

Jerzy LAMEK
Rafał RADOMSKI

Politechnika Gdańska

INTENSYWNOŚĆ ZUŻYCIA KRZYŻOWNIC RÓŻNEGO TYPU ORAZ IGLIC HARTOWANYCH POWIERZCHNIOWO

Streszczenie. Przedstawiono analizę intensywności zużycia krzyżownic różnego typu (krajowych i zagranicznych) eksploatowanych w warunkach PKP oraz iglic hartowanych powierzchniowo produkcji krajowej.

1. WSTĘP

Obecnie na kolejach polskich (PKP) eksploatowane są konstrukcje rozjazdów nie tylko rodzimych producentów, ale również zagranicznych (jugosłowiańskich, niemieckich).

W związku z zamiarem wprowadzenia na PKP racjonalnych, opartych na rachunku ekonomicznym, metod zarządzania gospodarkę rozjazdową, zaistniała pilna potrzeba wyznaczenia (empirycznie) parametrów określających intensywność narastania zużycia krzyżownic i iglic w funkcji obciążenia dla możliwie wszystkich miarodajnych konstrukcji rozjazdów eksploatowanych w PKP. Poznanie zjawiska intensywności zużycia ma duże znaczenie w przypadku oceny skuteczności i opłacalności zastosowanych technologii przy produkcji rozjazdów [1, 6, 7, 8].

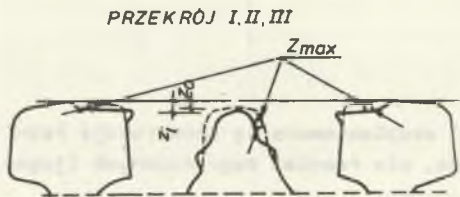
W ostatnim okresie powszechnie stosuje się hartowanie powierzchniowe krzyżownic w rozjazdach typu S49 oraz w mniejszym stopniu krzyżownic w rozjazdach S60 i iglic łukowych typu S49 [5]. W związku z tym interesujące jest porównanie trwałości tych konstrukcji z innymi konstrukcjami stosowanymi na kolejach polskich.

Intensywność narastania zużycia jest najczęściej stosowanym obecnie wskaźnikiem do oszacowania trwałości elementów rozjazdu, tj. krzyżownic i iglic.

2. CHARAKTERYSTYKA BADAŃ

W ramach przeprowadzonych badań poddano ocenie stopień intensywności zużycia: ośmiu krzyżownic hartowanych produkcji jugosłowiańskiej (S60-1:9-300), dziesięciu krzyżownic klasycznych produkcji NRD (S49-1:9-190), dwunastu krzyżownic klasycznych produkcji polskiej ze stali St90 PA (S60-1:9-300), czterech krzyżownic kutozgrzewanych produkcji polskiej (S49-1:9-300) dwudziestu pięciu krzyżownic klasycznych produkcji polskiej ze stali St 72 P (S49-1:9-190), pięćdziesięciu krzyżownic hartowanych produkcji polskiej (S49-1:9-190), pięciu krzyżownic manganowych produkcji niemieckiej, ośmiu krzyżownic manganowych produkcji krajowej oraz czternastu iglic zahartowanych w KZN wg zmodyfikowanej technologii.

Rozjazdy z badanymi krzyżownicami i iglicami znajdują się na obszarze Północnej DOKP w zróżnicowanych warunkach eksploatacyjnych (krzyżownice - ruch towarowy, ruch mieszany, ruch jednorodny SKM, iglice - ruch towarowy na stacjach rozrządowych).



Rys. 1. Przekrój poprzeczny krzyżownicy z wielkościami pomiaru

Fig. 1. Cross-section of a frog with a measured quantities

Podczas prowadzonych badań zastosowano sposób ciągłej rejestracji stopnia zużycia, gdzie uzyskane profile zużycia posłużyły do określenia największej dyskretnej wartości zużycia z_{max} (rys. 1 i 2).

Dyskretny sposób pomiaru zużycia, jak wykazała analiza w pracy [4], jest niemiarodajny do ustalenia rzeczywistej trwałości. Obliczone na podstawie takiego pomiaru współ-

czynniki intensywności narastania zużycia są 2-3-krotnie mniejsze niż w przypadku stosowania techniki ciągłego zapisu pomiaru.



