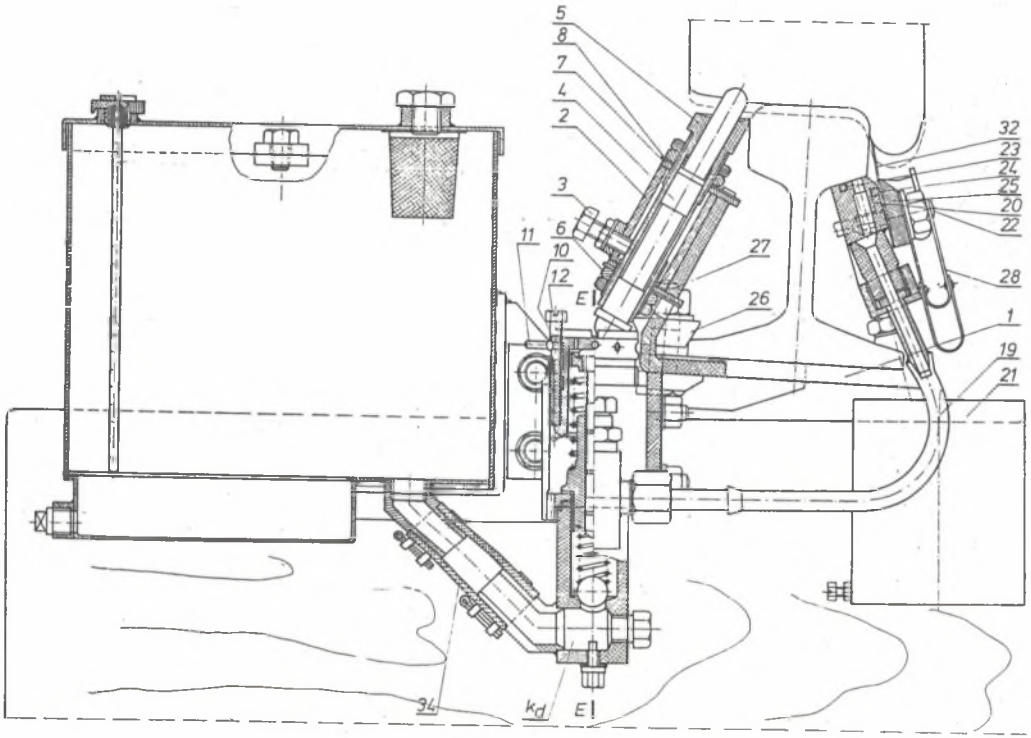
W istniejącej sytuacji powstaje nadal otwarta kwestia podniesienia twardości obręczy, co jednak mogłoby się okazać niekorzystne dla pozostałych odcinków SKM, z szynami standardowymi.

3.3. Zastosowanie smarownic szyn

Niepowodzenie zaprezentowanych sposobów zmniejszenia zużycia skłoniło zespół naukowo-badawczy z Politechniki Gdańskiej do sprawdzenia koncepcji smarowania szyn w torze. Jest to koncepcja bardzo ostatnio rozwijana w innych krajach. Problematyka smarowania szyn i obręczy stanowi przedmiot licznych publikacji, m.in. [5, 6, 7, 8]. Z tego też względu należy poświęcić temu zagadnieniu nieco więcej miejsca.

Urządzenia mechaniczne do smarowania, ze względu na ich usytuowanie, podzielić można na urządzenia zainstalowane w torach oraz urządzenia na lokomotywach, wagonach lub też specjalnie przystosowanych do tych celów drezynach. Wśród rozwiązań konstrukcyjnych smarownic szynowych najczęściej stosowane są w praktyce urządzenia firmy Portec [10] i CLIC-O-MATIC [2]. Jedynym krajowym urządzeniem do smarowania szyn była jak dotychczas smarownica typu L-4/62 [4]. Wytwarzania smarownicy w latach 1968-1974 podjęły się Kolejowe Zakłady Nawierzchniowe "Skalmierzyce". Po wykonaniu ok. 500 sztuk dalszej produkcji tych urządzeń jednak zaniechano.

