

Marek SITARZ, Katarzyna CHRUZIK, Tomasz WOJDYŁA

BADANIA CERTYFIKACYJNE OBREČZY KÓŁ KOLEJOWYCH

Streszczenie. W artykule omówiono ogólne przepisy i metodologię postępowania przy pracach dotyczących uzyskania certyfikatu przez producentów na elementy, które mają być użytkowane na kolejach polskich. Przedstawiono podstawowe wymagania jakie muszą być spełnione przy opracowaniu dokumentu normatywnego, badaniach obręczy kół, opinii niezbędnych dla wydania certyfikatu przez Głównego Inspektora Kolejnictwa. W artykule zamieszczono również kompleksowe badania fizykomechaniczne i metaloznawcze oraz pomiary geometryczne obręczy kół kolejowych.

CERTIFICATE TESTS OF RAIL TYRES

Summary. The paper presents the general rules and procedures concerned with the activities necessary in order to obtain the certificates for parts and elements, which are to be used by Polish railways. The certificates are to be issued to the parts' manufacturers. The basic requirements for formulating the standards have been set out, together with the rules for investigations of the railways tyres as well as the opinions necessary to the Chief Railway Inspector, who issues the certificates. The complex physic-mechanical and metal science tests and geometrical measurements of the railways tyres have also been included in the paper.

1. WSTĘP

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 22 kwietnia 1999 r. Dziennik Ustaw RP nr 47 z dnia 27 maja 1999 r. w sprawie świadectw dopuszczenia do eksploatacji budowli i urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego oraz typu pojazdu szynowego wszystkie przedsiębiorstwa produkujące gotowe pojazdy szynowe lub elementy do tych pojazdów powinny posiadać świadectwo dopuszczenia do eksploatacji (certyfikat) wydany przez Głównego Inspektora Kolejnictwa. Zgodnie z tym rozporządzeniem do wniosku dostarcza się opinię przygotowaną przez upoważnioną jednostkę badawczą (załącznik nr 4 rozporządzenia Ministra wyznacza osiem jednostek badawczych w Polsce).

Przygotowanie takiej opinii poprzedzone jest opracowaniem dokumentu normatywnego, przeprowadzeniem określonych badań zgodnych z dokumentem normatywnym oraz zebraniem dodatkowych informacji o danym wyrobie i producencie.

Takimi dodatkowymi informacjami mogą być:

- otrzymane przez producenta certyfikaty zarządzania jakością;
- dopuszczenie tego wyrobu na innych kolejach,
- wykaz odbiorców krajowych i zagranicznych,
- dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne itp.

Dokument normatywny zawiera między innymi nazwę wyrobu, producenta wyrobu oraz zastosowanie wyrobu. W dokumencie tym są również materiały i dokumenty, wg których będzie oceniany wyrób oraz wymagania i kryteria oceny (normy polskie, przepisy UIC, przepisy inne krajowe i zagraniczne). Ważne również jest w tym dokumencie określenie niezbędnego zakresu badań do wydania świadectwa oraz materiały i elementy niezbędne do tych badań.

2. CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań było sprawdzenie własności fizykochemicznych obręczy kół kolejowych otrzymanych od producenta z wymaganiami zawartymi w Polskich Normach oraz Kartach UIC. Badaniom poddano obręcze wykonane z materiału P54N zgodnie z normą PN-84/H-84027/06 oraz B6T zgodnie z Kartą UIC 810-1. Jedna z obręczy była obrobiona mechanicznie, druga nieobrobiona.

