



12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

## Wpływ połączenia spawanego na trwałość widelcy rowerowych

K. Belec, A.K. Lis

Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej,  
Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Częstochowska,  
Armii Krajowej 27, 42-200 Częstochowa, Polska

Badano wpływ spoiny na trwałość widelca rowerowego wykonanego ze stali St 37-2. Przeprowadzono badania twardości złącza spawanego metodą Vickersa. Stwierdzono brak negatywnego wpływu połączenia spawanego na trwałość widelca.

### 1. WSTĘP

Mimo nieustannego rozwoju alternatywnych metod łączenia (np. klejenie) rur, w przemyśle rowerowym nadal najpowszechniej stosowane jest spawanie – jako, że jest to metoda stosunkowo tania i łatwa do stosowania na skalę przemysłową [1]. Badania wykazały jednak, że wskaźniki wytrzymałościowe po spawaniu maleją i to dosyć znacznie [2]. Dlatego też spoina uważana jest za miejsce osłabienia materiału [3]. Biorąc to pod uwagę a także opinie użytkowników informujących o pękaniu ram i widelcy rowerowych w miejscach spawania, zbadano widelec typu Unicrown poddany wcześniej testowi zmęczeniowemu, symulującemu jego eksploatację [4].

### 2. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

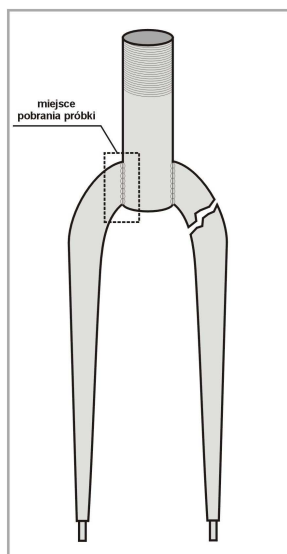
Widelec, wykonany w holenderskiej filii koncernu Van Schothorst – Rigida, udostępniony został przez Rigida Polska Sp. z o o.

Według uzyskanej informacji [5] został on pospawany na automacie spawalniczym MIG/MAG firmy Bike Machinery [1]. Materiał użyty na widelec (stal St 37-2) ma następującą charakterystykę:

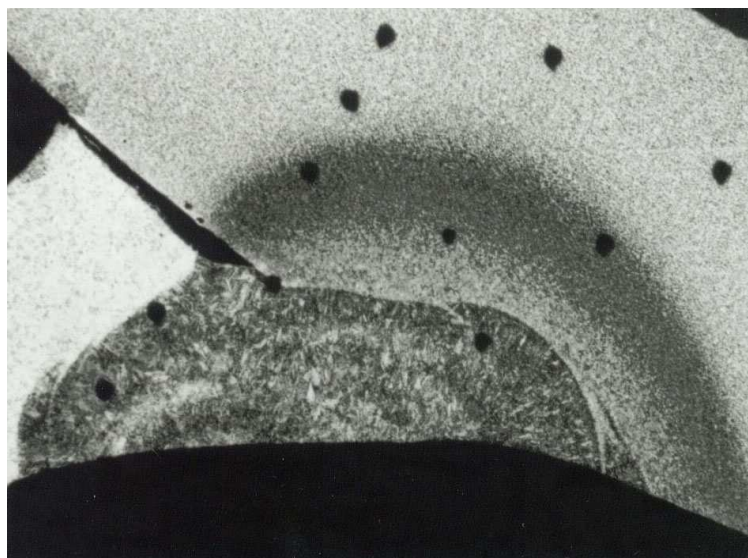
Tabela 1  
Charakterystyka stali St 37-2 [5]

	C <sub>max</sub> [%]	P <sub>max</sub> [%]	S <sub>max</sub> [%]	Mn [%]	R <sub>e</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	E [GPa]
<b>St 37-2</b>	0,17	0,035	0,035	0,8	305	390	210

Badania twardości przeprowadzono na powierzchni szlifowanej próbki, wyciętej z miejsca przyspawania jednej z rurek widełek do rury sterowej (rys.1, 2).

