IV OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA
NAUKOWO – TECHNICZNA

„SPAWALNICTWO DRÓG SZYNOWYCH
- JAKOŚĆ, NIEZAWODNOŚĆ,
BEZPIECZEŃSTWO"

NARZĘDZIA DO USUWANIA WYPŁYWÓW SPAWALNICZYCH PRZY ŁĄCZENIU SZYN

Roman Wielgosz*

STRESZCZENIE: *W pracy przedstawiono spawalnicze metody łączenia szyn kolejowych. Omówiono narzędzia stosowane do usuwania wypływów spawalniczych przy zgrzewaniu i spawaniu termitowym. Omówiono wymagania jakie powinny spełniać noże zastosowane do usunięcia wypływki z zależności od zastosowanej metody łączenia szyn.*

Słowa kluczowe: szyny, spawanie, zgrzewanie, termit

TOOLS TO REMOVE WELDING FLASH WHILE JOINING JOINTLESS RAILS

SUMMARY: *The paper presents welding methods of joining railway rails. Tools used to remove welding flash in pressure welding and thermite welding have been discussed herein. The paper also deals with the requirements to be met by knives used to remove the flash depending on the applied method of joining rails.*

Key words: Keywords: railway rails, welding, pressure welding, thermite

1. WSTĘP

Bieżące utrzymywanie dróg szynowych, a zwłaszcza ich modernizacja oraz prowadzenie prac torowych związanych z koniecznością pilnej realizacji zadań wynikających dla polskich kolei z porozumień międzynarodowych i członkostwa w Unii Europejskiej, stanowi o znacznym obciążeniu podmiotów infrastruktury kolejowej.

Zasadniczym elementem nowoczesnej nawierzchni kolejowej jest tor bezstykowy, który stanowi dowolna ilość szyn trwale i nierozłącznie połączonych ze sobą.

Wyeliminowanie tradycyjnego łączenia odcinków szyn przy pomocy łubek skręcanych śrubami stało się możliwe dzięki zastosowaniu spawalniczych metod łączenia szyn, a zwłaszcza zgrzewania elektrycznego i spawania termitowego.

Wprawdzie metody te są znane od prawie 100 lat, jednakże wykorzystywanie ich w skali wielkoseryjnej do łączenia tak odpowiedzialnych i trudnych technologicznie elementów jak szyny kolejowe liczy dopiero kilkadziesiąt lat.

Warunkiem uzyskania dobrych rezultatów jest jednak takie opanowanie technologii spajania złączy szyn oraz dysponowanie odpowiednimi urządzeniami, aby właściwości złączy jak najmniej odbiegały od właściwości szyn i co bardzo ważne były powtarzalne dla wszystkich styków.

* prof. nzw. dr hab. inż. Politechnika Krakowska, Instytut Inżynierii Materiałowej

2. SPAWALNICZE METODY ŁĄCZENIE SZYN

Szyny kolejowe jako elementy mające być poddane spajaniu metodami spawalniczymi stwarzają szereg trudności technicznych oraz technologicznych i z tego względu ilość spawalniczych metod łączenia możliwych do seryjnego wykorzystania jest znacznie ograniczona. Trudności techniczne i technologiczne spajania szyn metodami spawalniczymi wynikają głównie z następujących powodów:

- składu chemicznego stali stosowanych do wytwarzania szyn,
- wielkości przekroju poprzecznego i profilu szyn,
- wysokich wymagań stawianych złączom łączącym szyny,
- wymagania dużej powtarzalności parametrów procesu spajania, gwarantującej powtarzalność właściwości złączy.

W praktyce łączenie szyn sprowadza się do dwu metod:

⇒ elektrycznego zgrzewania doczołowego iskrowego,

⇒ spawania termitowego.

Oczywiście istnieją możliwości łączenia szyn metodą spawania gazowego lub spawania łukowego ręcznego elektrodami otulonymi czy spawania półautomatycznego w osłonach gazów ochronnych, ale metody te wykorzystywane są doraźnie, z reguły w warunkach awaryjnych, w celu wykonania złączy tymczasowych.