3. BADANIA OBREŹCZY

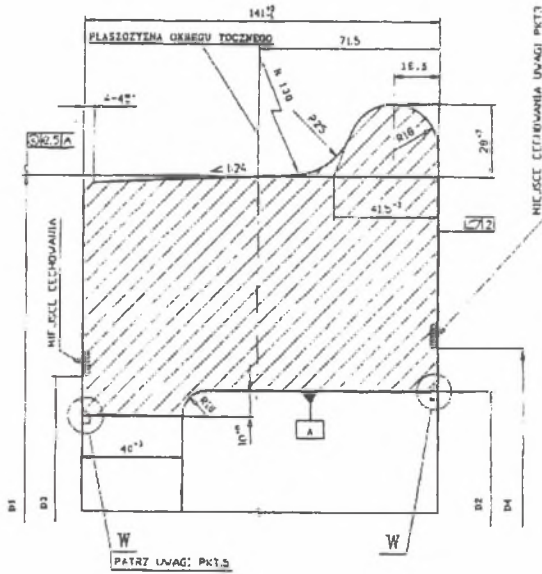
3.1. Sprawdzenie wymiarów geometrycznych

Sprawdzenie wymiarów geometrycznych wykonano na zgodność z rysunkami producenta o numerach: TT-1821/B - Obręcze, TT-2743 - Machined Tyres, rysunki producenta zostały uzgodnione z zamawiającymi.

Obręcze wykazały zgodność z rysunkami.

3.2. Sprawdzenie stanu powierzchni i cechowania

W ramach sprawdzenia powierzchni i cechowania wykonano oględziny stanu powierzchni zewnętrznych obręczy oraz kontrolę sposobu oznakowania "na gorąco" obręczy na zgodność z normami i rysunkami. Stan powierzchni jest zgodny z wymaganiami norm, oznakowanie zgodne z normami i rysunkami TT-2714 i TT-2744.

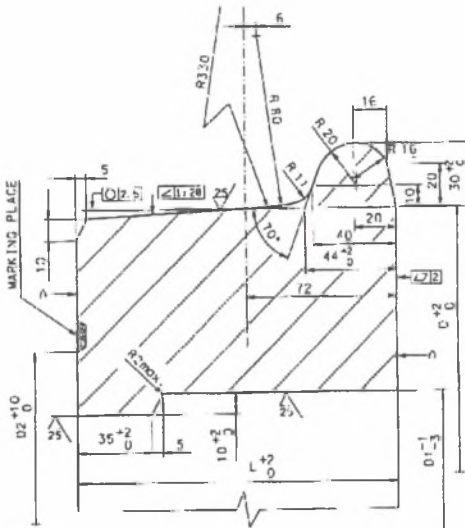


D1 [mm]	D2 [mm]	D3 [mm]	D4 [mm]	M max. [kg]
855	890	704	720	282
808	740	754	780	301
826	760	774	800	308
841	780	784	820	318
848	800	814	840	328
856	790	804	820	319
868	800	814	840	328
1005	840	854	880	337
1046	880	894	920	352

UWAGI

1. RYSUNEK OPRACOWANO NA PODSTAWIE PR-01/E-91034
2. γ - MATERIAŁ WG 17-84/B-84027 ARK.00 I 06
3. NA ZYCZENIE ZAMAWIAJĄCEGO DOPIRZECZALNE JEST CIEPIWANIEM NA GORĄCO PO STRONIE OBRĘZKA
4. CIEPIWANIEM NA GORĄCO WG RYSUNKU NR TT-2014 LUB TT-2015
5. DOPOZBECA SIĘ ŚLADY USUWANIA WYPŁYWKI W GRANICACH -1 ± 0.05 OD WENETRZNEJ POWIERZCHNI CYLINDRYCZNEJ
6. DOPOZBECA SIĘ WYKONANIE OBRĘCZY O ŚREDNICACH MIĘDZY OJCIETKAMI ZESTAWIENIEM NA ZASADZIE WEGODNIENIA

Rys. 1. Sprawdzenie wymiarów – rysunek producenta nr TT-1821/B
 Fig. 1. Verification of dimensions – producer's drawing No. TT-1821/B