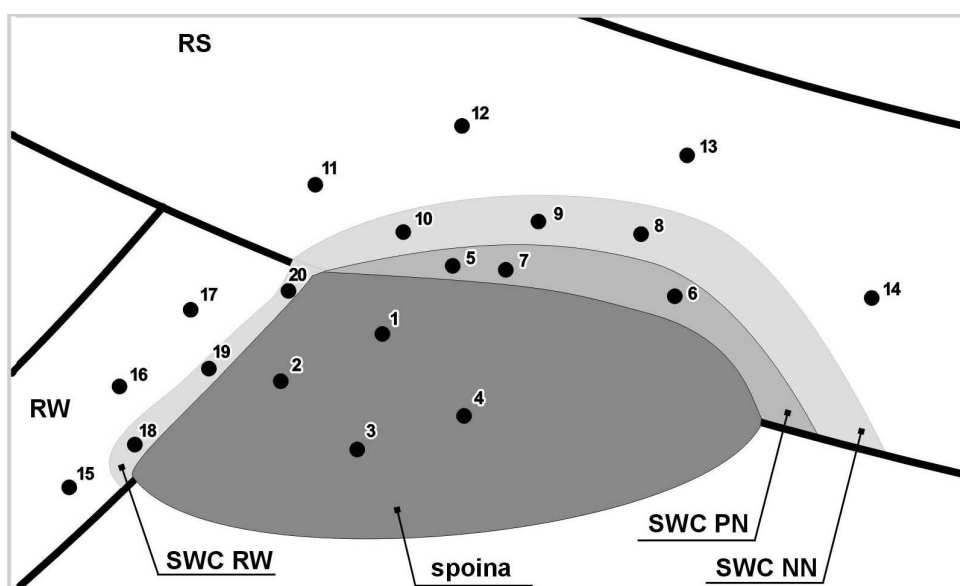


Rys. 1. Miejsce pobrania próbki



Rys. 2. Połączenie spawane rury sterowej (u góry) rury widełek (po lewej). Pow. 16X. Trawiono nitaliem

Pomiaru twardości dokonano w pasmach – w taki sposób, by otrzymać wyniki ze wszystkich stref występujących po spawaniu w badanej próbce: materiału rodzimego, materiału spoiny, strefy niepełnej normalizacji oraz strefy pełnej normalizacji (rys. 3). Do badania wykorzystano metodę Vickersa określoną normą PN-91/H-04360. Twardość Vickersa  $HV_{05}$  zmierzono przy obciążeniu wglębniaka siłą 49,05 N w czasie działania obciążenia 15 s. Dla określenia średniej twardości metalu wykonano po trzy odciski na każdej z występujących stref. Przyjęty sposób wykonywania odcisków umożliwił określenie w jaki sposób zmienia się twardość w opisywanym połączeniu spawanym.



Rys. 3. Miejsca pomiaru twardości Vickersa

Przyjęto następujące oznaczenia:

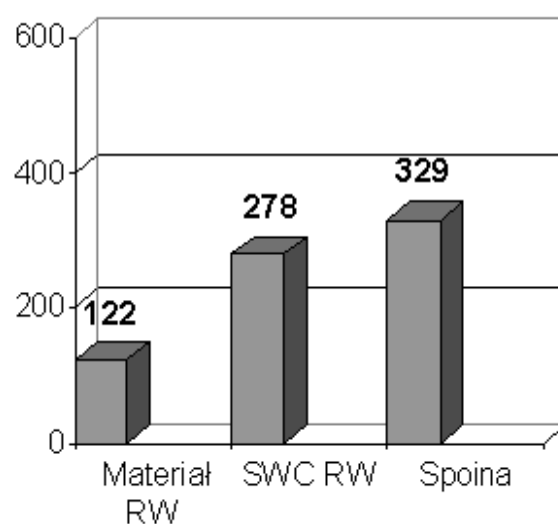
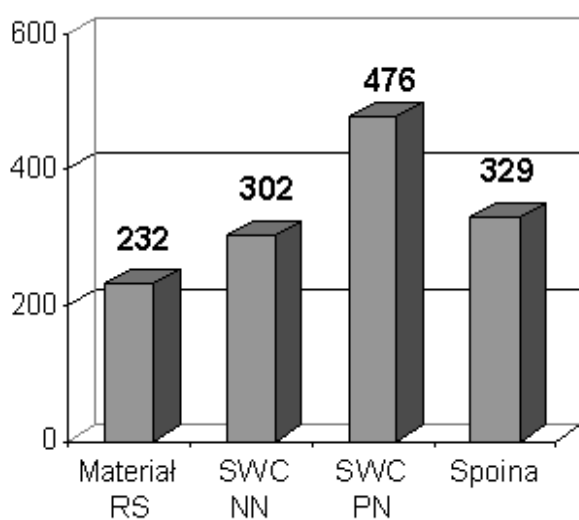
- RS - materiał rodzimy rury sterowej.
- RW - materiał rodzimy rury widełek.
- SWC PN - strefa pełnej normalizacji materiału rury sterowej.
- SWC NN - strefa niepełnej normalizacji materiału rury sterowej.
- SWC RW - strefa wpływu ciepła rury widełek.