Nowa wysokoenergetyczna metoda spawania drutami proszkowymi samoosłonowymi T.I.M.E. pozostaje jeszcze w fazie prób i nie jest jeszcze dopuszczona do stosowania przez większość kolei.

2.1. Zgrzewanie iskrowe doczołowe

Istotą zgrzewania jest utworzenie połączenia bez użycia materiału dodatkowego. Metoda polega na nagrzaniu określonych odcinków szyn w obszarze styku do temperatury uplastycznienia materiału i następnie spęczeniu plastycznego materiału.

Proces zgrzewania prowadzi się na zgrzewarkach stacjonarnych lub zgrzewarkach samojezdnych w torze. Procesy zgrzewania są zautomatyzowane i składają się z następujących etapów :

> Podgrzewanie wstępne dociśniętych niewielką siłą powierzchni czołowych końców szyn. Proces ten pozwala na oczyszczenie powierzchni czołowych szyn oraz wstępne podgrzanie szyn w okolicy styku,

> Nagrzewanie zasadnicze składające się z dwu faz

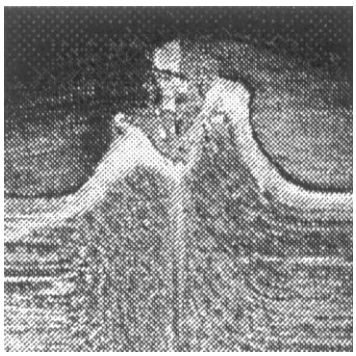
– podgrzewanie impulsowe (prąd podawany jest w postaci impulsów),
– nagrzewanie przez wyiskrzanie ciągłe,

> Spęczanie; polega na dociśnięciu nagrzanych szyn. Początkowo proces ten odbywa się przy przepływie prądu i z dużą prędkością dosuwu, a następnie bez prądu z malejącą prędkością dosuwu,

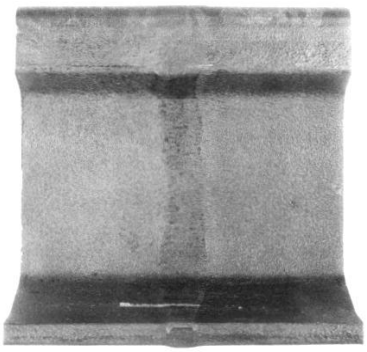
> Obcinanie wypływki ze złącza; odbywa się na zgrzewarce.

> Obróbka cieplna złącza i operacje wykańczające złącze.

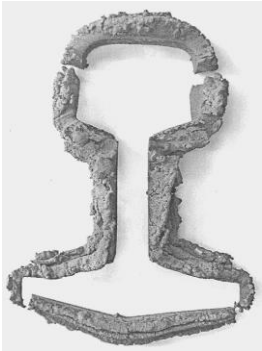
Obcinanie wypływki jest zabiegiem bardzo ważnym w procesie zgrzewania szyn. Na fot. 1 pokazano fragment przekroju wzdłużnego strefy zgrzania z wypływką. Widoczne są linie płynięcia materiału podczas zgrzewania. Na fot. 2 pokazano widok zgrzanego złącza po obcięciu wypływki. Fot. 3 przedstawia wypływkę po obcięciu.



Fot. 1. Fragment wypływki



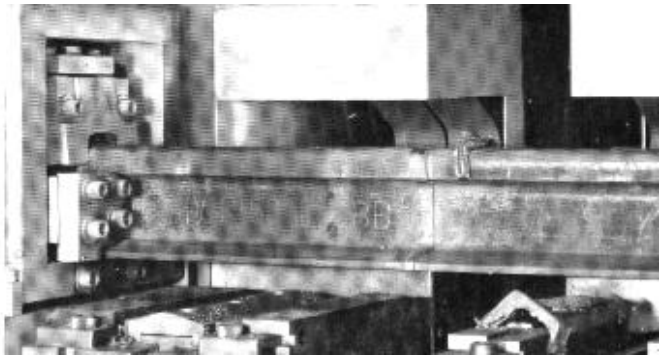
Fot. 2. Typowy wygląd złącza zgrzewanego z obciętymi wypływkami



