



III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna
SPAWALNICTWO DRÓG SZYNOWYCH

oraz

MATERIAŁY, WYKONAWSTWO, ODBIORY

Warszawa - Bochnia, 21-23 marca 2007r.

ODBIORY TECHNICZNE SZYN U PRODUCENTA ORAZ SZYN DŁUGICH ZGRZEWANYCH W ZGRZEWAŁNIACH W ASPEKCIE WYMAGAŃ NORM EUROPEJSKICH

Andrzej PATER*

STRESZCZENIE: *W referacie zostały omówione zagadnienia dotyczące wymagań norm europejskich w zakresie odbioru szyn kolejowych u producenta jak również odbioru szyn długich zgrzewanych w zgrzewalniach. Do opracowania referatu posłużyły warunki zawarte w normach europejskich EN 13674 – 1 „Kolejnictwo – Tor – Szyna Część 1 Szyny kolejowe Vignole`a o masie 46 kg/m i powyżej” oraz EN 14587 – 2 „ Tor – Zgrzewanie doczołowe iskrowe szyn”.*

TECHNICAL RECEIPTS OF RAILS AT PRODUCER AND LONG RAILS WELDED IN ASPECT OF EUROPEAN STANDARDS

European standards concerning receipts of rails at producer and long, welded rails have been discussed in the paper. Conditions included in European standards EN 13674 – 1, EN 14587 - 2 have been used for elaboration of paper.

1. WSTĘP

Integracja z Unią Europejską wymusiła na Polsce harmonizację prawa jako jeden z fundamentów budowania wspólnego obszaru gospodarczego i drogę do osiągnięcia wspólnoty politycznej. Jednolite prawo we wszystkich państwach wspólnoty to również jeden z warunków integracji wewnętrznej. W związku z powyższym akcesja Polski z Unią Europejską wymusiła na Polskich Liniach Kolejowych dostosowanie krajowych norm prawnych do norm obowiązujących we wspólnocie. Normą taką jest PN – EN 13674 – 1 „ Kolejnictwo – Tor – Szyna: Część 1 Szyny kolejowe Vignole`a o masie 46 kg/m i większej”. Norma ta posłużyła jako jedna z wielu do opracowania „Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru Szyn Kolejowych”.

2. ODBIORY SZYN U PRODUCENTA

* inż. Andrzej PATER, Inspektor Nadzoru, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A
Centrum Diagnostyki i Geodezji w Warszawie

2.1. Wymagania i gatunki stali do produkcji szyn kolejowych.

Stal służąca do produkcji szyn wytwarzana jest w konwertorze tlenowym lub wytapiana w piecu łukowym. Musi być ona odgazowana próżniowo i odlewana w procesie ciągłego odlewania stali (COS). Jeżeli stal jest wytwarzana w elektrycznym piecu łukowym musi zostać poddana powtórnej rafinacji w kadzi pośredniej. W przypadku przekroczenia poziomu wodoru producent jest zobowiązany podać, jakie zostały zastosowane zabiegi w celu zmniejszenia wad powierzchniowych i uzyskania właściwej gładkości powierzchni. Zgorzelina musi zostać usunięta z gorącego pasma.

Do produkcji szyn należy użyć stali gatunku R 260 o twardości 260 – 300 HB oraz stali gatunku R 350 HT o twardości 350 – 390 HB

2.2. Cechowanie szyn.

2.2.1. Znaki wypukłe (odwalcowane).

Znaki wypukłe szyny muszą być odwalcowane na jednej stronie w środkowej części szyjki każdej szyny minimum raz na 4 m. Muszą być one czytelne i posiadać wysokość 20 – 25 mm oraz wypukłość 0,8 – 1,5 mm. Znaki liniowe wypukłe oznaczające gatunek stali muszą posiadać długość:

- a/ 50 mm dla długiej kreski walcowanej,
- b/ 25 mm dla krótkiej kreski walcowanej.

Znaki wypukłe walcowane muszą zawierać następujące informacje:

- a/ identyfikację producenta,
- b/ gatunek stali (znak liniowy),
- c/ ostatnie dwie cyfry roku oraz miesiąc produkcji,
- d/ oznaczenie typu i profilu szyny.