Tabela 2

Wyniki pomiarów twardości wg. numerów z rys. 3 dla spoiny, SWC PN, SWC NN, materiałów rodzimych RS i RW oraz SWC R

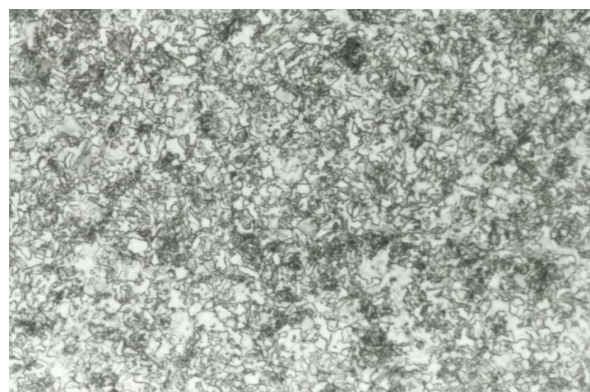
Lp	HV <sub>05</sub> spoina.	Lp	HV <sub>05</sub> SWC PN	Lp	HV <sub>05</sub> SWC NN	Lp	HV <sub>05</sub> RS	Lp	HV <sub>05</sub> RW	Lp	HV <sub>05</sub> SWC RW
1	332	5	441	8	303	11	225	15	124	18	283
2	317	6	501	9	290	12	230	16	121	19	289
3	336	7	487	10	313	13	230	17	120	20	262
4	332					14	241				

Wizualizację tych pomiarów prezentują rysunki 4 i 5, odpowiednio dla materiału rury sterowej – RS i materiału rurki widełek - RW.



Rys. 4. Zależność twardości HV<sub>05</sub> od strefy pomiaru dla materiału RS

Rys. 5. Zależność twardości HV<sub>05</sub> od strefy pomiaru dla materiału RW



Rys. 6. SWC PN materiału rury sterowej.  
Pow. 800 X. Trawiono nitalem

Rys. 7. SWC NN materiału rury sterowej  
Pow. 800X. Trawiono nitalem

### 3. STWIERDZENIA I WNIOSKI

Badając widelce oczekiwano, iż będą one wykonane z jednego gatunku materiału. Uzyskane wyniki twardości dla RS i RW sugerują jednak, iż użyto do produkcji dwóch różnych gatunków stali. Z rys. 2 można zauważyć, że materiał RW stanowi stal o strukturze ferrytycznej – 121 HV<sub>05</sub>, natomiast materiał RS to stal o strukturze ferrytyczno-perlitycznej odpowiadającej gatunkowi St 37-2.

Stwierdzono znaczny wydatek cieplny procesu spawania, który spowodował wzrost ziaren austenitu w SWC PN widoczny na rys. 6 i wzrost twardości – 476 HV<sub>05</sub>, spowodowany podhartowaniem. Również twardość SWC NN – 302 HV<sub>05</sub> była porównywalna z twardością spoiny – 329 HV<sub>05</sub>. Tych efektów nie zaobserwowano od strony połączenia z RW.

Mimo poczynionych obserwacji nie stwierdzono znacznego wpływu struktury i twardości połączenia spawanego na wytrzymałość zmęczeniową konstrukcji. Interesujący wydaje się fakt, że widelec nie uległ pęknięciu w strefie złącza spawanego.

Widelec ze sporym zapasem przekroczył w czasie testu zmęczeniowego wymagania normy zakładowej i uzyskał wysoką odporność zmęczeniową, większą niż 150000 cykli, podczas gdy w przypadku innych producentów wytrzymałość zmęczeniowa komponentów tej klasy zawiera się w przedziale 80000 ÷ 100000 cykli [4].

### LITERATURA

1. Materiały firmy Bike Machinery - Produzione Macchine Speciali, Italy (1998).
2. Materiały firmy Peugeot oraz [www.peugeotcycles.com](http://www.peugeotcycles.com)
3. S. Butnicki, Spawalność i kruchość stali, WNT, Warszawa (1991).
4. K. Beleć, A. Bochenek, A. K. Lis, J. Staniów, J. Such, Badania zmęczeniowe widelcy rowerowych typu Unicrown, XXXI Szkoła Inżynierii Materiałowej, Kraków-Krynica, (2003).
5. Rigida Polska Sp.z o.o., 46-060 Prószków k/Opola, dokumentacja techniczna firmy, (1998).