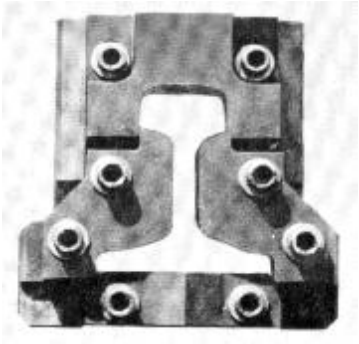
Fot. 3. Widok obciętej wypływki

Konstrukcja noży używanych do tego celu zależy od rodzaju zgrzewarki na której mają być stosowane. Proces zgrzewania prowadzi się przy ściśle określonych parametrach prądowych. Mogą one być zaburzone przez pola magnetyczne wywołane prądami wirowymi powstałymi w elementach metalowych znajdujących się w pobliżu strefy zgrzewania. Fakt ten musi być uwzględniony przy konstrukcji noży usuwających wypływkę.

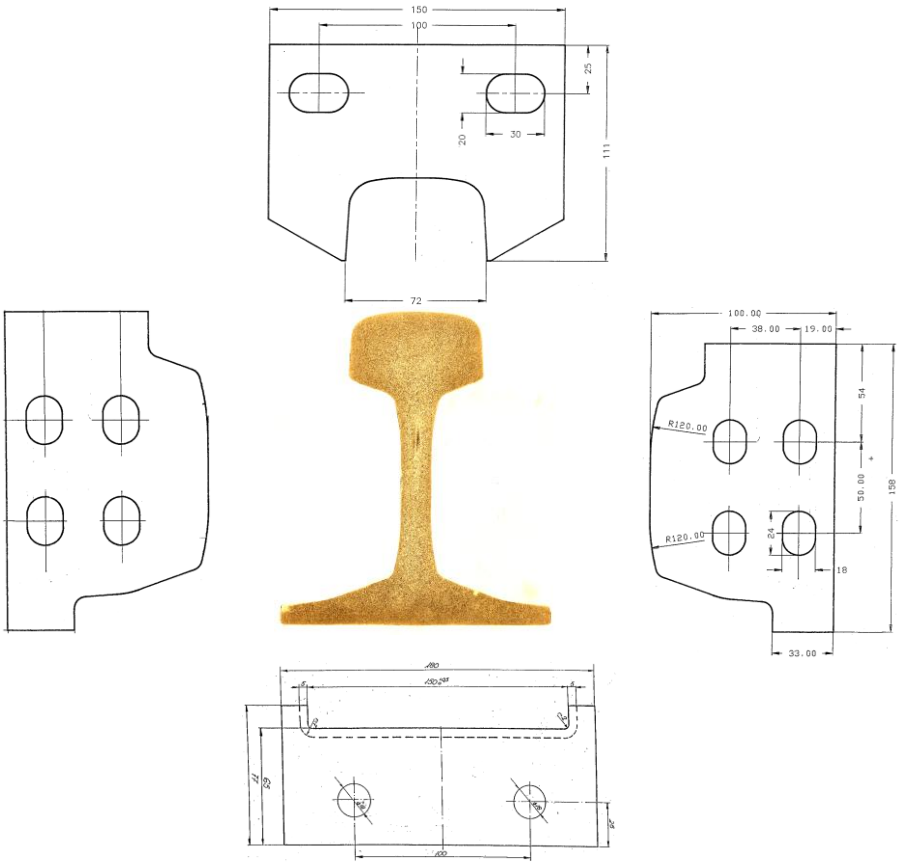
W zgrzewarkach stacjonarnych noże obcinające wypływkę znajdują się w takiej odległości od strefy zgrzewania, że nie powodują zakłóceń w polu elektromagnetycznym podczas procesu zgrzewania. Na fot. 4 pokazano przykładowo usytuowanie noży tnących w stosunku do strefy zgrzania. W tej sytuacji od noży wymaga się tylko żeby poprawnie usuwały wypływkę. W praktyce stosuje się dwa rozwiązania układu noży tnących. W pierwszym przypadku noże wykonane są w całości ze stali narzędziowej do pracy na gorąco. W drugim przypadku korpus noży jest wykonany ze stali konstrukcyjnej a krawędzie tnące są napawane z żaroodpornego twardego stopu. Na fot. 5 pokazano noże jednolite. Na fot. 6 pokazano elementy noża z napawanymi krawędziami tnącymi. Noże na zgrzewarce są najczęściej tak mocowane, że proces cięcia prowadzony jest po kolei przez cztery elementy noża lub elementy noża pracują parami (górny i dolny oraz dwa boczne).



