AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

im. Stanisława Staszica w Krakowie

WYDZIAŁ INŻYNIERII METALI I INFORMATYKI PRZEMYSŁOWEJ

Al. Mickiewicza 30, 30 - 059 Kraków

Jerzy PACYNA

WYBRANE WŁASNOŚCI POLSKICH SZYN BAINITYCZNYCH

Warszawa, 11÷13 maja 2016

Tabela 1. Składy chemiczne i wybrane własności mechaniczne stali na szyny kolejowe, wg PN-EN 13674-1:2006

Oznaczenie stali		Udział masowy w %									R_m min MPa	A min %	Twardość HBW
Znak	Numer	C	Si	Mn	P maks.	S	Cr maks.	V maks.	N maks.	H (ppm) maks.			
R200	1.0521	0,38-0,62	0,13-0,60	0,65-1,25	0,040	0,008-0,040	0,15	0,030	0,010	3,0	680	14	200/220
R220	1.0524	0,50-0,60	0,20-0,60	1,00-1,25	0,025	0,008-0,025	0,15	0,030	0,080	3,0	770	12	220-260
R260	1.0623	0,60-0,82	0,13-0,60	0,65-1,25	0,030	0,008-0,030	0,15	0,030	0,010	2,5	880	10	260-300
R260Mn	1.0624	0,53-0,77	0,13-0,62	1,25-1,75	0,030	0,008-0,030	0,15	0,030	0,010	2,5	880	10	260-300
R320Cr	1.0915	0,58-0,82	0,48-1,12	0,75-1,25	0,025	0,008-0,030	0,75-1,25	0,20	0,010	2,5	1080	9	320-360
R350HT	1.0631	0,70-0,82	0,13-0,60	0,65-1,25	0,025	0,008-0,030	0,15	0,030	0,010	2,5	1175	9	350-390
R350LHT	1.0632	0,70-0,82	0,13-0,60	0,65-1,25	0,025	0,008-0,030	0,30	0,030	0,010	2,5	1175	9	350-390

21 X 2003

Huta Katowice S.A.

Pierwszy wytop (300t) stali na szyny bainityczne

22 XII 2003

Huta Katowice S.A.

Odwalcowanie pierwszej partii szyn bainitycznych UIC60 oraz S49 ze stali R370B

Czerwiec 2004

Huta Katowice S.A.

Zabudowanie szyn bainitycznych w tory

17 X 2005

KolTram Sp z o. o.

Zgrzewanie szyn bainitycznych z bainitycznymi i bainitycznych z perlitycznymi

Maj 2007

Nieniecka firma Rolf-Plötz GmbH&Co

Opracowanie termitu do spawania polskich szyn bainitycznych

Tabela 2. Uzyskane twardości (HBW) szyn bainitycznych na tle wymaganych przez normę PN-EN 13674-1:2006 twardości tradycyjnych szyn perlitycznych

Gatunek stali								
R200	**R220**	**R260**	**R260Mn**	**R320Cr**	**R350HT**	**R350LHT**	**R370B**	**R390B**
200÷240	220÷260	260÷300	260÷300	320÷360	350÷390	350÷390	**372**	**390**

Tabela 3. Wyniki badań umownej granicy plastyczności $R_{p0,2}$ wybranych stali tradycyjnych i stali bainitycznych

Własność	Gatunek stali				
	R260	R320Cr	R350HT	R370B	R390B
$R_{p\,0,2}$, MPa	607÷662	576÷711	764÷793	843	829

Tabela 4. Wytrzymałość na rozciąganie *Rm* $_{min.}$ oraz wydłużenie $A_{min.}$ stali tradycyjnych wg PN-EN 13674-1:2006 oraz stali bainitycznych

