ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1979

Seria: HUTNICTWO z. 18 Nr kol. 606

Stanisław MIŚTA, Jerzy SUŁKOWSKI
Henryk SZWEJ

Huta "Baildon"

# ZASTOSOWANIE METALURGII POZAPIECOWEJ W HUCIE "BAILDON"

Streszczenie. Omówione zostały metody metalurgii pozapiecowej, stosowane w Hucie "BAILDON" (proces próżniowego odwęglania tlenem, proces próżniowej argonowej rafinacji, proces elektrożużlowego przetapiania i rafinacja ciekłej stali argonem w kadzi). Przedstawiono zalety oraz korzyści poszczególnych metod metalurgii pozapiecowej uzyskiwanych dla poszczególnych gatunków stali w Hucie "BAILDON".

## 1. WSTĘP

Zapotrzebowanie na stale o ulepszonych własnościach, jak również konieczność poprawy jakości tradycyjnych asortymentów spowodowały intensywne wdrażanie i sprawdzanie znanych z literatury technicznej metod metalurgicznych i dostosowanie ich do określonych potrzeb i warunków huty "Baildon". Prace te doprowadziły do pełnego rozpoznania tych procesów, pozwalając na ich twórcze stosowanie w chwili obecnej. Poniżej przedstawiono metody w zakresie wytapiania obróbki pozapiecowej, stosowane w hucie "Baildon".

## 2. METODY METALURGII POZAPIECOWEJ STOSOWANE W HUCIE "BAILDON"

W wyniku analizy potrzeb w zakresie jakości stali oraz produkowanych przez hutę asortymentów spośród wielu metod metalurgicznych zastosowano następujące:

1) proces próżniowego odwęglania tlenem,
2) " próżniowej argonowej rafinacji,
3) " elektrożużlowego przetapiania,
4) argonowanie stali w kadzi odlewniczej.

Wymienione metody znalazły szerokie zastosowanie w bieżącej produkcji.

## 3. PROCES PRÓŻNIOWEGO ODWĘGLANIA TLENEM POT (VOD)

Produkcja stali odpornych na korozję, o składzie chemicznym charakteryzującym się wysoką zawartością Cr, Ni (Mo, Cu) i niską zawartością C, wymaga spełnienia określonych warunków technologicznych podczas wytapiania. Do niedawna SONK wytapiano przede wszystkim w elektrycznych piecach łukowych i indukcyjnych. Do produkcji SONK o specjalnych własnościach stosowano wytapianie w indukcyjnych piecach próżniowych, elektrożużlowe przetapianie itp. Metody te nie pozwalały na zaspokojenie rosnącego zapotrzebowania na SONK, zwłaszcza o najniższej zawartości C. Związane to było z trudnością uzyskania niskich zawartości węgla przy niskich zgarach pierwiastków stopowych, głównie chromu.

Wyżej wymienione problemy metalurgiczne zostały rozwiązane w hucie "Baildon" przez wprowadzenie procesu próżniowego odwęglania tlenem (POT - VOD VACUUM OXYGEN DECARBURATION) do wytapiania SONK. Proces ten polega na wyświeżeniu węgla tlenem gazowym przy obniżonym ciśnieniu nad kąpielą. Zmniejszenie ciśnienia przy danej temperaturze powoduje wzrost powinowactwa węgla do tlenu w obecności chromu, co pozwala na utlenienie węgla do znacznie niższych zawartości niż to jest możliwe przy ciśnieniu atmosferycznym. Rafinacja stali po świeżeniu, tzn. jej odtlenienie i odsiarczenie prowadzone jest również w warunkach wysokiej próżni, co zapewnia bardzo wysoką ich skuteczność. Zarówno w czasie świeżenia, jak i rafinacji, stal jest intensywnie przedmuchiwana gazowym argonem, w wyniku czego uzyskuje się wysoką jednorodność składu chemicznego oraz czystość stali.