Fot. 4. Widok fragmentu zgrzewarki



Fot. 5. Zestaw noży do obcinania wypływki



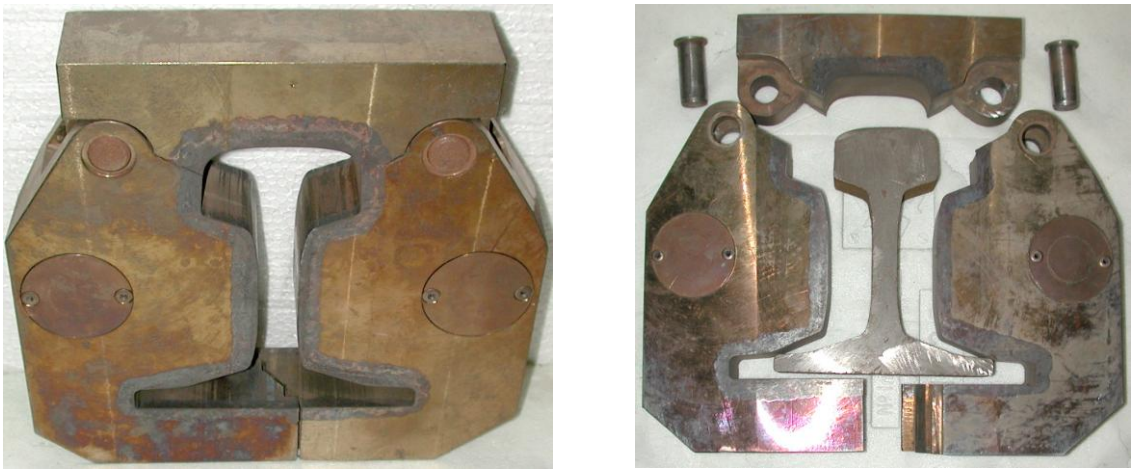
Fot. 6. Noże do obcinania wypływki (w środku rysunku odbitka Baumana z przekroju szyny)

Na fot. 7 pokazano zgrzewarkę samobieżną PRSM podczas pracy. Głowicę zgrzewającą pokazano na fot. 8. W przypadku zgrzewarek samobieżnych przystosowanych do zgrzewania szyn na szlaku noże obcinające wypływkę są umieszczone bezpośrednio przy strefie zgrzania w głowicy zgrzewającej. Podczas procesu zgrzewania w nożu mogą indukować się prądy wirowe powodujące zakłócenia w procesie zgrzewania. Celem uniknięcia tego zjawiska noże do obcinania wypływki musza być w tym przypadku wykonane z materiału niemagnetycznego.

Na fot. 9 pokazano trójczłonowy dwustronny nóż typu PRSM. Nóż jest otwierany na dwóch sworzniach, zamek dolny konstrukcyjne schodkowy, przystosowany do mocowania na agregatach zgrzewająco-obcinających typu PRSM stosowanych do prac na szlaku kolejowym. Noże mogą być dostosowane do obcinania wypływów spawalniczych z szyn typu UIC60, UIC54, S60, S49 lub innych. Elementy korpusu noża wykonane są z monolitycznego niemagnetycznego materiału austenitycznego klasy 18-8. Dzięki zastosowaniu na korpus noża materiału niemagnetycznego nie występują zaburzenia parametrów elektrycznych podczas łączenia szyn, a ścinany metal wypływki nie jest przyciągany przez nóż. Zastosowanie na ostrza materiału wysokostopowego samoutwardzającego się przy wysokich temperaturach (przy zetknięciu się z rozgrzaną do czerwonego żaru wypływką spawalniczą) sprawia, że krawędzie tnące utrzymują odpowiednią twardość podczas obcinania gorącej wypływki zaletą noży jest możliwość kilkakrotnego ostrzenia krawędzi tnących, co zapewnia długi czas okres ich użytkowania. Zastosowane materiały konstrukcyjne umożliwiają dokonywanie regeneracji noży przez ponowne wykonanie nowych krawędzi tnących. Przy poprawnej eksploatacji narzędzie wykonuje ok. 3000 cięć.