Pomimo wielu sprzecznych opinii o smarownicy L-4/62 zdecydowano się powtórnie wykonać serię doświadczalną urządzenia, dokonując jednak pewnych drobnych i zarazem istotnych dla jej eksploatacji zmian konstrukcyjnych. Chcąc ocenić (w ramach pracy [3]) skuteczność smarowania szyn w warunkach SKM była to jedyna racjonalna alternatywa. Przeprowadzone zmiany konstrukcji dotyczyły pompy olejowej oraz podajnika i zbiornika oleju. W rezulta-



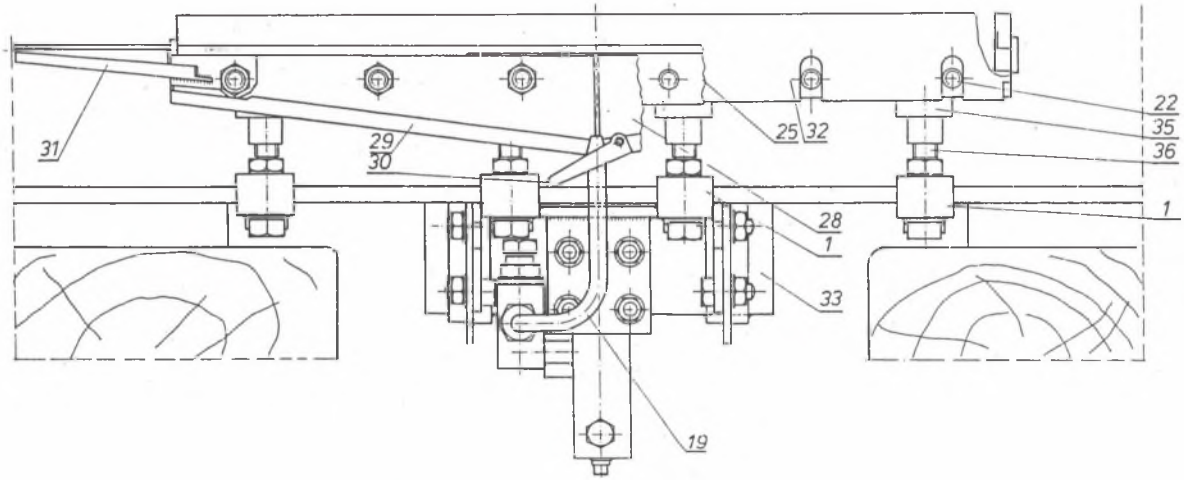
Rys. 3a. Konstrukcja smarownicy Sm 88 - przekrój poprzeczny

Fig. 3a. Construction of the lubricator Sm 88 - cross section

cie prowadzonych obserwacji kolejnych wersji prototypowych i wprowadzonych sukcesywnie udoskonaleń powstało urządzenie spełniające w pełni wymogi eksploatacyjne. Oznaczono je symbolem Sm 88.