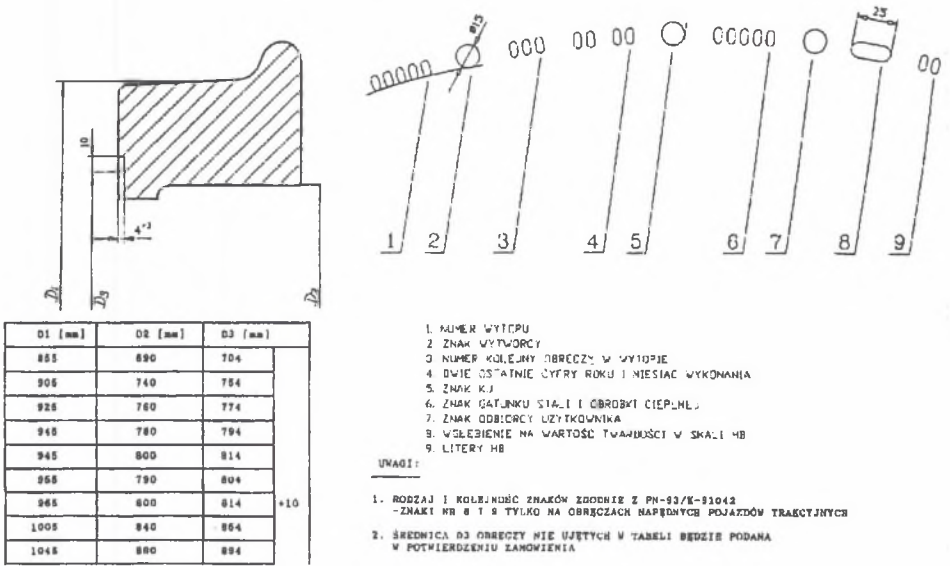


Item No.	G [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	L [mm]	Max. mass. [kg]	Material
1	838	886	856	150	355	B46
2	856	894	864	150	358	B46
4	787	825	845	150	406	B6T
5	880	920	890	150	425	B6T

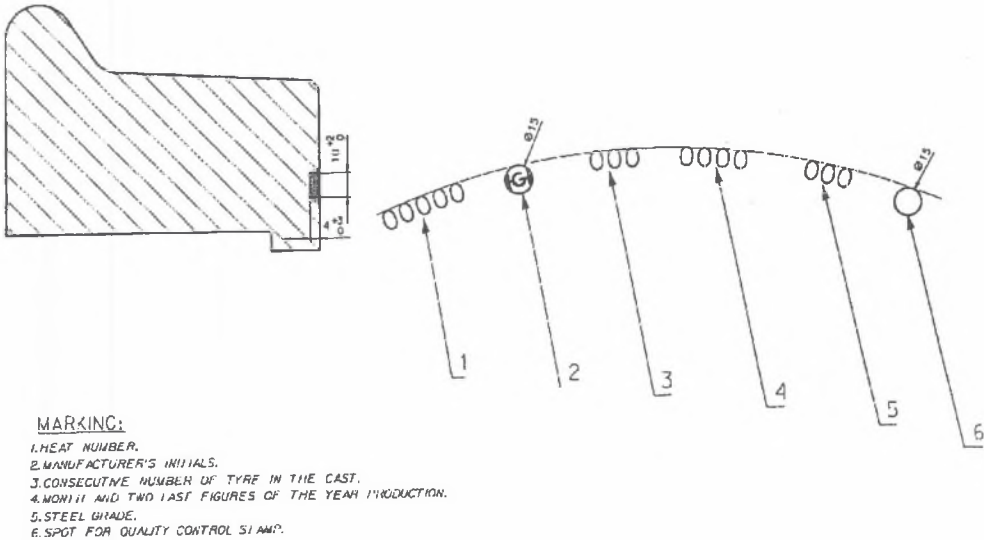
NOTE:
 *M - machining of these surfaces is admissible
 *A - dopuszczalne są obróbki mechaniczne na wewnętrznym powierzchniach