Fot. 7. Zgrzewarka samobieżna PRSM 4

Fot. 8. Głowica zgrzewarki PRSM 4.

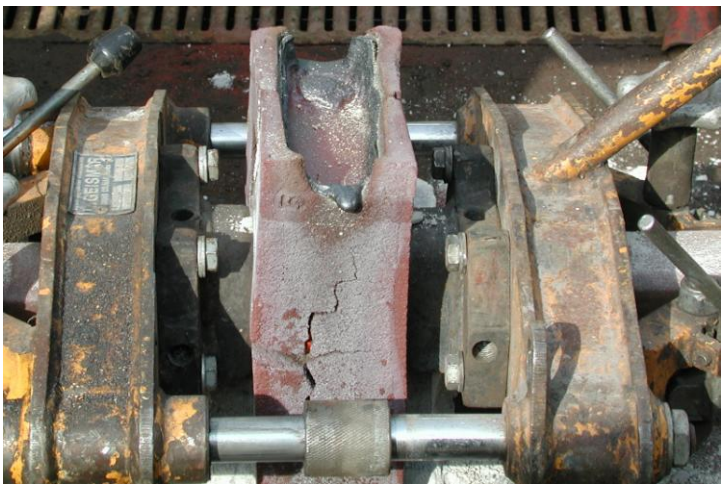


Fot. 9. Nóż trójczłonowy typu PRSM

2.2. Spawanie termitowe

Spawanie termitowe szyn polega na nałożeniu w miejsce łączenia formy odlewniczej odpowiadającej przekrojowi łączonych szyn. Następnie końce łączonych szyn podgrzewa się palnikiem i formę wlewa się spoiwo spawalnicze. Po skrystalizowaniu spoiwa obcina się nadlew przy pomocy specjalnych noży. Kolejnym krokiem jest szlifowanie miejsca łączenia. Spoiwem spawalniczym jest mieszanka termitowa, z której w wyniku spalania do formy pomiędzy szyny wpływa roztopiona stal tworząca po zastygnięciu stałe złącze. Spawanie termitowe szyn pokazano na fot. 10, fot. 11, fot. 12 i fot. 13.