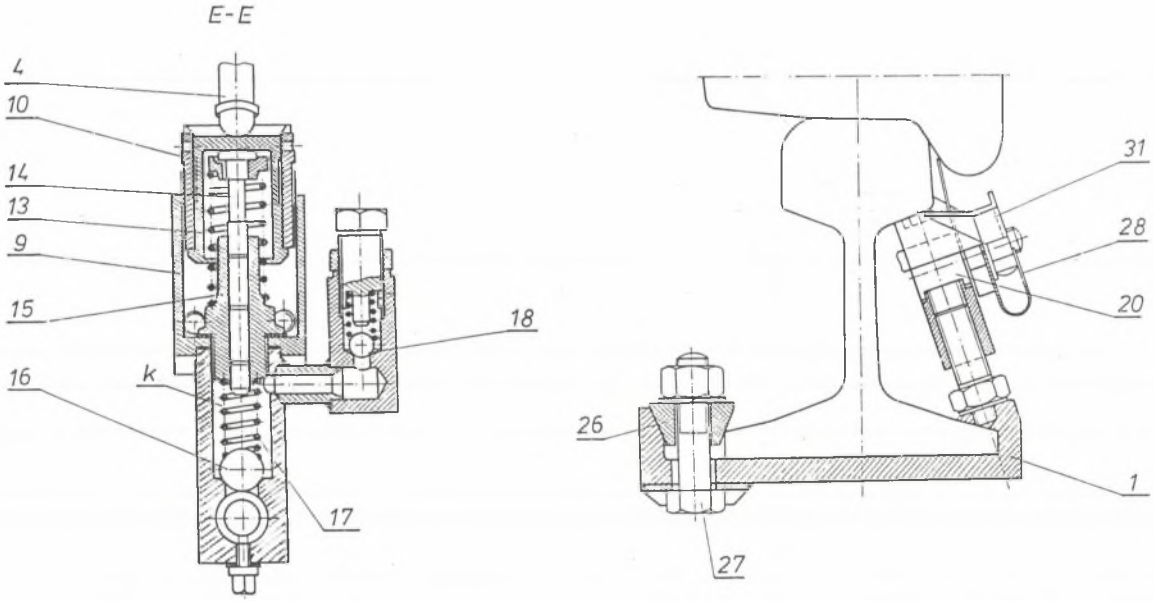
Smarownica Sm 88 (rys. 3) składa się z czterech zespołów: pompy olejowej, popychacza z tuleją, zbiornika oleju oraz podajnika oleju. Zbiornik oleju 33 o pojemności 11,5 dm^3, połączony jest przewodem 34 z pompą olejową. Zbiornik jest usytuowany tak, że jego dno znajduje się powyżej komory ssąco-tłoczącej k pompy nurnikowej. Pompa zasysa olej przez komorę wstępną k_d, zawór kulkowy 16, do komory ssąco-tłoczącej k i tłoczy go przez zawór kulkowy 18 przewodem 19 do podajnika oleju. Pompa jest uruchamiana za pośrednictwem popychacza 4 naciskanego kołami przejeżdżających pojazdów. Dolny koniec popychacza 4 naciska na kapturek prowadnicy 13, a ten na tłoczek 14, powodując jego przesunięcie w dół w cylinderku 15 i tłoczenie oleju. Ruch powrotny tłoczka i jednoczesne ssanie oleju przez zawór kulkowy 16 do komory k spowodowany jest sprężyną 17. Kapturek 13 jest prowadzony w nakrętce tulejowej 10, wkręconej w korpus 9. Nakrętka 10, oprócz ograniczenia ruchu kapturka do góry, umożliwia regulację skoku popychacza 4 i tłoka 14, czyli poziomu oleju. Otwory na obwodzie nakrętki 10 służą do jej obracania podczas regulacji skoku popychacza, jak również do zabezpieczenia przed obrotem na skutek drgań wywołanych przez przejeżdżające pojazdy. Zabezpieczenie polega na usytuowaniu w jednym z otworów zapadki 11, przez której otwór wkłada się trzpień 12 wkręcany w gniazdo z gwintem korpusu 9 pompy. Przy naciśnięciu kapturka 13 poniżej otworów w nakrętce 10 i wprowadzeniu dłuższego końca zapadki 11 oraz trzpienia 12 następuje wyłączenie działania pompy 9. Łożysko 2 z otworem o kształcie owalnym pozwala zamocować tulejkę 5 za pomocą nakrętek 6 spoczywających na nakładkach 7 i podkładkach 8. Śruba oporowa uniemożliwia odsunięcie się tulejki z popychaczem od szyny.