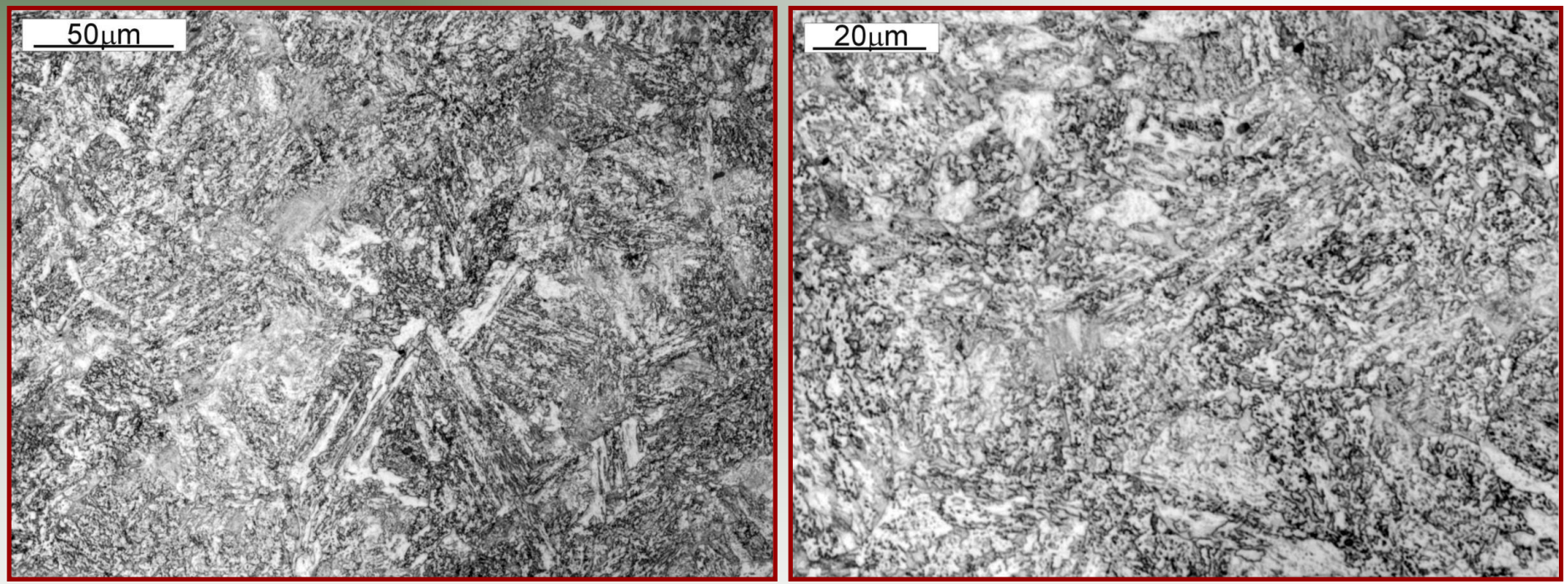
Własność	Gatunek stali								
	R200	R220	R260	R260Mn	R320Cr	R350HT	R350LHT	R370B	R390B
Rm_{min}, MPa	680	770	880	880	1080	1175	1175	1211	1350
A_{min}, %	14	12	10	10	9	9	9	12,2	13,9

Tabela 5. Wyniki badań udarności *KCU2* i *KCV* ważniejszych gatunków stali tradycyjnych i stali bainitycznych

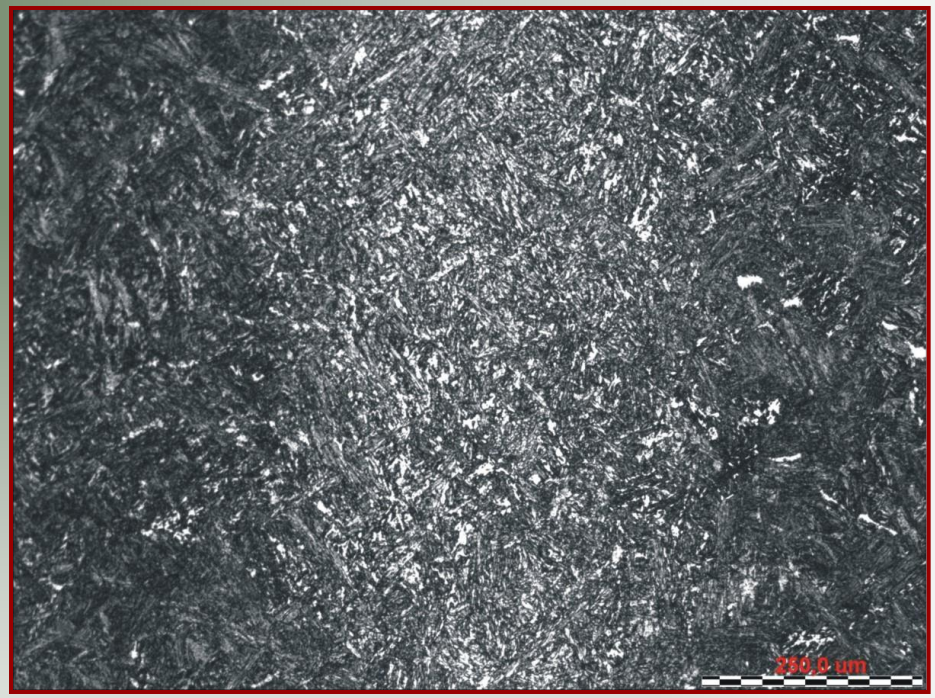
Własność, J/cm^2	Gatunek stali			
	R260	R350HT	R370B	R390B
$KCU2_{+20°C}$	14	39	—	78,2
$KCV_{+20°C}$	—	—	29,7÷34,6	35,9