Fot. 10. Spawanie termitowe szyn



Fot. 11. Obcinanie wypływki

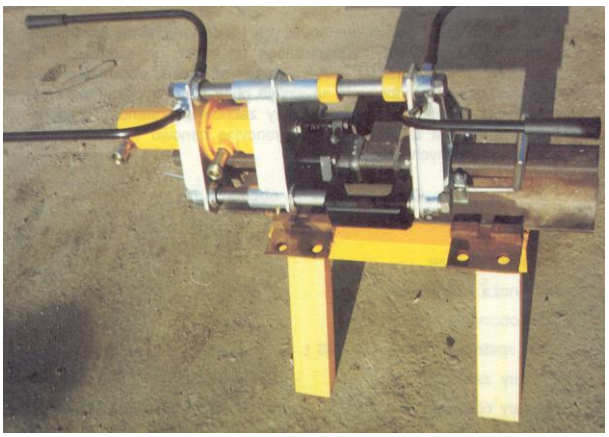
Fot. 12. Złącze z obciętą wypływką

Fot. 13. Szlifowanie złącza

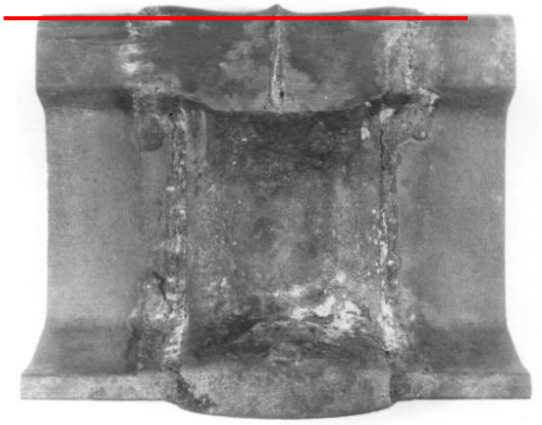
Przy spawaniu termitowym stosuje się dwa rodzaje form dostosowanych do odstępu pomiędzy łączonymi szynami. W praktyce stosuje się odstęp 10 mm i 75 mm. Obcinanie wypływów spawalniczych przeprowadza się przy pomocy specjalnych obcinarek. Jedną z produkowanych w Polsce (przez Zakłady Maszyn Torowych w Krakowie) pokazano na fot. 14. Na obcinarce montuje się dwa noże, które podczas pracy obcinarki zbliżają się do siebie usuwając wypływkę. Proces cięcia przeprowadza się po osiągnięciu przez spoinę temperatury czerwonego żaru bez wcześniejszego usunięcia formy.

Cięcie powinno być tak przeprowadzone żeby po ostygnięciu złącza do temperatury otoczenia powierzchnia spoiny w każdym miejscu była powyżej linii łączącej powierzchnie spawanych szyn, jak to pokazano na fot. 15.

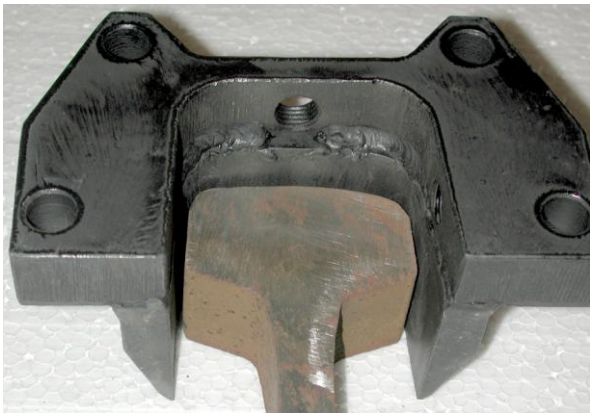
Elementy korpusu noży wykonane są ze stali niestopowej konstrukcyjnej. Sztywna konstrukcja podstawy noża pozwala na dokładne obcinanie wypływki spawalniczej nawet o znacznej grubości. Zastosowanie na ostrza materiału wysokostopowego samoutwardzającego się przy wysokich temperaturach (przy zetknięciu się z rozgrzaną do czerwonego żaru wypływką spawalniczą) sprawia, że krawędzie tnące utrzymują odpowiednią twardość podczas obcinania gorącej wypływki. Zaletą noży jest możliwość kilkakrotnego ostrzenia krawędzi tnących, co zapewnia długi czasokres ich użytkowania. Zastosowane materiały konstrukcyjne umożliwiają dokonywanie regeneracji noży przez ponowne napawanie nowych krawędzi tnących. Przy poprawnej eksploatacji narzędzie wykonuje do około 800 cięć. Na fot. 18 i fot. 19 pokazano kształty elementów noża.



Fot. 14. Obcinarka wypływów spawalniczych OWS - SoWoS

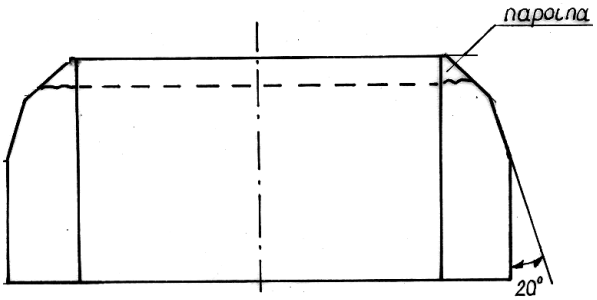


Fot. 15. Widok złącza spawanego termitowo po obcięciu wypływki (75 mm)