① dla poz.5 wymiar L=150 i-2mm

Rys. 2. Sprawdzenie wymiarów – rysunek producenta nr TT-2743
 Fig. 2. Verification of dimensions – producer's drawing No. TT-2743



Rys. 3. Sprawdzenie stanu powierzchni – rysunek nr TT-2714
 Fig. 3. Checking of surface condition – drawing No. TT-2714



Rys. 4. Sprawdzenie oznakowania – rysunek nr TT-2744
 Fig. 4. Checking of markings – drawing No. TT-2744

3.3. Sprawdzenie odporności na uderzenie

Dla obręczy 48926-49 wykonano próbę spadającego ciężaru (kafarowa) wg UIC 810-1 Punkt 7.7.3.2 i 7.8.2, strzałka ugięcia wynosi: $f_1 \geq 5,6 \cdot D^2 / Rm \cdot e$; wyliczona $f_{1ob} \geq 84,1$ mm, uzyskana $f_{1rz} = 87$ mm.

Dla obręczy 507066-178 wykonano sprawdzenie odporności na uderzenie wg punktu 9 tablicy PN-93/K-91042, strzałka ugięcia wynosi: $f_2 \geq 5,6 \cdot d^2 / Rm \cdot g$; wyliczona $f_{2ob} \geq 68,8$ mm, uzyskana $f_{2rz} = 70$ mm.

Uzyskane wyniki spełniają wymagania norm.

3.4. Sprawdzenie składu chemicznego

W ramach sprawdzenia składu chemicznego sprawdzono zgodność analiz wytopowych w dostarczonych świadectwach jakości oraz wykonano na spektrometrze nr 3460-555 analizę produktu. Wyniki zamieszczono w tablicy 1.

Tablica 1

Sprawdzenie składu chemicznego

Znak Gat. Stali:	Skład chemiczny [%]											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	V	Ni	Al	Cr+ Mo+ Ni
Max[%]												
B6T wg UIC-810-1 analiza wytopowa	0,62	0,47	0,86	0,035	0,035	0,25	0,30	0,05	0,03	0,25	#	0,55
Wytop 48926 wg atestu	0,60	0,33	0,80	0,017	0,011	0,16	0,04	0,011	0,004	0,04	0,030	0,211
Obręcz 48926-49 wynik analizy produktu	0,618	0,37	0,783	0,018	0,013	0,14	0,037	0,01	0,000	0,04	0,032	0,15
Max[%]												
P54N wg PN-84/H- 84027/06 analiza wytopowa	0,50 - 0,58	0,15 - 0,40	0,60 - 0,90	0,040	0,040	0,30	0,30	0,05	0,05	0,30	0,02 min.	0,60
Wytop 507066 wg atestu	0,53	0,24	0,76	0,012	0,007	0,09	0,19	0,01	0,003	0,09	0,31	0,19
Obręcz 507066-178 wynik analizy produktu	0,548	0,26	0,753	0,009	0,008	0,08	0,181	0,01	0,001	0,09	0,31	0,18

Wyniki analiz wytopowych oraz wykonanych analiz produktu są zgodne z wymaganiami norm.

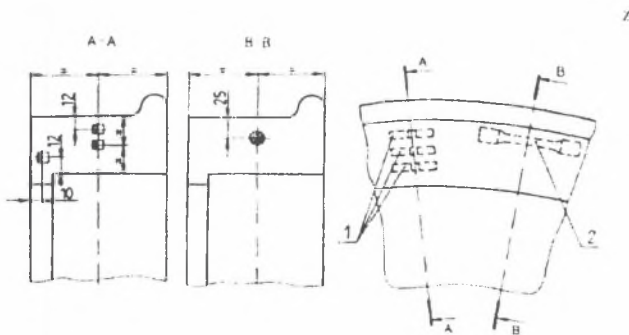
3.5. Sprawdzenie własności mechanicznych

W ramach sprawdzenia własności mechanicznych przeprowadzono próbę rozciągania oraz próbę udarności. Próbkki do badań pobrano z miejsca pokazanego na rysunku 5.