Tabela 6. Odporność na rozprzestrzenianie się pęknięć zmierzona za pomocą współczynnika intensywności naprężeń K_{Ic}

Gatunek stali	Minimalna pojedyncza wartość K_{Ic}, MPa $m^{1/2}$	Minimalna średnia wartość K_{Ic}, MPa $m^{1/2}$
R200 i R220	30	35
R260 i R260Mn	26	29
R320Cr	24	26
R350HT	30	32
R350LHT	26	29
R370B	39,9	41,3
R390B	60,3	62,0

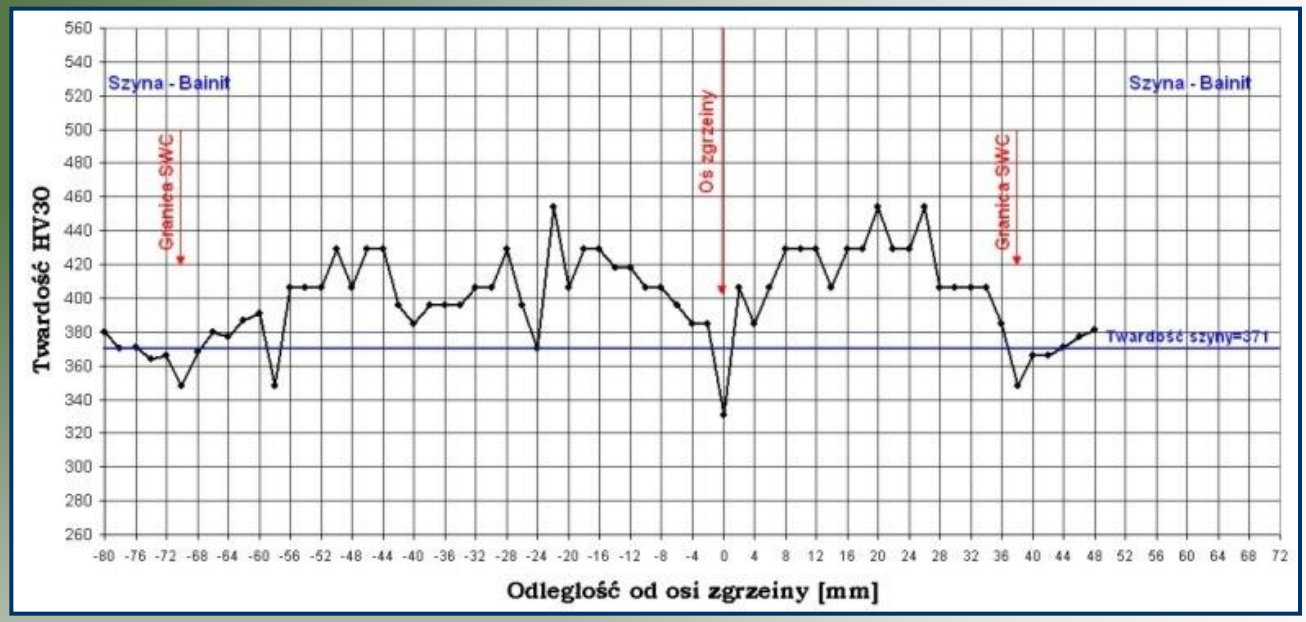


Rys.1. Fotografie mikrostruktury główki szyny S49 wykonanej ze stali bainitycznej R370B po walcowaniu zakończonym przy 900 °C