Rys. 2. Sposób pomiaru zużycia iglicy w przekroju poprzecznym

Fig. 2. Procedure for measurement a switch - a cross section

Pomiaru zużycia krzyżownic i iglic dokonano w trzech przekrojach (krzyżownicy w odległości 0,06; 0,20 i 0,30 m od początku dziobu - iglicy w odległości 0,125; 1,0; 2,0 m od ostrza iglicy).

3. OCENA EKSPLOATACYJNA KRZYŻOWNIC I IGLIC

Rzeczywista postać funkcji intensywności zużycia jest dosyć skomplikowana i trudna do ustalenia w warunkach polowych [2]. W ramach przeprowadzonej analizy doboru właściwej postaci funkcji intensywności zużycia [4] przyjęto funkcję korelacji liniowej:

$$\hat{Z} = aQ + b$$

gdzie:

\hat{Z} - oczekiwana wielkość zużycia,

a, b - współczynniki funkcji,

Q - przeniesione obciążenie.

Współczynnik a interpretuje się jako miarę intensywności zużycia (tangens kąta nachylenia prostej), natomiast współczynnik b opisuje wielkość gwałtownego zużycia (zgniot), które ma miejsce w krótkim okresie od chwili dopuszczenia rozjazdu do eksploatacji [2].

3.1. Zużycie i trwałość krzyżownic

Obserwowane krzyżownice przeniosły, do chwili zakończenia pomiarów, obciążenie w granicach 40-100 Tg.

Wartości obliczonych współczynników a, b i r, odpowiadających wszystkim założonym podgrupom rozjazdowym, zamieszczono w tablicach 1 i 2, natomiast na rysunkach 3 i 4 pokazano odzwierciedlenia graficzne współczynników a i b.

Interesujące jest porównanie między sobą wszystkich współczynników intensywności a. Na rysunku 5 przedstawiono w kolejności rosnącej wartości ilorazu współczynnika bazowego a_N (odnosi się do najgorszej pod względem trwałości krzyżownicy, tj. klasycznej produkcji polskiej typu S49-1:9-190) do kolejnego współczynnika a_1 , właściwego dla danej podgrupy rozjazdowej. Umownie można założyć, że iloraz ten określa, o ile jest większa trwałość danego typu krzyżownicy (w założonym miejscu pomiaru) w stosunku do krzyżownicy o najniższej trwałości.

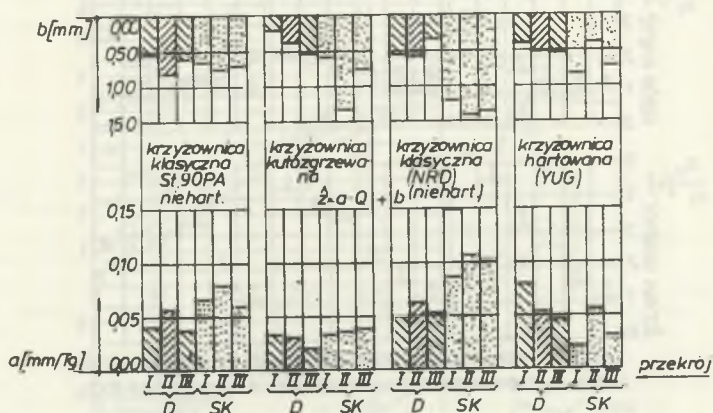
Największą wartością ilorazu w większości założonych miejsc pomiaru charakteryzuje się krzyżownica manganowa produkcji NRD (średnio dwukrotny wzrost trwałości dzioba i pięciokrotny wzrost trwałości szyn skrzydłowych).