2.2.2. Znaki wklęsłe (na gorąco).

Po przeciwnej stronie cech wypukłych każda szyna musi być oznaczona za pomocą liczbowego i literowego systemu kodu naniesionego na gorąco, mechanicznie w środku szyjki szyny. Szyny o długości większej niż 30 m powinny być cechowane nie rzadziej, niż co 20 m. Litery i cyfry powinny posiadać wysokość 16 mm i muszą być pochylone pod kątem 10° od pionu. Nanoszone znaki wklęsłe powinny posiadać głębokość 0,5 – 1,5 mm.

Znaki wklęsłe umożliwiają identyfikację:

- a/ numeru wytopu, z którego została odwalcowana szyna,
- b/ położenia szyny w kęsisku,
- c/ numeru żyły i położenia kęsiska w żyły.

2.3. Badania Laboratoryjne.

Badania odbiorcze – laboratoryjne przeprowadzane są u producenta w trakcie procesu produkcyjnego z określoną częstotliwością. Ich wyniki muszą mieścić się w wartościach granicznych. Wartości te podane są w „Warunkach Technicznych Wykonania

i Odbioru”. Po przeprowadzeniu badań laboratoryjnych składu chemicznego muszą zostać wykonane pomiary twardości według metody Brinella. Wyniki przeprowadzonych badań muszą być zgodne z normą EN ISO 10003 – 1 lub normą PN – EN ISO 6506 – 1. Próbkę do badań pobierane są losowo z szyn odwalcowanych z kęsisk po za strefą mieszania pomiędzy wytopami podczas odlewania sekwencji. Przed dokonaniem pomiaru musi zostać zdjęta warstwa materiału o grubości 0,5 mm z powierzchni tocznej szyny. Badania te przeprowadza producent w obecności upoważnionego przedstawiciela użytkownika szyn.

2.4. Dopuszczalne tolerancje wymiarowe.

Wymiary profilu szyn muszą być zgodne z tolerancjami zawartymi w „Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru”. Ich pomiar odbywa się u producenta w trakcie odbioru za pomocą specjalnych szablonów.

Pomiar płaskości w płaszczyźnie pionowej przeprowadzana jest na powierzchni tocznej główki szyny przy użyciu urządzenia laserowego z wyłączeniem końców o długości 2 m. Płaskość końców sprawdzana jest przy użyciu liniału.

Płaskość w płaszczyźnie poziomej przeprowadzana jest na powierzchni bocznej główki szyny w linii położonej 5 – 10 mm poniżej krawędzi jezdnej przy użyciu urządzenia laserowego z wyłączeniem końców szyn na długości 2 m. W tym przypadku płaskość końców szyn mierzona jest również przy użyciu liniału.

2.5. Jakość wewnętrzna szyny.

Wszystkie szyny muszą być badane ultradźwiękowo w sposób ciągły dla zapewnienia nieobecności wad wewnętrznych. System badawczy musi umożliwiać w sposób ciągły monitorowanie i rejestrowanie wyników pomiaru.

Zastosowana metoda ultradźwiękowa do badania przekroju poprzecznego szyny musi umożliwiać badanie:

- a/ minimum 70% główki szyny,
- b/ minimum 60% szyjki szyny.

Główka szyny musi być badana ultradźwiękowo z obydwu stron powierzchni bocznej od strony tocznej szyny.

2.6. Jakość powierzchni szyny.

Powierzchnia szyny musi być wolna od szkodliwych wad zgodnie z normą PN – EN 10163 – 1:1991 takich jak:

- a/ pęcherze – powierzchniowe usytuowane pęcherze gazowe, często otwierające się podczas walcowania na gorąco,
- b/ łuski – drobne nieregularne rozrzucone nieciągłości powierzchni; są one wydłużone w kierunku walcowania, a ich zaleganie zależy od stopnia przetworu; w niektórych miejscach łączą się one z materiałem podstawowym,
- c/ pęknięcia – wąskie liniowe nieciągłości powierzchni wyrobu; pęknięcia spowodowane są głównie naprężeniem materiału, które powstaje często podczas chłodzenia wyrobu,
- d/ zawalцовana zgorzelina i wżery – ślady na walcowanej powierzchni o różnym kształcie, grubości i częstotliwości występowania; zawalцовana zgorzelina jest nieodłącznym efektem zgorzelinowania powierzchni wsadu przed walcowaniem na gorąco lub przetwarzaniem albo podczas nich,
- e/ zawalцовania liniowe – zawalцовania powstające głównie wskutek nałożenia i wydłużenia nieciągłości powierzchni półwyrobu podczas walcowania,
- f/ nalepienia – częściowo związane z materiałem podstawowym,
- g/ zarysowania – mechaniczne uszkodzenia powierzchni,
- h/ wgnioty i odciski od walca – są one normalnym naturalnym skutkiem zużycia się walców,

Dopuszcza się wady powierzchni powstałe na gorąco i rysy pochodzące z walcowania takie jak opisane, powyżej jeżeli ich głębokość nie przekracza:

- a/ 0,35 mm dla powierzchni tocznej i dolnej powierzchni stopki,
- b/ 0,50 mm dla pozostałej powierzchni szyny.

Wady mechaniczne podłużne lub poprzeczne na powierzchni szyny powstałe na zimno dopuszcza się o głębokości nie większej niż:

- a/ 0,30 mm dla powierzchni tocznej szyny i dolnej powierzchni stopki,
- b/ 0,50 mm dla pozostałych miejsc na szynie.

Producent zobowiązany jest do wystawienia dla każdej partii wyrobów świadectwa odbioru oraz deklarację zgodności zgodnie z normą PN – EN 45014: 2000

3. ODBIORY SZYN DŁUGICH ZGRZEWANYCH W ZGRZEWALNIACH.

3.1. Wymagania techniczne procesu zgrzewania.

Prace związane ze zgrzewaniem szyn wykonywane są przy użyciu zgrzewarki doczołowo iskrowej. Szyny w zgrzewarce muszą być zabezpieczone przy użyciu zacisków. Kształt i powierzchnia zacisków nie może po uchwyceniu powodować uszkodzenia szyn, które mogłyby spowodować pęknięcie ich podczas eksploatacji. Przednia powierzchnia zgrzewanego obszaru musi być równomiernie przesuwana prostopadłe do powierzchni tocznej podczas całego cyklu roboczego. Cały proces zgrzewania nie może być przerywany.

Zgrzewarka musi być wyposażona w monitorowany system zarządzania procesem. Na monitorze wyświetlane powinny być:

- a/ szczegółowe informacje dotyczące identyfikacji i ustawień programu zgrzewania,
- b/ natężenie prądu dla zgrzewania,
- c/ siła nacisku dla spęczania materiału,
- d/ przemieszczeni,
- e/ czas trwania procesu zgrzewania.

Parametry te muszą być rejestrowane.

Wysokość uskoku między szynami w obszarze spoiny dla szyn po zgrzewaniu nie może przekraczać:

- a/ pionowo na wzdłużnej centralnej osi powierzchni tocznej – 0,5 mm,
- b/ poziomo na wyrównanej powierzchni lub krawędzi 14 mm poniżej powierzchni tocznej – 0,5 mm,
- c/ poziomo na obu krawędziach stopki szyny – 2 mm.

Kontrola tych parametrów dokonywana jest przyrządem pomiarowym.

W przypadku nadmiernej wypukłości spoina wyrównywana jest automatycznie. Temperatura w trakcie tego procesu musi być wyższa niż 500° C w centrum szynki szyny. Usunięcie nadmiernej wypukłości nie może spowodować żadnego mechanicznego lub termicznego uszkodzenia szyny. Wygładzenie spoiny po usunięciu nadmiernej wypukłości nie może spowodować uszkodzenia szyny lub spoiny, ani też zmniejszenia wymiarów do wartości mniejszych niż oryginalny profil szyny.

Zgrzewarka doczołowo iskrowa musi posiadać zatwierdzone procedury. Procedura opracowana jest niezależnie dla poszczególnych zgrzewarek poprzez testowanie próbek spoin. Wykonywane są one dla szyn o profilu 60E1 i typu R 260. Do przeprowadzenia procesu zatwierdzenia procedury musi być przedstawionych 10 próbek spoin w stanie po zgrzewaniu. W trakcie procesu opracowania procedury wykonywane są testy akceptacyjne.