Próbie rozciągania przeprowadzono zgodnie z normą PN-91/H-04310 na próbkach 5-krotnych o średnicy pomiarowej $D_0 = 10$ mm na maszynie wytrzymałościowej ZD-40 firmy VEB Lipsk, w zakresie siłomierza 40-200 kN.

Próbie udarności wykonano zgodnie z normą PN-EN 10045-1 na próbkach KCU, na młocie udarnościowym typu Charpy 4353 firmy Alpha. Początkowa energia młota K_{max} wynosi 150 J. Wyniki otrzymane w próbie rozciągania zamieszczono w tablicy 2, zaś wyniki z próby udarności w tablicy 3.

Wyniki badań własności mechanicznych są zgodne z wymaganiami norm.



1- próbki do sprawdzania udarności, 2- próbka do sprawdzania wytrzymałości na rozciąganie

Rys. 5. Miejsce pobierania próbek z obręczy do próby rozciągania i udarności

Fig. 5. The place on the wheel rim, from which samples for stretching and impact strength tests have been Collected

Tablica 2

Wyniki próby rozciągania

Nr próbki	Rm [MPa]	Re [Mpa]	A5 [%]	Z [%]
507066-178	828	-	22,2	53,5
P54N wg PN-84/H- 84027/06	700-820	Min.370*	Min.14	Min.16*
48926-49	1006	-	17,4	48,0
B6T wg UIC- 810-1	920+1050	*	min.12	**

* wielkość podawana informacyjnie

**wielkość niewymagana

Tablica 3

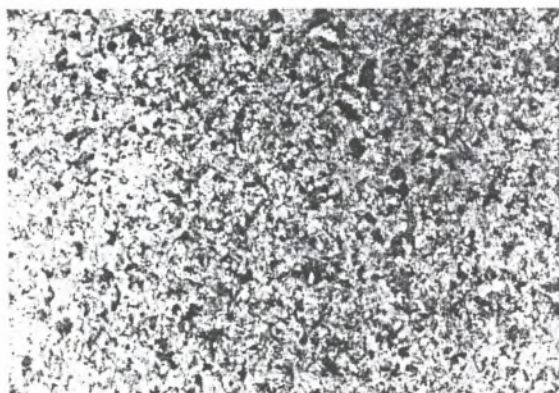
Wyniki próby udarności

Nr próbki	Udarność
48926-49a	26 [J]
48926-49b	25 [J]
48926-49c	17 [J]
B6T wg UIC 810-1	min 10KU [J]
507066-178a	72 [J/cm ²]
507066-178b	66 [J/cm ²]
507066-178c	60 [J/cm ²]
P54N wg PN-84/H-84027/06	min.20KCU [J/cm²]

3.6. Sprawdzenie mikrostruktury

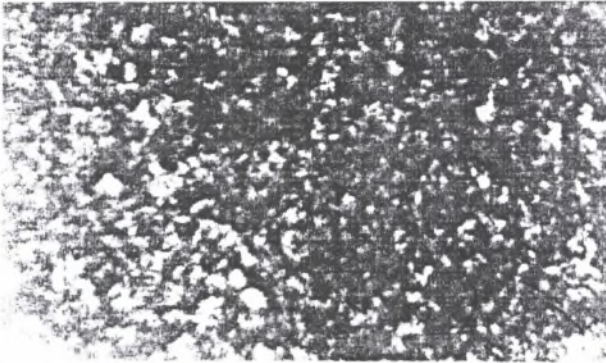
Badanie mikrostruktury wykonano na zglądzie metalograficznym trawionym 1% roztworem kwasu azotowego zgodnie z normą PN-61/H-04503. Obserwacje mikrostruktury przeprowadzono na mikroskopie skaningowym JSM-5800. Próbkę do badań mikrostruktury wykonano z główek próbek pobranych do próby rozciągania.