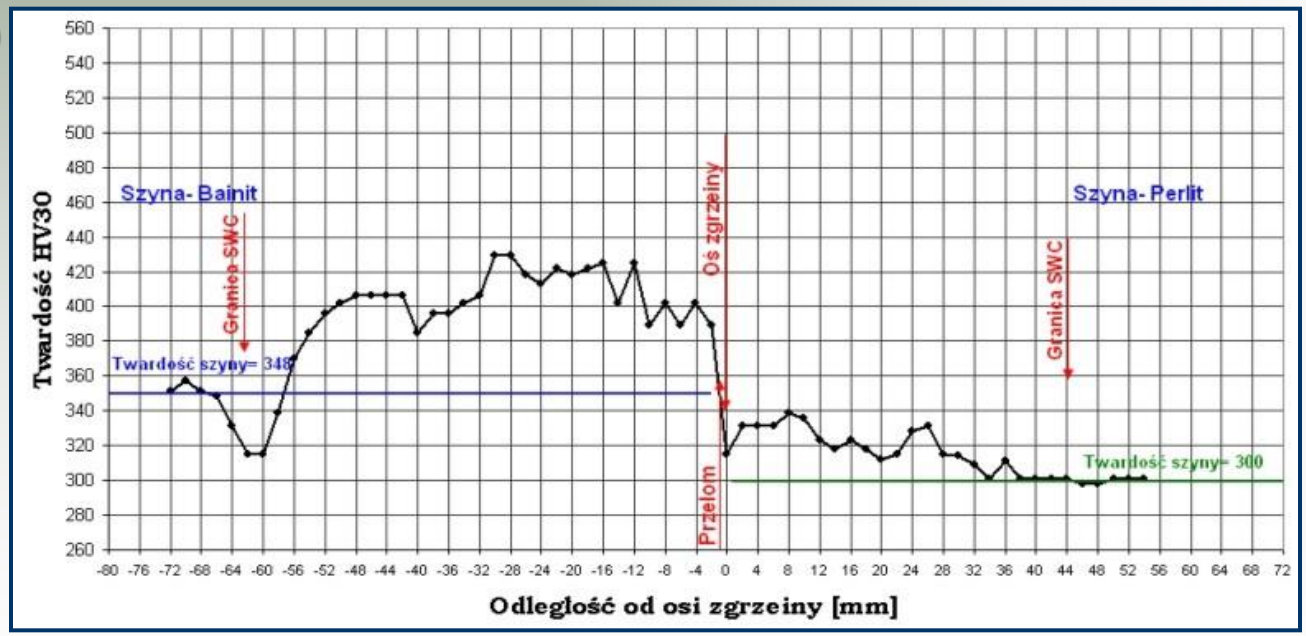


Rys. 2. Mikrostruktura złącza zgrzewanego szyny bainitycznej S49 wykonanej ze stali R370B. Zgrzewanie wykonano w firmie KolTram Sp. z o.o. w Zawadzkiem

a)



b)



Rys.3. Rozkład twardości HV30 w złączu zgrzewanym na głębokości 10 mm pod powierzchnią główki szyny przy połączeniu: a) szyny bainitycznej z szyną bainityczną, b) szyny bainitycznej z szyną perlityczną

Rys.4 Szyny bainityczne pracujące od czerwca 2004r do września 2005r w torze wyjazdowym z Huty Mittal Steel Poland SA w Dąbrowie Górniczej:

a) widok ogólny łuku torów,

b) fragment szyny bainitycznej eksploatowanej w łuku,

c) fragment szyny bainitycznej eksploatowanej na odcinku prostym toru

Rys. 5. Szyny bainityczne pracujące od czerwca 2004r do października 2008r w torze wyjazdowym z Huty ArcelorMittal Steel Poland SA w Dąbrowie Górniczej: a) widok ogólny łuku torów, b) fragment szyny bainitycznej eksploatowanej w łuku, c) fragment szyny bainitycznej eksploatowanej na odcinku prostym toru

Rys. 6. Medale i dyplomy, które zdobyły pierwsze polskie samoserwisujące się szyny bainityczne przeznaczone do budowy wysokoobciążonych torów dużych prędkości

POSUMOWANIE:

1. Polska ma opracowane i wdrożone do produkcji szyny bainityczne przeznaczone do budowy wysokoobciążonych torów dużych prędkości.

2. Parametry wytrzymałościowe, plastyczne i odporność na pękanie polskich szyn bainitycznych są znacząco większe aniżeli najlepszych szyn tradycyjnych.

3. Polskie szyny bainityczne są samoserwisujące się, tzn. nie wymagają okresowego szlifowania główki dla usunięcia wad eksploatacyjnych.

4. Polskie szyny bainityczne zdobyły na światowych wystawach wynalazków złote (Teheran 2013) i srebrne (Kuala Lumpur 2013, Moskwa 2014) medale a na światowej wystawie Expo 2013 specjalną nagrodę.