Podajnik oleju składa się z korpusu 20, dociśniętego do dolnej powierzchni główki szyny za pomocą śrub 36, wkręconych w podpórki 35 i opierających się o uchwyty 1, mocowanych za pomocą śrub 27 i kostek zaciskowych 26 do stopki szyny. Do korpusu 20 podajnika oleju zamocowana jest płytka podająca 32, która podnosząc olej na krawędź szyny umożliwia rozprowadzenie go przez obrzeża koła. Górna krawędź płytki 32 jest odchylona od bocznej powierzchni główki szyny o 2 mm, tworząc szczelinę na całej długości podajnika oleju. Sprężystość płytki umożliwia podczas kontaktu z obrzeżem koła wyciśnięcie oleju ze szczeliny na krawędź szyny i rozprowadzenie przez obrzeże koła. Płytkę 32 dociska listwa dociskowa 25, do której zamocowane są rynienki 28, 29, 30 i 31, odprowadzające nadmiar oleju do puszki 21. Regulacja i ustawienie na odpowiedniej wysokości górnej krawędzi płytki podajnika 32 od powierzchni tocznej główki szyny odbywa się za pomocą śrub 22, które są usytuowane w podłużnych otworach płytki. Przestrzeń wypełniona przez olej pomiędzy korpusem 20, główką szyny a płytką podającą 32 uszczelniona jest uszczelką 23 i 24. Do ustawienia i kontroli płytki podającej podajnika oleju oraz skoku popychacza służy specjalny sprawdzian kontrolny.



Rys. 3b. Konstrukcja smarownicy Sm 88 - widok z boku

Fig. 3b. Construction of the lubricator Sm 88 - end - view



Rys. 3c. Konstrukcja smarownicy Sm 88 - przekrój pompy olejowej i schemat zamocowania

Fig. 3c. Construction of the lubricator Sm 88 - cross section of the oil pomp and diagram of the attachment

Zasadnicze znaczenie dla uzyskania pożądanego efektu smarowania ma właściwe usytuowanie smarownicy w torze. Ruch pociągów na liniach SKM jest w zasadzie jednokierunkowy. Smarownicę należy więc usytuować w takim miejscu na prostej przed łukiem, aby wszystkie obrzeża kół wchodziły w kontakt ze zwilżoną olejem krawędzią szyny na długości ok. 700 mm. W miejscu usytuowania smarownicy szyna powinna być niespłaszczona, a prawidłowo zaokrąglona i wyraźnie przetarta przez obrzeża kół, przy czym zużycie boczne nie powinno być większe od 18 mm. W przeciwnym razie spowoduje to szybsze zużycie górnej krawędzi płytki podającej lub jej uszkodzenie. Nie należy umieszczać smarownicy w sąsiedztwie styku szynowego z uwagi na występowanie drgań. Odstęp stalowych podkładek podszynowych w miejscu zainstalowania smarownicy nie powinien być mniejszy od 500 mm. W przypadku zainstalowania dwóch smarownic blisko siebie (w odległości ok. 1300 mm) obrzeże przejmuje na swój obwód smar z dwóch listew, co odpowiada w przybliżeniu połowie obwodu koła. Przy dwukierunkowym ruchu pociągów należy smarownicę instalować pośrodku łuku, z zachowaniem zaleceń podanych wyżej.

W wyniku przeprowadzonych prób dla określenia miejsca montażu stwierdzono, że samo spełnienie warunku właściwej szerokości toru nie zapewnia jeszcze prawidłowego rozprowadzenia smaru. Jak wykazały badania, nawet w takim przypadku docisk obrzeża do powierzchni bocznej główki szyny następuje stosunkowo rzadko i nieregularnie. Jest to uwarunkowane sposobem poruszania się zestawów kołowych, przypuszczalnie należy tu również uwzględnić duże zużycie obręczy kół. W tej sytuacji czynnikiem decydującym o miejscu montażu smarownicy jest występowanie zużycia o wielkości "śladowej". Średni zasięg smarowania szyny wynosi 2-3 km.