Proces POT stworzył nowe możliwości w zakresie produkcji SONK o bardzo niskiej zawartości węgla zarówno w zakresie ilościowego wzrostu produkcji jak i obniżenia kosztów ich wytwarzania. Produkowane tą metodą stale charakteryzują się wysoką jakością metalurgiczną. Do charakterystycznych cech tych stali można zaliczyć:

- możliwość ograniczenia zawartości węgla w analizie wytopowej do max 0,020%,
- możliwość ograniczenia zawartości siarki w analizie wytopowej do max 0,015%,
- możliwość kontroli zawartości tlenu w stali i jego ograniczenie do max 35 ppm.,
- możliwość ograniczenia zawartości azotu do max 400 ppm.,
- możliwość kontroli i ograniczenia zawartości fazy ferrytycznej.

Proces POT, oprócz korzyści technologicznych i ekonomicznych dotyczących samego sposobu wytwarzania stali, pozwolił na uruchomienie produkcji nowoczesnych SONK. Dotyczy to szczególnie stali austenitycznych o bardzo niskiej zawartości węgla. Skład chemiczny typowych stali przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Skład chemiczny austenitycznych SONK
o zawartości węgla max 0,03%

| Typ stali | Zawartość składników % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C | Mn | Si | Cr | Ni | Mo | Cu |
| 18-10 | max 0,03 | 1,0 2,0 | 0,20 0,80 | 16,0 21,0 | 9,0 14,0 | - | - |
| 18-12-2 | max 0,03 | 1,0 2,5 | 0,20 1,0 | 16,0 21,0 | 10,0 15,0 | 1,5 3,0 | - |
| 25-21 | max 0,03 | 1,0 2,0 | 0,20 0,80 | 22,0 26,0 | 20,0 24,0 | - | - |
| 22-24-4-1 | max 0,03 | 1,0 2,0 | 0,20 1,0 | 20,0 22,0 | 24,0 26,0 | 4,0 5,0 | 1,3 1,8 |

Oprócz stali austenitycznych proces POT pozwolił na rozwój produkcji ferrytycznych SONK o zawartości Cr ok. 13% oraz podobnych stali o zawartości Cr ok. 18 i 25%, z równoczesnym dodatkiem 1 do 2% Mo i dodatkiem Nb.

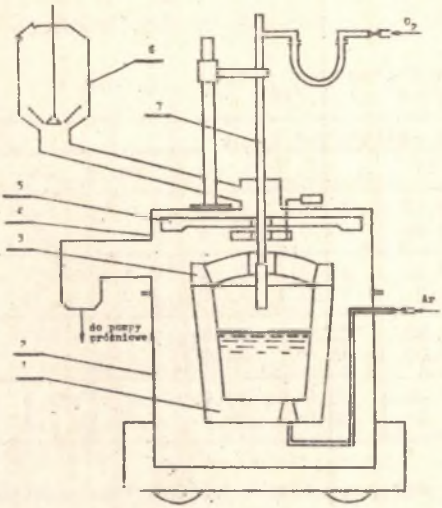
Stosowanie niskowęglowych stali austenitycznych w miejsce stali stabilizowanych tytanem daje ich użytkownikom zwiększenie trwałości urządzeń względnie elementów, co czyni wysoce opłacalnym ich użytkowanie. Rozszerzenie asortymentu gatunków stali z bardzo niską zawartością węgla pozwala na dobór ich zastosowań do określonych środowisk korozyjnych i pozwala na stosowanie tańszych stali w miejsce dotychczas stosowanych.

### 3.1. Urządzenie i technologia procesu POT (VOD)

Schemat urządzenia do procesu POT (VOD) zainstalowanego w Hucie Baildon firmy Standard Messo przedstawiono na rys. 1. Podstawowymi elementami urządzenia są: kadź odlewnicza zasadowa zaopatrzona w zamknięcie suwakowe i kształtkę gazoprzepuszczalną, zbiornik próżniowy, pokrywa próżniowa, lanca tlenowa z mechanizmem posuwu, zasobnik próżniowy. Argon dostarczany jest z rampy argonowej. Próżnia wytwarzana jest przez 4-stopniowy zespół strumienic parowych o wydajności 800 kg/godz. powietrza przy ciśnieniu 6 Tr. Urządzenie współpracuje z piecami łukowymi.

Cykl technologiczny procesu POT polega na roztopieniu wsadu w elektrycznym piecu łukowym, przygotowaniu wstępnym kąpieli metalowej w zakresie składu chemicznego i temperatury, spuście stali do zasadowej kadzi odlewniczej, wstawieniu kadzi do komory próżniowej i po osiągnięciu wymaganego ciśnienia wyświeżeniu węgla do żądanej zawartości.