Tablica 1

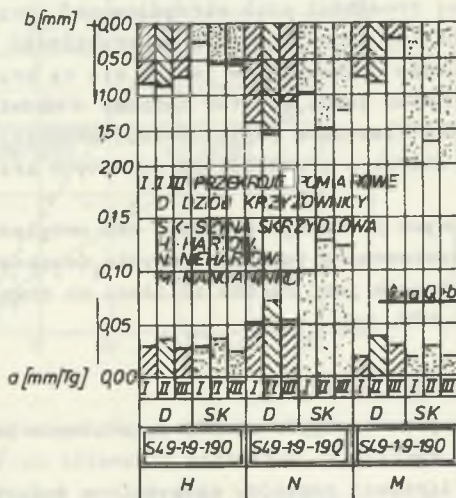
Współ- czynnik	Element	Przekrój	TYP KRZYŻOWNICY			
			S49-19-190 Hartowana	S49-19-190 hartowana	S49-19-190 manganowa	S49-19-190 skorygowana hartow.
a	D	I	0,033	0,053	0,02	0,029
		II	0,042	0,072	0,04	0,037
		III	0,041	0,054	0,03	0,028
	SK	I	0,040	0,099	0,02	0,031
		II	0,042	0,130	0,03	0,038
		III	0,017	0,125	0,02	0,026
b	D	I	0,804	1,380	0,74	0,830
		II	0,831	1,540	0,82	0,875
		III	0,664	1,090	0,20	0,750
	SK	I	0,216	0,976	2,00	0,276
		II	0,513	1,472	1,66	0,553
		III	0,622	1,214	2,02	0,577
r	D	I	0,4	0,7	0,4	0,5
		II	0,7	0,8	0,8	0,8
		III	0,7	0,8	0,8	0,7
	SK	I	0,8	0,7	0,5	0,8
		II	0,6	0,8	0,7	0,7
		III	0,5	0,9	0,6	0,7

Tablica 2

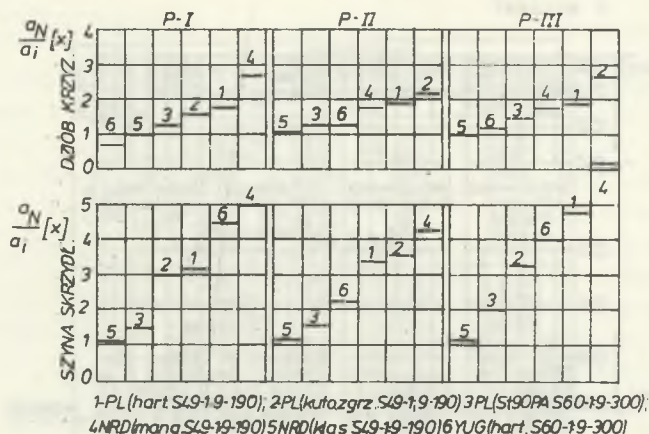
korelacji z-a (0÷1)	Element	Przekrój	TYP KRZYŻOWNICY			
			Klasyczna S190PA S60-19-300	Kuto- zryzewana S49-19-190	Klasyczna (NRD) S49-19-190	Hartowana (YUG) S60-19-300
a	D (dziób)	I	0,042	0,033	0,051	0,081
		II	0,057	0,032	0,063	0,054
		III	0,037	0,020	0,054	0,046
	SK (szyna skrzydł)	I	0,068	0,033	0,087	0,022
		II	0,083	0,036	0,107	0,057
		III	0,061	0,038	0,103	0,031
b	D	I	0,552	0,193	0,550	0,415
		II	0,811	0,374	0,576	0,520
		III	0,603	0,520	0,348	0,551
	SK	I	0,649	0,593	1,198	0,851
		II	0,748	1,333	1,397	0,412
		III	0,701	0,747	1,352	0,737
r	D	I	0,81	0,88	0,82	0,84
		II	0,68	0,71	0,92	0,68
		III	0,72	0,45	0,64	0,72
	SK	I	0,74	0,34	0,95	0,66
		II	0,65	0,56	0,94	0,79
		III	0,56	0,64	0,92	0,73



Rys. 3. Wykresy słupkowe współczynników a i b
Fig. 3. Histogram of coefficients "a" and "b"



Rys. 4. Wykresy słupkowe współczynników a i b
Fig. 4. Histogram of coefficients "a" and "b"



Rys. 5. Wykresy słupkowe ilorazu a_N/a_1
 Fig. 5. Histogram of a quotient a_N/a_1

W dalszej kolejności nieco mniejszym ilorazem charakteryzuje się krzyżowica hartowana i kutozgrzewana (średnio dwukrotny wzrost trwałości dzioba i trzykrotny wzrost trwałości szyn skrzydłowych). Krzyżownice hartowane produkcji jugosłowiańskiej cechuje wysoka niestabilność tego ilorazu, co wynika zapewne z warunków ruchowych, w jakich się te krzyżownice znajdowały (podstawowym kierunkiem jazdy był tor zwrotny – nadmierne zużycie boczne dzioba). Krzyżownice klasyczne (S49-1:9-190) produkcji NRD w zasadzie nie odbiegają, jeśli chodzi o trwałość, od podobnych krzyżownic produkcji krajowej.