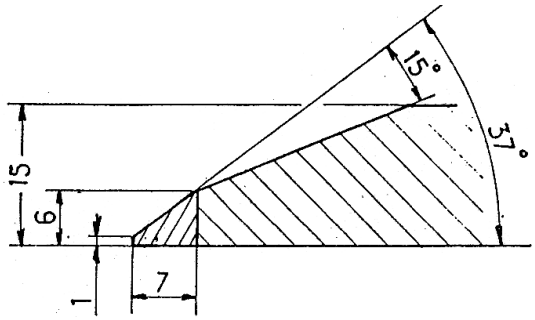


Fot. 16. Nóż do obcinania wypływów przy spawaniu termitowym

Fot. 17. Noże do zgrzein normalnych i szerokich



Fot. 18. Zarys części tnącej noża



Fot. 19. Zarys krawędzi tnącej noża

3. PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę warunki pracy narzędzi do obcinania wypływów spawalniczych przy stosowaniu różnych metod wykonywania złącza można stwierdzić, że w każdym przypadku konstrukcja narzędzi, jak też materiały służące do ich wykonania powinny być odpowiednio dobrane.

W przypadku zgrzewania na zgrzewarkach stacjonarnych, gdzie położenie noża jest na tyle oddalone od strefy zgrzewania, że nie powoduje zakłóceń w polu magnetycznym wywołanym prądami zgrzewania korpus noża może być wykonany ze stali magnetycznej. W zależności od konstrukcji zgrzewarki noże mogą być wykonane jako cztero częściowe jednolite ze stali narzędziowej do pracy na gorąco lub jako czteroczęściowe ze stali konstrukcyjnej z napawanymi krawędziami tnącymi ze stopów żaroodpornych.

W przypadku zgrzewania przy zastosowaniu zgrzewarek samojezdnych noże tnące znajdują się w strefie oddziaływania pola magnetycznego prądu zgrzewającego. Muszą w związku z tym aby nie powodować zakłóceń być wykonane ze stali niemagnetycznych. Są to głównie stale typu 18.8. Ponieważ materiały te są miękkie krawędzie tnące noży muszą być wykonane ze stopów żaroodpornych o dużej twardości. Ze względu na duży koszt materiału na korpus noża, noże są często wykonywane jako dwustronne.

Przy spawania termitowym warunki pracy noża są inne niż przy zgrzewaniu. Usuwanie wypływu spawalniczego polega na ściskania wypływki do powstania cienkiego mostka (około 1 mm grubości). W tym przypadku istotne znaczeniu oprócz własności materiału ostrza me jego zarys.

Poprawnie wykonane noże z zastosowaniem właściwych materiałów pozwalają na uzyskanie odpowiedniego kształtu złącza szyn gwarantującego jego wysoką jakość.

4. LITERATURA

[1] Wielgosz R.: *Łączenie bezstykowych szyn kolejowych,* Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo PK, z. 6-M2, 2009, s.7-19.

[2] Wielgosz R., Zając A.: *Możliwości i ograniczenia łączenia szyn kolejowych metodami spawalniczymi,* Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK, z.32, 1999, Kraków.

[3] *Badania spawanych termitowo złączy montażowych i naprawczych szyn kolejowych przy poszerzonym odstępie końców,* Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK, z.32, 1999, Kraków, s.103-111.

[3] Wielgosz R., Zając A.: *Badania zgrzewanych złączy szyn kolejowych,* Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK, z.32, 1999, Kraków, s.95-102.

[4] Wielgosz R., Zając A.: *Budowa złączy szyn kolejowych zgrzewanych elektrycznie i spawanych termitowo,* Zeszyty Problemowe, SITK, z. 1. 2001, Częstochowa/Kule, s. 143 – 153.

[5] *Brodacki K., Janik A. – Porównanie procesów technologicznych zgrzewania szyny długiej,* Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Spawalnictwo dróg szynowych i sposoby diagnozowania" – Częstochowa – Kule, grudzień 2001, ss. 31 – 42.

[6] Materiały informacyjne firmy ARBENT – Kraków, 2009.

[7] Materiały informacyjne firmy RAILTECH SCHLATTER SYSTEMS – Francja, 1995.