Po odwęgleniu prowadzi się wstępne odtlenienie, naprowadza żużel rafinujący i uzupełnia niezbędne dodatki stopowe, w miarę potrzeby schładza się kąpiel i ponownie wykorzystując próżnię i mieszanie argonem odsiarcza rafinuje i ujednorodnia kąpiel metalową. Na koniec, po ewentualnej korekcie składu chemicznego i temperatury, dodaniu modyfikatorów, wytop odlewa się we wlewki.




Rys. 1. Schemat urządzenia do procesu POT (VOD)

1 - kadź odlewnicza, 2 - zbiornik próżniowy, 3 - pokrywa ochronna, 4 - pokrywa próżniowa, 5 - sklepienie ochronne, 6 - zasobnik próżniowy, 7 - lanca tlenowa

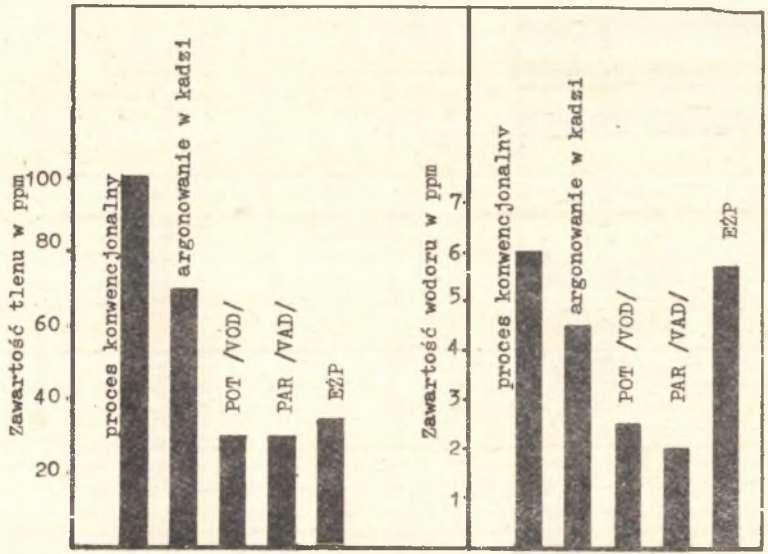
### 3.2. Wyniki jakościowe stali z procesu POT

Z dotychczasowych doświadczeń Huty Baildon w produkcji SONK z wykorzystaniem procesu POT wynika, że w zakresie składu chemicznego stali proces w pełni zapewnia uzyskanie zawartości węgla poniżej 0,03%. Bardzo istotny przy tym zgar chromu wynosi 3-6%.

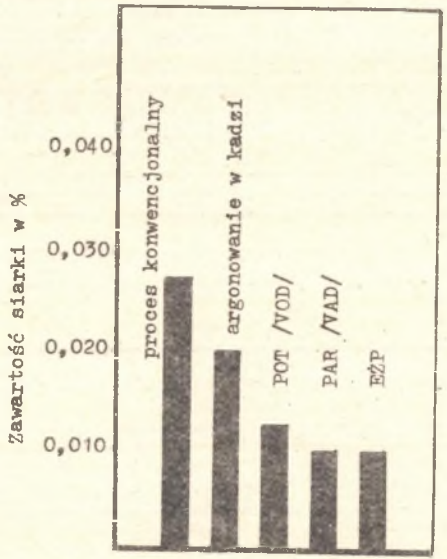
Zawartość tlenu w stali wynosi średnio 30 ppm, azotu 200-400 ppm. Porównanie zawartości gazów w stali z procesu POT z innymi metodami wytwarzania przedstawiono na rys. 2. Zawartość siarki w stali we wszystkich przypadkach jest niższa od 0,015% (rys. 3).

Badania austenitycznych SONK o zawartości C max 0,03% wykazały pełną odporność tych stali na korozję międzykrystaliczną. Odporność chemiczną stali 00H18N10 i dla porównania stali 1H18N9T we wrzącym 65% $HNO_3$ przedstawiono na rys. 4 [1]. Z porównania tego wynika, że w tych warunkach stal 00H18N10 posiada kilkakrotnie większą odporność od stali 1H18N9T. Jest to cecha bardzo ważna dla użytkowników, gdyż umożliwia wielokrotne zmniejszenie zużycia tych stali.