W skład testów akceptacyjnych wchodzi:

- a/ inspekcja wizualna mająca na celu wykrycie wad zgrzewania, wyrównania, śladów uszkodzeń na skutek zacisków lub wad wykończenia profilu, takich jak rozerwania, szczeliny, pęknięcia, zniekształcenia na skutek wysokiej temperatury szczególnie w obszarach styku z elektrodami,
- b/ sprawdzenie wyrównania i wypukłości spoiny,
- c/ uskok na spoinie,
- d/ kontrola penetracji cząstek magnetycznych lub barwnika.

Po przeprowadzonej inspekcji wizualnej wszystkie spoiny w stanie po zgrzewaniu muszą być poddane kontroli penetracji cząstek magnetycznych zgodnie z normą EN 1290 lub kontroli penetracji barwnika zgodnie z normą EN 571 – 1.

W następnej kolejności 10 spoin po zgrzewaniu, które spełniają powyższe wymagania zostanie poddanych próbie zginania. Każda próba zginania musi być kontynuowana aż do przełamania lub zostanie ukończona po osiągnięciu maksymalnej siły nacisku używanej prasy. Warunkiem jest osiągnięcie minimalnych wartości testowych. Przykładowo dla szyny o profilu 60E1 typu R 260 minimalne ugięcie wynosi 20 mm, a minimalna siła nacisku podczas próby zginania dla zatwierdzenia procedury i produkcji to 1600 kN.

Z dziesięciu testowanych spoin, dziewięć powinno być zgodnych z wymaganiami, a jedna powinna spełniać 95% tych wymagań.

Po przeprowadzeniu prób na zginanie cztery spoiny w stanie po wykończeniu muszą zostać poddane badaniom w makro i mikro skali.

Po zakończeniu badań w makro i mikro skali dwa pionowe przekroje szyn ze spoiną muszą być poddane próbie twardości. Zmiana twardości w strefie oddziaływania wysokiej temperatury każdej z dwóch spoin powinna zostać zmierzona za pomocą próby Vickersa zgodnie z normą EN ISO 6507 – 1 przy zastosowaniu następujących parametrów:

- a/ HV 30,
- b/ punkty badania twardości powinny być ułożone w jednej linii od 3 do 5 mm poniżej powierzchni tocznej na wzdłużnej osi pionowej szyny- odstęp między punktami centralnymi powinny wynosić 2 mm,
- c/ zakres pomiaru twardości powinien obejmować obszar od spoiny do punktów po obu stronach spoiny w odległości minimum 20 mm.

Minimalne i maksymalne wartości uzyskane podczas próby powinny wynosić:

- a/ twardość minimalna niemniejsza niż $P - 30 \text{ HV}_{30}$,
- b/ twardość maksymalna nie większa niż $P + 60 \text{ HV}_{30}$.

P – jest przeciętną twardością szyny zmierzoną w zakresie pomiaru twardości

Po przeprowadzeniu całego procesu opracowania procedury sporządzany jest raport zawierający wyniki testów.

3.2 Wymagania podczas wykonywania zgrzewania.

Szyny przygotowane do zgrzewania muszą posiadać końce cięte przy pomocy piły, a ich prostokątność nie może przekraczać 2 mm. Wszystkie szyny mają być zgrzewane ze znakami po tej samej stronie ze względu na występowanie asymetrii.

Program i parametry zgrzewania muszą być zgodne z zatwierdzonymi procedurami.

Spoina podczas produkcji musi być oznakowana w sposób umożliwiający identyfikację.

Wszystkie spoiny i szyny muszą być poddane kontroli wizualnej w celu wykrycia wad zgrzewania, wyrównania, śladów uszkodzeń pochodzących od zacisków lub wad wykończenia profilu takich jak rozerwania, szczeliny, pęknięcia, uszkodzenia, niezgodność kształtu, zniekształcenia na skutek wysokiej temperatury w szczególności w obszarach styku z elektrodami.