W ramach badania mikrostruktury dokonano określenia rodzaju struktury oraz wielkości ziarna. W obydwu próbkach zaobserwowano występowanie struktury perlityczno-ferrytycznej, typowej dla tej grupy stali i rodzaju przeróbki plastycznej oraz obróbki cieplnej, z wielkością ziarna 7 wg skali wzorców ASTM E-112 - 88. Mikrostruktura obręczy jest prawidłowa.



Rys.6. Obraz mikrostruktury materiału obręczy zaobserwowanej w obszarze ulepszonym cieplnie przy pow.100x

Fig. 6. The 100M image of microstructure of wheel rim material in the toughened and tempered zone



Rys. 7. Obraz mikrostruktury materiału obręczy zaobserwowanej w obszarze normalizowanym przy pow.100
 Fig. 7. The 100M image of microstructure of wheel material in the standardized zone

3.7. Sprawdzenie makrostruktury

W ramach badań makrostrukturalnych materiału obręczy dokonano obserwacji szlifowanych płytek z pełnego przekroju poprzecznego obręczy i wykonano próbę Baumanna oraz próbę głębokiego trawienia. Próba Baumanna została przeprowadzona na płytce pełnego przekroju poprzecznego obręczy, zgodnie z normą PN-87/H-04514. Próbę głębokiego trawienia przeprowadzono zgodnie z normą PN-57/H-04501, na takiej samej płytce pełnego przekroju poprzecznego obręczy, na jakiej została wykonana próba Baumanna.

Oględziny szlifowanych płytek nie ujawniły nieciągłości materiału. Wyniki próby Baumanna (zdjęcia odbitek Baumanna) przedstawiono na rysunkach: 8 i 9. Segregacja związków siarki na odbitkach Baumanna jest prawidłowa. Próba głębokiego trawienia nie ujawniła wewnętrznych wad materiałowych (rysunek 10 i 11).

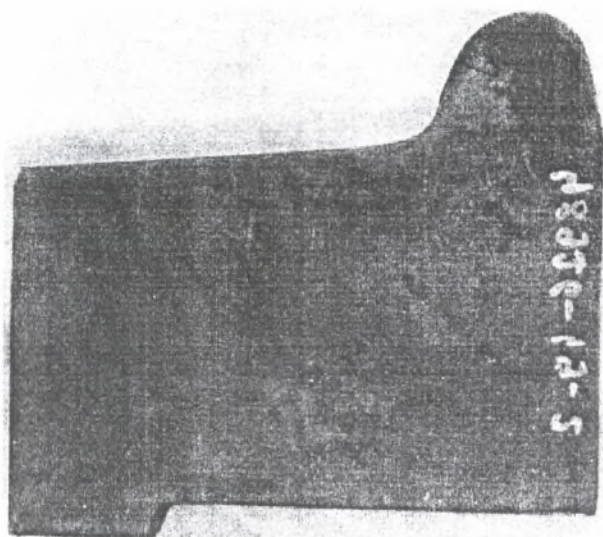
Makrostruktura obręczy jest prawidłowa.



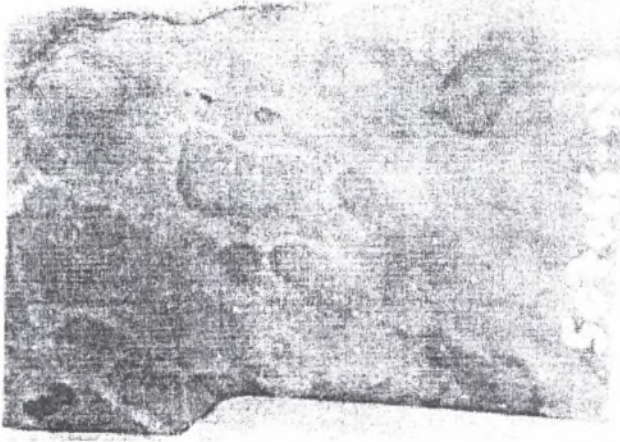
Rys. 8. Zdjęcie odbitki Baumanna obręczy 48926-49
 Fig. 8. Photo of the Baumann print of the 48926-49 wheel rim