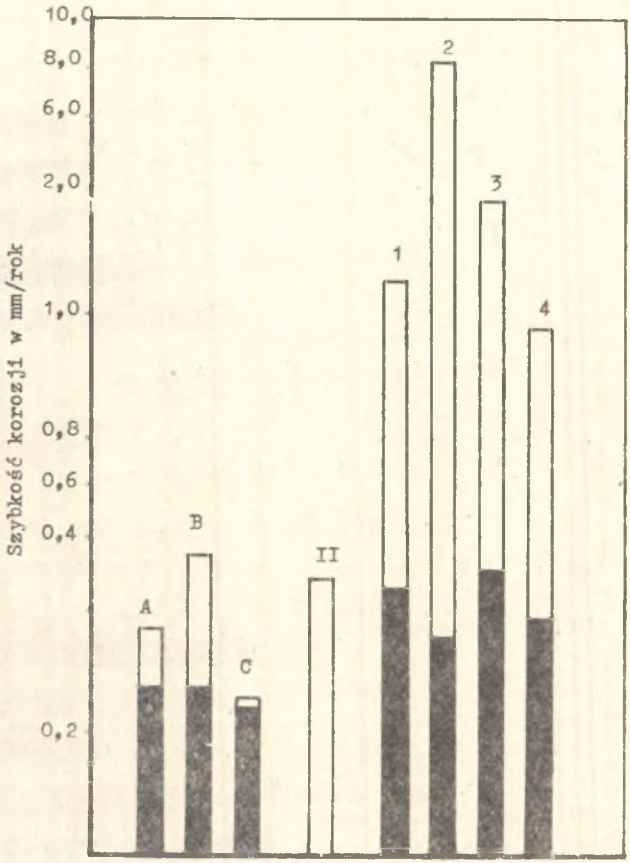
Stale z procesu POT cechują się znaczną czystością pod względem zawartości wtrąceń niemetalicznych (rys. 5). Wtrącenia niemetaliczne we wszystkich badanych stalach rozłożone są dosyć równomiernie na całym przekroju. Dominującymi wtrąceniami są tlenki manganu, nieraz z domieszką wapnia i złożone nieodkształcalne tlenki prawdopodobnie typu spinelowego $MnO.Cr_2O_3$ [1]. Stale nie zawierają pasm azotków względnie węgliko-azotków tytanu. Wynika to z wyeliminowania dodatku tytanu jako stabilizatora. Brak w tych stalach wtrąceń typu azotków, węgliko-azotków lub tlenków tytanu poprawia znacznie zdolność tych stali do polerowania.




Rys. 2. Zawartość tlenu i wodoru w stali wytworzonej różnymi metodami



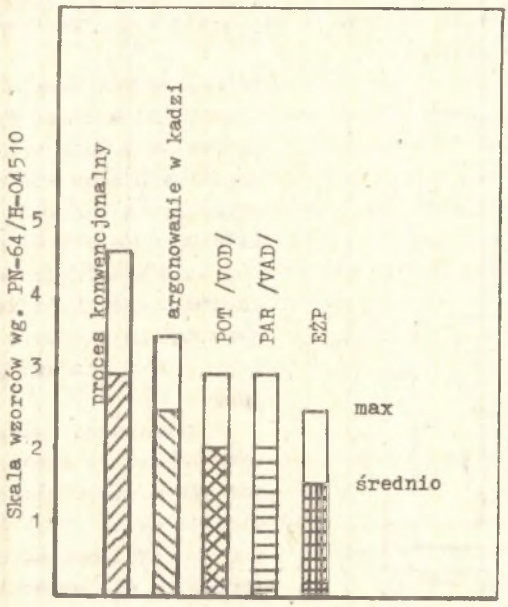

Rys. 3. Zawartość siarki w stali wytworzonej różnymi metodami




Rys. 4. Odporność chemiczna we wrzącym 65% $HNO_3$ stali w gat. 00H18N10 wytopionej w procesie POT (VOD) (wytopy A, B, C), wytopionej w piecu indukcyjnym (wytop II) oraz stali w gat. 1H18N9T (wytop 1-4)

□ - stan przesycony i uczulony

■ - stan przesycony




Rys. 5. Zawartość wtrąceń niemetalicznych w stali wytworzonej różnymi metodami

Zmniejszenie zawartości C do max 0,03% w stalach kwasoodpornych pociąga za sobą obniżenie granicy plastyczności i wytrzymałości na rozciąganie o ok. 15% w stosunku do stali stabilizowanych tytanem.