Z uwagi na możliwą dużą różnicę temperatur otoczenia stosowany olej w smarownicach powinien być konsystencji płynnej, tak aby przy skrajnych temperaturach mógł być sprawnie zasysany przez pompę i jednocześnie nie ściekał z szyny zbyt szybko z uwagi na pożądany efekt smarowania.
Proponuje się zastosować:

- w okresie letnim (15.V. - 15.X.):
  Hipol - 30 o lepkości E_{100} = 3,19 - 4,20 i temperaturze krzepnięcia - 15°C (Zn-64/MPChem. NF-86) lub olej PL o lepkości E_{100} = 4,0 - 4,15 i temperaturze krzepnięcia 5°C (PN-C/96100)
- w okresie zimowym (16.X. - 14.V.):
  Hipol - 10 o lepkości E_{100} = 1,67 - 2,08 i temperaturze krzepnięcia - 30°C lub olej PZ o lepkości E_{100} = 2,9 - 3,2 i temperaturze krzepnięcia - 15°C.

Jako przeciętną dawkę oleju na jedną oś w warunkach SKM przyjęto 0,125 cm^3. Zaleca się aby górna część popychacza wystawała na wysokość 3 mm nad powierzchnią toczną główki szyny. Przy większej wysokości skok tłoka jest wydłużony, co powoduje zwiększony rozrzut oleju przez koła oraz zanieczyszczenie torowiska. Ustawienie płytki podającej należy przeprowadzić bardzo dokład-

nie. Nie może być ona wysunięta zbyt wysoko, a odległość jej krawędzi od górnej powirzchni główki szyny powinna wynosić co najmniej 17 mm - przy braku zużycia pionowego szyny. Jednak w przypadku zbyt niskiego ustawienia płytki podawanie oleju może okazać się niedostateczne. Szczelina pomiędzy powierzchnią główki szyny a płytką podającą powinna wynosić 2 mm.

Ocenę wpływu smarowania szyn na ich zużycie przeprowadzono na wybranych odcinkach badawczych.

Na odcinku nr 3 czas pracy smarownicy w torze wynosił ok. 6 miesięcy. W tym okresie średni przyrost zużycia szyn był na poziomie 0,6 mm. Natomiast zużycie szyny suchej, po dwóch latach pracy w torze, wynosiło tam 4,5 mm. Tak więc w wyniku smarowania uzyskano przedłużenie jej trwałości o ponad 87%.

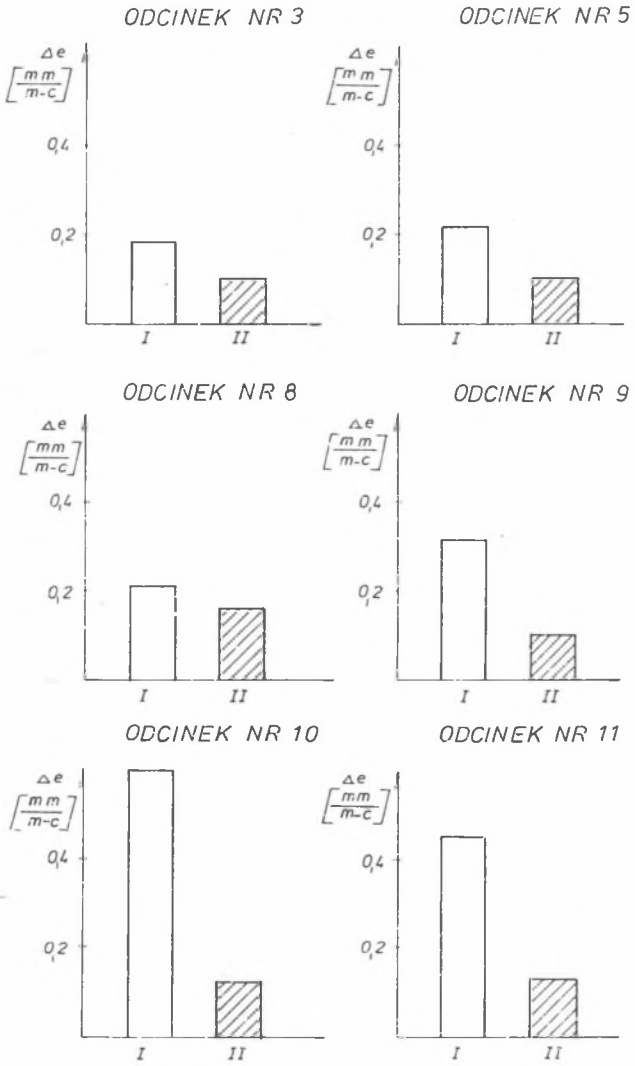
Na odcinku badawczym nr 5 nie zainstalowano smarownic, lecz mimo tego jest on na całej długości smarowany, gdyż leży w zasięgu działania smarownicy znajdującej się na odcinku nr 4. Na szynach smarowanych od 11 listopada 1987 r. (w ciągu 6 miesięcy), średni przyrost zużycia bocznego wyniósł 0,6 mm, podczas gdy zużycie (po dwóch latach eksploatacji) szyn suchych wyniosło 5,1 mm. Świadczy to o przedłużeniu ich trwałości o ponad 112%.