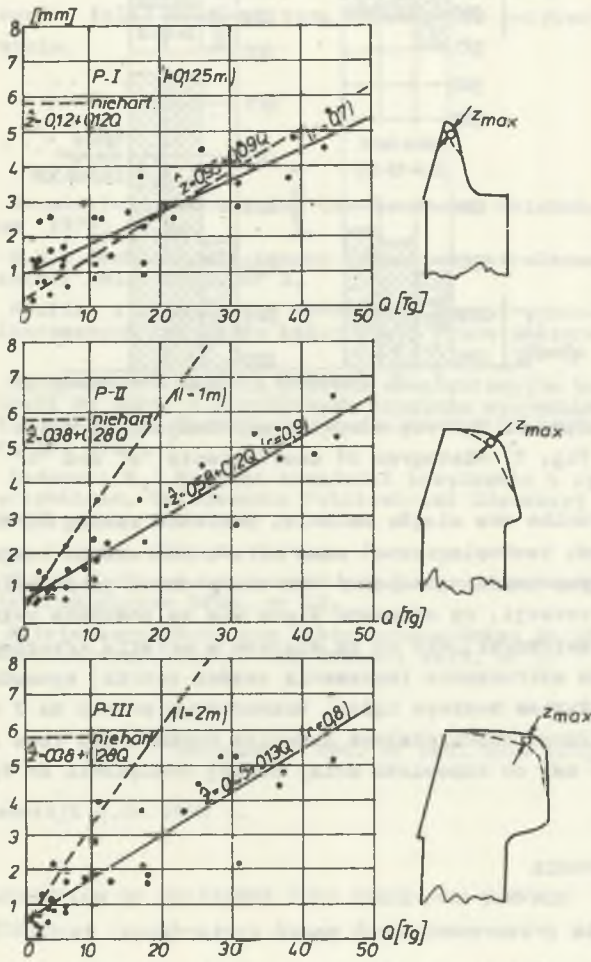
Krzyżownic manganowych produkcji krajowej nie uwzględniono w tym porównaniu ze względu na zastosowaną technikę zużycia (dyskretna). Uważa się, że trwałość tych krzyżownic jest bardzo zbliżona do trwałości krzyżownic manganowych produkcji NRD.

3.2. Zużycie i trwałość iglic

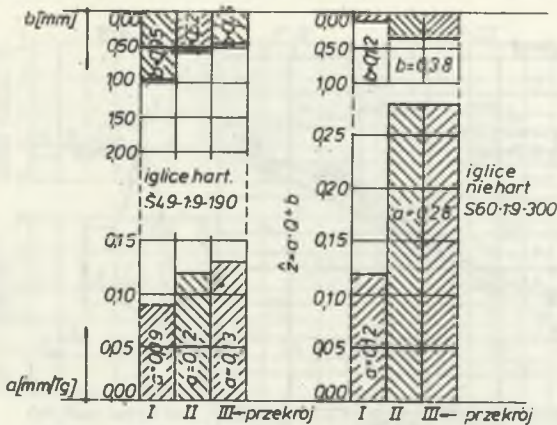
Obserwowane iglice przeniosły do chwili zakończenia pomiarów obciążenie w granicach 20-50 Tg.

Wykresy korelacji liniowej pomiędzy maksymalnym zużyciem iglic hartowanych a przeniesionym obciążeniem dla trzech miejsc pomiaru pokazano na rysunku 6. Linią przerywaną naniesiono wykresy intensywności zużycia iglic niehartowanych łukowych, typu S60-1:9-300 (sporządzone w ramach opracowania [3]). Postać słupkową współczynników a i b zilustrowano na rysunku 7.