Celem zwiększenia granicy plastyczności i wytrzymałości na rozciąganie stali o C max 0,03% opracowywana jest w Hucie Baildon technologia produkcji podobnych stali z dodatkiem azotu. Spodziewane jest uzyskanie własności mechanicznych wyższych jak dla stali stabilizowanych tytanem.

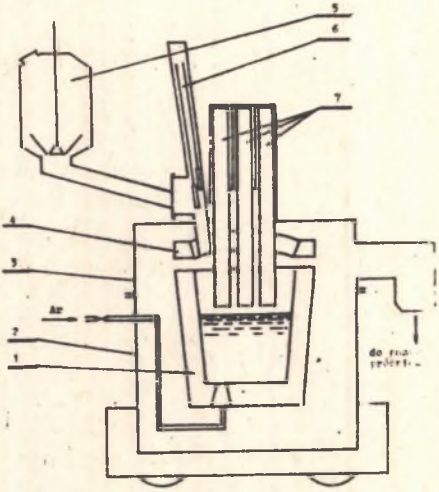
Podstawowym składnikiem strukturalnym stali kwasoodpornych jest austenit. W stalach OOH18N10 i OOH17N14M2 w zależności od wytopu występuje 5 do 12% fazy ferrytycznej. Przez odpowiedni dobór składu chemicznego stali możliwe jest zawężenie zawartości ferrytu.

## 4. PROCES PRÓŻNIOWEJ ARGONOWEJ RAFINACJI PAR (VAD)

Proces próżniowej argonowej rafinacji PAR znany bardziej jako proces VAD (Vacuum Argon Degasing) polega na odgazowaniu stali w próżni technicznej i rafinacji żużlem wapiennym. Skuteczność obu tych procesów zapewnia przepływ argonu przez kąpiel metalową oraz możliwość ich prowadzenia tak długo, jak jest to konieczne, stosując dogrzewanie kąpieli.

Proces PAR stosowany jest dla wszystkich typów stali, jeżeli zachodzi konieczność odwodorowania, odsiarczania i oczyszczenia stali z wtrąceń nie-

metalicznych, regulacji temperatury lub regulacji składu chemicznego. Dla określonego gatunku stali lub wytopu nie muszą być przeprowadzone w pełni wszystkie wymienione procesy.




Rys. 6. Schemat urządzenia do procesu PAR (VAD)

1 - kadź odlewnicza, 2 - zbiornik próżniowy, 3 - pokrywa próżniowa, 4 - sklepienie ochronne, 5 - zasobnik próżniowy, 6 - lanca do pobierania prób i pomiaru temperatury, 7 - elektrody

Proces PAR prowadzony jest w urządzeniu, którego schemat pokazuje rys. 6 i może być powiązany z dowolnym piecem stalowniczym. Najczęściej, z uwagi na produkcję stali stopowych proces powiązany jest z piecem elektrycznym łukowym. Korzystne jest także stosowanie procesu PAR po procesie POT.

Przebieg procesu jest następujący:

Roztapianie, świeżenie, wstępną korektę składu chemicznego prowadzi się w piecu elektrycznym. Następnie metal bez żużla spuszcza się do kadzi odlewniczej, do której wprowadza się pewną ilość składników żużlotwórczych i wstawia się do zbiornika próżniowego. Po podłączeniu instalacji argonowej do kadzi i uregulowaniu przepływu argonu oraz kontroli temperatury zbiornik zamyka się pokrywą i przystępuje się do podgrzania wstępnego kąpieli a następnie do odgazowania. Po odgazowaniu kontroluje się temperaturę i w zależności od potrzeby wykonuje się nowy żużel, prowadzi się dalsze dogrzewanie połączone z odsiarczeniem. Równolegle prowadzi się korektę składu chemicznego. Po podgrzaniu do wymaganej temperatury proces zostaje zakończony.