Szyny toku zewnętrznego odcinków nr 8 i nr 9 są smarowane od 27 kwietnia 1988 roku. Przez 5 miesięcy stosowania smarownicy zużycie wzrosło średnio o 0,5 mm na odcinku nr 9 oraz o 0,8 mm na odcinku nr 8. Po dwóch latach eksploatacji szyn suchych zużycie to wynosiło odpowiednio 3,8 i 7,6 mm. Smarowanie spowodowało przedłużenie trwałości szyn odpowiednio o 58 i 100%.

Na odcinku badawczym nr 10 smarownicę zamontowano 5 kwietnia 1988 roku. Do tego momentu po 18 miesięcznej eksploatacji szyn suchych największe zużycie wynosiło 15,6 mm. Po wymianie szyn przeprowadzonej 14 listopada 1987 roku, do czasu zamontowania smarownicy (w ciągu 5 miesięcy), zużycie to wyniosło 3 mm, natomiast w trakcie 5-miesięcznej eksploatacji smarownicy średni przyrost zużycia wyniósł tam tylko 0,6 mm.

Na odcinku nr 11 szyny w stanie suchym były eksploatowane w okresie dwóch lat, w wyniku czego powstało zużycie na poziomie 12 mm. Bezpośrednio po wymianie szyn, 16 kwietnia 1988 roku, zamontowano w torze smarownice Sm 88. W efekcie 6-miesięcznej obserwacji stwierdzono powstanie zużycia bocznego o wartości maksimum 0,8 mm. Upoważnia to do prognozowania przedłużenia trwałości szyn o ok. 230%.

Graficzną ilustrację przytoczonych stwierdzeń stanowi rys. 4, obrazujący wyznaczone - na podstawie wyników pomiarów - wartości wskaźnika średniego przyrostu zużycia bocznego szyny Δe. Z przedstawionych tam diagramów wynika, że efekty zastosowania smarownic szyn wiążą się z wielkością promienia łuku. Największa poprawa sytuacji wystąpiła na odcinku nr 10, tzn. dla $R = 325$ m. Natomiast na odcinku nr 8 (gdzie $R = 900$ m) smarowanie zmniejsza zużycie boczne szyn w stosunkowo niewielkim stopniu.



Rys. 4. Wartości wskaźnika średniego przyrostu zużycia bocznego szyny (I - szyna niesmarowana, II - szyna smarowana)

Fig. 4. Values of the index of nean increase in rail side - wear (I - rail non-lubricated, II rail lubricated)