Rys. 9. Zdjęcie odbitki Baumanna obręczy 507066-178
Fig. 9. Photo of the Baumann print of the 507066-178 wheel rim



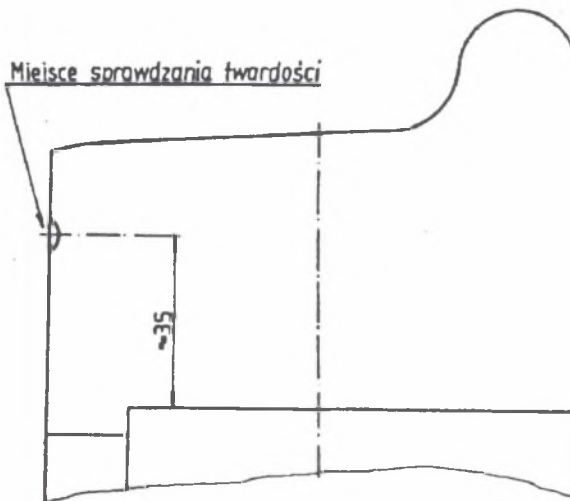
Rys. 10. Zdjęcie głębokiego trawienia obręczy 48926-49
Fig. 10. Photo of the macroetching of the 48926-49 wheel rim



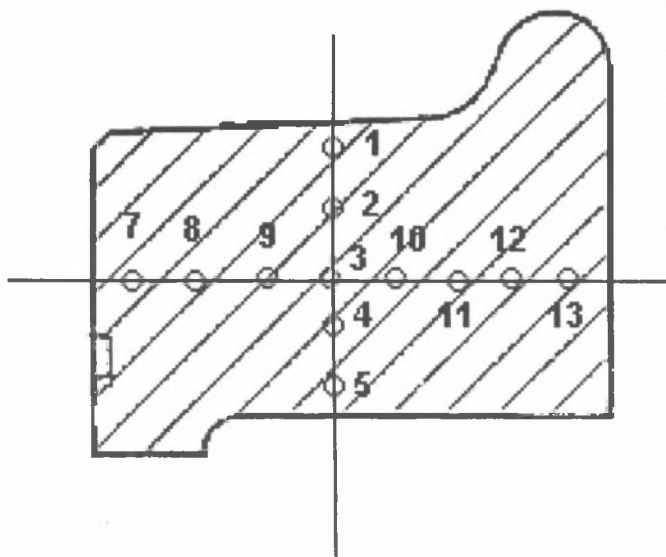
Rys. 11. Zdjęcie głębokiego trawienia obręczy 507066-178
 Fig. 11. Photo of the macroetching of the 507066-178 wheel rim

3.8. Sprawdzenie twardości

Próbie twardości wykazano sposobem Brinella zgodnie z normą PN-91/H-04350 kulką o średnicy $D_0 = 5$ mm przy obciążeniu $P=7355$ N w miejscach pokazanych na rysunkach 12 i 13 przy użyciu twardościomierza nr 00155 firmy ZPAB. Wyniki pomiarów twardości zamieszczono w tablicy 4.



Rys. 12. Miejsce pomiarów twardości na powierzchni bocznej obręczy
 Fig. 12. The location of hardness measurements on the wheel rim lateral surface



Rys. 13. Miejsce pomiarów twardości na przekroju poprzecznym obręczy
 Fig. 13. The location of hardness measurements on the wheel rim cross-section