Z porównania odpowiednich wartości współczynników intensywności zużycia (a) wynika, że proces hartowania zwiększył trwałość w drugim i trzecim przekroju pomiaru ponad dwukrotnie. W pierwszym przekroju wartość



Rys. 6. Wykresy intensywności zużycia iglic hartowanych powierzchniowo
 Fig. 6. Diagram of an intensity attrition of surface hardening switches



Rys. 7. Wykresy słupkowe współczynników a i b
Fig. 7. Histogram of coefficients "a" and "b"

tego współczynnika nie uległa zmianie, ponieważ zabieg hartowania wykonuje się (względny technologiczne) poza strefą pierwszego miejsca pomiaru.

Podczas przeprowadzonych badań nie stwierdzono jakichkolwiek pęknięć podczas eksploatacji, co na pewno wiąże się ze znacznie mniejszymi oddziaływaniami dynamicznymi, niż ma to miejsce w strefie krzyżownicy.

Stwierdzone wykruszenia (wyłamania części ostrza) spowodowane były nadmiernym zużyciem bocznym iglic, dochodzącym prawie do 7 mm. Stąd uważa się, że granicznym dopuszczalnym zużyciem bocznym dla tego typu iglic powinno być 6 mm, co odpowiada mniej więcej obciążeniu 45 Tg.

4. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

- największą trwałością charakteryzują się krzyżownice manganowe (dwukrotny wzrost trwałości dzioba i prawie pięciokrotny wzrost trwałości szyny skrzydłowych),
- trwałość krzyżownic hartowanych powierzchniowo i kutozgrzewanych produkcji polskiej są zbliżone do siebie. I tak, krzyżownice te cechuje średnio dwukrotny wzrost trwałości dzioba i trzykrotny wzrost trwałości szyny skrzydłowej,
- krzyżownice hartowane produkcji jugosłowiańskiej znajdowały się w najtrudniejszych warunkach ruchowych (podstawowym kierunkiem jazdy był tor zwrotny i w związku z tym zachodziło częste najeżdżanie powierzchni bocznej dzioba). Stąd wyznaczona trwałość dzioba nie odbiegała istotnie od krzyżownic klasycznych najbardziej podatnych na zużycie. Natomiast trwałość szyny skrzydłowej wzrasta 3-4-krotnie,

- proces hartowania iglic łukowych typu S49-1:9-190 zwiększył ich trwałość ponad dwukrotnie.

LITERATURA

- [1] Busse F.: Entwicklung der Weichen der Deutschen Reichsbahn. Signal und Schiene 1979, nr 5.
- [2] Głujzberg B.E.: Osobiennosti iznosa kriestowin strelocznych pieriewodow. Wiestnik VNIIZT 1984, nr 3.
- [3] Lamek J.: Analiza i ocena zmian parametrów geometryczno-konstrukcyjnych eksploatowanych rozjazdów kolejowych. Praca doktorska, Gdańsk 1988.
- [4] Lamek J., Radomski R.: Badania i ocena eksploatacyjna krzyżownic i iglic ze stali St 90PA i obrobionych cieplnie wyprodukowanych w Polsce, NRD i Jugosławii. Opracowanie Politechniki Gdańskiej i CNTK, Gdańsk-Warszawa 1990.
- [5] Lamek J., Radomski R.: Badania trwałości krzyżownic i iglic hartowanych powierzchniowo. Opracowanie Politechniki Gdańskiej i CNTK, Gdańsk-Warszawa 1987.
- [6] Stahlgubhen. Voest - Alpine, Hutte.
- [7] Titarenko M.I.: Stoikost kniestowin pri powyszennych nagruzkach. Put i putiewoje chozajstwo 1980, nr 12.
- [8] Vogel H.: Betriebsprobung von Schienenanhenstücken im VK-verbinding bei Reichsbahnweichen. Signal und Schiene 1979, nr 1.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Łucjan Siewczyński

Wpłynęło do Redakcji 9.04.1991 r.

AN INTENSITY ATTRITION OF DIFFERENT TYPE FROGS AND SURFACE HARDENING SWITCHES

S u m m a r y

It is describe an intensity attrition analysis of different type frogs (Polish, Yugoslav and East German production) on Polish State Railways and surface hardening switches Polish production.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНОСА СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ РАЗНЫХ ТИПОВ И СТРЕЛК ЗАКАЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТИ

Р е з ю м е

Представлено здесь анализ интенсивности износа стрелочных переводов разных типов Польского, Югославийского и ГДР производства на Польских Железных Дорогах и стрелк закалённых поверхности.