4. WNIOSKI

- Intensywność bocznego zużywania się szyn w łukach linii SKM jest wyraźnie większa niż na typowych liniach kolejowych o podobnych parametrach technicznych. Wiąże się to z występującymi tutaj specyficznymi warunkami eksploatacyjnymi, a także stwierdzonymi w trakcie pomiarów nieprawidłowościami w ukształtowaniu geometrycznym toru.
- Możliwości służby drogowej w zakresie poprawy układu geometrycznego toru są w znacznym stopniu ograniczone. Wynika to zarówno z ogólnego stanu techniki na PKP, jak i dodatkowych problemów, związanych ze znaczeniem linii w systemie komunikacyjnym Trójmiasta (m.in. trudności z uzyskaniem zamknięć na bieżące naprawy torów).
- Skuteczność podejmowanych działań w celu zmniejszenia intensywności zużycia szyn okazała się dalece niewystarczająca. Zmiany geometryczne (tzn. wprowadzenie nadmiarów przechyłki) dają często wręcz odwrotne, negatywne skutki. Stosowanie szyn obrabianych cieplnie (utwardzanych na wskroś) powoduje niszczenie obręczy w zestawach kołowych.
- W tej sytuacji przedstawiona i poddana praktycznej weryfikacji koncepcja zastosowania smarownic szyn wydaje się kierunkiem właściwym, który warto kontynuować. Badania eksperymentalne wykonanej i zainstalowanej w torze serii doświadczalnej smarownic Sm 88 dały rezultat pozytywny - stwierdzono wyraźne zmniejszenie bocznego zużycia szyn w wyniku smarowania. Dalsza obserwacja w warunkach eksploatacyjnych umożliwi doskonalenie konstrukcji urządzenia. Jednak już w chwili obecnej opracowana pełna dokumentacja techniczna może stanowić podstawę do rozwinięcia jego seryjnej produkcji.

LITERATURA

[1] H. Bałuch: Diagnostyka nawierzchni kolejowej. WKŁ, Warszawa 1978.

[2] CLIC-O-MATIC - Schienenschiergerates. Materiały firmy AB Swedish Rail System.

[3] W. Koc i in.: Ocena trwałości szyn kolejowych i prognozowanie wymian szyn na Szybkiej Kolei Miejskiej Gdańsk - Gdynia. Politechnika Gdańska Instytut Inżynierii Komunikacyjnej. Prace nr 850056, Gdańsk 1988 (maszyn).

[4] J. Lesiak: Urządzenie do smarowania szyn w łukach, zwłaszcza torów kolejowych. Patent PRL nr 52960 (konstrukcja z roku 1964).

[5] J. Marciniak, A. Medwid: Wyniki badań urządzenia do smarowania obrzeży kół lokomotyw. Trakcja i Wagony, 1985, nr 4-5.

[6] О.Н. Шалкович: Экономия локомотивного топлива за счёт смазывания рельсов, ПСЖД 1986, № 46.

[7] М. Мирчев, Г. Недяльков: Влияние параметров пути на интенсивность бокового износа рельсов в кривых малого радиуса. Железные Дороги Мира 1982, № 2.

[8] R.A. Allen: Rail lubrication saves energy as well. Railway Gazetta International 1985, nr 2.

[9] T. Rozwcrowski: Uwagi o zestawach kołowych elektrycznych zespołów trakcyjnych. ZNTK Mińsk Mazowiecki 1983 (praca niepublikowana).
[10] Schienen - und Spurkranz - Schmierapparat. Materiały firmy Portec.

Recenzent: Doc. dr inż. Zdzisław Świderski

Wpłynęło do Redakcji 15.06.1989.

СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ БОКОВОГО ИЗНОСА РЕЛЬСОВ В ДУГАХ ЛИНИИ СКМ ГДАНЬСК - ГДЫНЯ

Р е з ю м е

В работе представлены результаты проведенных исследований над проблематикой бокового износа рельсов в дугах в условиях курсирования однородного подвижного состава - электрических поездов серии ЭН 57 и ЭВ 58. Обсуждено способа ограничивания интенсивности этого явления применены на СКМ Гданьск - Гдыня. Накопенося здесь особенно над выработанной конструкцию маслёнки рельсов См 88, которой применение дало благоприятный результат.

WAYS TO DECREASE INTENSITY OF RAILS SIDE-WEAR IN CURVED TRACK SECTIONS OF RAPID URBAN LINKE GDANSK - GDYNIA

S u m m a r y

The article presents results of research on the problem of side-wear of ails in curved track sections under homogenous railway rolling stock - electric articulated trains EN 57 and EW 58. Three ways for limiting the intensity of the phenomenon at rapid urban line Gdańsk - Gdynia are described. Particular regard has been given to the construction of a rail lubricator Sm 88. Practical application of lubricatior gave results.