Tablica 4

Wyniki pomiarów twardości

Nr odcisku	Twardość HB
1	2
Powierzchnia boczna 6 - B6T (48926-49)	262
1 - B6T	277
2 - B6T	269
3 - B6T	269
4 - B6T	277
5 - B6T	277
7 - B6T	269
8 - B6T	277
9 - B6T	277
10 - B6T	269
11 - B6T	269
12 - B6T	277
13 - B6T	269
Powierzchnia boczna 6 - P54N (507066-178)	255
1 - P54N	241
2 - P54N	241
3 - P54N	229
4 - P54N	241

cd. tablicy 4

1	2
5 - P54N	248
7 - P54N	235
8 - P54N	235
9 - P54N	229
10 - P54N	229
11 - P54N	235
12 - P54N	235
13 - P54N	241
B6T wg UIC-810-1	*
P54N wg PN- 84/H-84027/06	min.201 HB
* Badanie wykonane na żądanie zlecającego	

Wyniki badań twardości obręczy są zgodne z wymaganiami Polskiej Normy i Karty UIC.

3.9. Badania defektoskopowe

Badania defektoskopowe ultradźwiękowe wykonano na obydwu obręczach dwoma metodami:

- metodą automatyczną przy zastosowaniu defektoskopu UMT-40 zgodnie z zatwierdzoną przez CNTK PKP instrukcją numer IR DKJ/L-D/4.3/96,
- metodą ręczną przy zastosowaniu defektoskopu firmy Krautkramer typ USM 39.

Obydwa badania wykonano z czułością $\phi=2\text{mm}$ w klasie "A" wg instrukcji. Nie stwierdzono występowania wad wewnętrznych w obręczach.

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki wszystkich badań przeprowadzonych zgodnie z Dokumentem Normatywnym numer 1/99/P/DN spełniają wymagania Polskich Norm oraz Kart UIC.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

5.1. Przedstawione do badań obręcze kół kolejowych są dobrej jakości, spełniają wymagania Karty UIC 810 – 1 i Polskich Norm PN-84/H-84027/06; PN-93/K-91042 i mogą być eksploatowane przez polskich przewoźników kolejowych.

5.2. Przedstawiona metodologia postępowania przy opracowaniu dla obręczy kół kolejowych dokumentu normatywnego, badań i opinii może być wykorzystana w kolejnych badaniach obręczy innych producentów.

Literatura

1. Musiał B., Osuch K.: Aktualny stan realizacji ustawy o transporcie kolejowym w zakresie zadań przydzielonych głównemu inspektoratowi kolejnictwa, Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Transport Szynowy Nauka Przemysł”, Katowice 21-22 wrzesień 1999, referat plenarny.
2. Instytut Transportu Politechniki Śląskiej w Katowicach: Zadanie nr 2/99/P/DN Dokument Normatywny „Ocena jakości kół monoblokowych do pojazdów szynowych”, Katowice, sierpień 1999.
3. Instytut Transportu Politechniki Śląskiej w Katowicach: Zadanie nr 2/99/P/PB Praca Badawcza „Ocena jakości kół monoblokowych do pojazdów szynowych”, Katowice, wrzesień 1999.
4. Instytut Transportu Politechniki Śląskiej w Katowicach: Zadanie nr 2/99/P/OP Opinia „Ocena jakości kół monoblokowych do pojazdów szynowych”, Katowice, wrzesień 1999.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Sylwester Markusik

Abstract

The paper presents the general rules and procedures concerned with the activities necessary in order to obtain the certificates for parts and elements, which are to be used by Polish railways.

The certificates are to be issued to the parts' manufacturers. The basic requirements for formulating the standards have been set out, together with the rules for investigations of the railways tyres as well as the opinions necessary to the Chief Railway Inspector, who issues the certificates. The complex physic-mechanical and metal science tests and geometrical measurements of of the railways tyres

The Chief Railway Inspector has issued a certificate of approval investigations of the railways tyres to one of the manufacturers, basing on the prepared standardisation document , conducted investigations and experts' opinion. These have been worked out by the staff of the Institute of Transport of Silesian Technical University in Katowice. The experience gained by the authors during the elaboration of the aforesaid has been described in the paper.