Spoina z uskokiem przekraczającym maksymalne dopuszczalne wymiary omówione w pkt 3.1 musi być usunięta. Polega to na wycięciu wadliwej spoiny w odległości po 100 mm z każdej strony.

W przypadku powstania wypukłości na główce szyny większej niż 0,5 mm musi zostać ona zeszlifowana z zachowaniem prawidłowego wymiaru profilu.

Tolerancja prostoliniowości wykonanych spoin wynosi dla pionowej i poziomej powierzchni tocznej + 0,3 mm, natomiast długość odcinka szlifowanego może wynosi maksymalnie 400 mm po obu stronach spoiny.

Prostoliniowość w płaszczyźnie pionowej na powierzchni tocznej mierzona jest na wzdłużnej centralnej osi szyny w obszarze spoiny względem punktów odniesienia 500 mm po każdej stronie spoiny.

Prostoliniowość w płaszczyźnie poziomej w obszarze spoiny na główce szyny mierzona jest ok. 14 mm poniżej powierzchni tocznej i względem punktów odniesienia 500 mm od osi centralnej spoiny po każdej ze stron.

3.3. Próby techniczne spoiny na zginanie.

Spoina próbna musi zostać wykonana lub wybrana w trakcie produkcji, co najmniej raz w ciągu tygodnia podczas eksploatacji zgrzewarki, niezależnie od wydajności produkcyjnej. Wszystkie spoiny próbne testowane są w temperaturze otoczenia. Spoiny próbne wybierane są z linii produkcyjnej lub mogą być wykonane przy użyciu krótkich odcinków testowych. Po za standardowymi wymaganiami prób zginania, wymagane jest przeprowadzenie tych prób:

- a/ bezpośrednio po usunięciu usterki zgrzewarki,
- b/ bezpośrednio po przeglądzie zgrzewarki lub wykonaniu prac innych niż rutynowa konserwacja,

c/ przy każdej zmianie uzgodnionej procedury, jeżeli nie była ona wykonywana przez 4 poprzednie tygodnie.

Próby zginania należy dokonać zgodnie z wcześniej omówionymi warunkami. Po dokonaniu próby zginania należy dokonać interpretacji wyników. Jeżeli spoina nie została przełamana przy obciążeniu minimalnym określonym dla testu produkcyjnego, możemy uznać, że jest zgodna ze standardem. Natomiast, jeżeli spoina nie wytrzyma minimalnego obciążenia określonego dla testu produkcyjnego lub minimalnej wartości ugięcia należy podjąć następujące działania:

- a/ jeżeli próba zginania zakończona niepowodzeniem została przeprowadzona na początku sekwencji spoina wykonana bezpośrednio po niej zostanie usunięta w celu przeprowadzenia dodatkowej próby zginania. Cykl ten należy powtórzyć aż do chwili, kiedy wynik próby będzie pozytywny,
- b/ jeżeli próba zakończona niepowodzeniem została przeprowadzona w środku sekwencji, spoina wykonana bezpośrednio przed i po tej próbie zostanie usunięta w celu wykonania dodatkowej próby. Cykl ten należy powtórzyć aż do uzyskania wyniku pomyślnego

4. PODSUMOWANIE

Celem powyższego opracowania jest zwrócenie uwagi jak ważne jest dokonanie prawidłowego, rzetelnego odbioru produktu, jakimi są szyny kolejowe. Na jak wiele zagadnień należy zwrócić uwagę w trakcie procesu odbiorowego zarówno u producenta, czyli w hucie, jak również podczas odbioru szyn długich zgrzewanych w zgrzewalniach. W opracowaniu tym przedstawiona została tylko część jakże ważnych zagadnień, na jakie odbierający przedstawiciel użytkownika w tym przypadku przedstawiciel Polskich Linii Kolejowych musi zwrócić uwagę dla właściwej długotrwałej i bezpiecznej eksploatacji szyn w transporcie kolejowym.

5. LITERATURA

- [1] EN 13674 – 1 Kolejnictwo – Tor – Szyna Część 1 Szyny kolejowe Vignole`a o masie 46 kg/m i powyżej
- [2] EN 14587 – 2 Tor – Zgrzewanie doczołowe iskrowe szyn
- [3] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Szyn Kolejowych