Dla przeprowadzenia poszczególnych etapów procesu stosowane są znane zasady zapewniające ich skuteczność. A więc:

- w przypadku odwodorowania ogranicza się ilość żużla, stosuje się maksymalne ilości przepływu argonu, wydłuża się czas odgazowania,
- w przypadku odsiarczania tworzy się zasadowy żużel ($\frac{CaO}{SiO_2} > 4$), wstępnie odtlenia się glinem metal i żużel, intensywnie miesza się żużel z metalem, utrzymuje się wysoką temperaturę żużla i metalu,
- w przypadku regulacji temperatury dąży się do ograniczania dogrzewania do niezbędnego minimum ze względu na intensywne oddziaływanie żużla na wymurówkę kadzi w okresie dogrzewania. W tym celu dąży się do wygrzania kadzi powyżej 1000°C przed jej użyciem oraz spuszczania wytopów w odpowiednio wyższej temperaturze w stosunku do temperatury odlewania,

- w przypadku potrzeby regulacji składu chemicznego również ze względów reżimu temperaturowego ogranicza się dodatki do niezbędnego minimum, stosując ogólnie przyjęte zasady w zakresie kolejności ich uzupełniania.

Stale z procesu PAR charakteryzują się wysoką jakością,którą można scharakteryzować zawartością wodoru poniżej 2 ppm, zawartością tlenu poniżej 35 ppm (rys. 2), zawartością siarki poniżej 0,010% (rys. 3). Wyroby z tej stali charakteryzują się wysoką czystością i jednorodnością pod względem składu chemicznego (rys. 5). Proces PAR pozwala na optymalne odlewanie dla uzyskania struktury i powierzchni wlewków. Proces ten stosowany jest do produkcji stali konstrukcyjnych, narzędziowych do pracy na zimno lub gorąco, stali wysokostopowych w tym i z procesu POT.

## 5. ELEKTROŻUŻLOWE PRZETAPIANIE STALI

Kolejnym procesem zaliczanym do metalurgii pozapiecowej jest elektrożużlowe przetapianie stali. Jest to znacznie droższy proces od omówionych poprzednio, lecz dla wielu gatunków stali i asortymentów jest nieodzowny. Jednocześnie jest znacznie ekonomiczniejszy od alternatywnych procesów przetapiania w próżniowym piecu łukowym, w piecu elektronowym, plazmowym itp.

Proces elektrożużlowego przetapiania stali polega na stapianiu elektrody w żużlu o wysokich własnościach rafinacyjnych i ponownym krzepnięciu w krystalizatorze miedzianym, intensywnie chłodzonym wodą.

Ciepło potrzebne do stapiania elektrody wytwarzane jest na skutek przepływu prądu elektrycznego przez płynny żużel, stanowiący opór omowy. Poprzez wybór odpowiednich warunków topienia wpływa się korzystnie na sposób krzepnięcia wlewka, a tym samym na pierwotną krystalizację wlewka elektrożużlowego. Po elektrożużlowym przetopieniu uzyskuje się wlewek o zwartej strukturze bez rzadzizny osiowej i kierunku krystalizacji ok.45$^{o}$ w stosunku do płaszczyzny pionowej osi wlewka.

Poprzez elektrożużlowe przetapianie w żużlu wysoce rafinującym oczyszcza się metal przede wszystkim z siarki i tlenu. Stopień odsiarczenia i odtlenienia wynosi 50-80% zależnie od składu chemicznego metalu i żużla rafinującego.

Proces EŻP nie wpływa zasadniczo na zmniejszenie się zawartości wodoru, dlatego stale o wymaganej niskiej zawartości wodoru winny być uprzednio odgazowane w próżni (rys. 2).

Zawartość azotu jakkolwiek nie ulega większym zmianom, to jednak następuje rozdrobnienie azotków i równomierne ich rozłożenie.

EŻP zapewnia usunięcie z metalu większości wtrąceń niemetalicznych tlenkowych i siarczkowych oraz równomierne rozłożenie wtrąceń pozostałych w metalu, przy czym wymiary wtrąceń pozostałych ulegają znacznemu rozdrobnieniu i praktycznie nie przekraczają 15 $\mu$m. Porównanie uzyskanych wyników czystości metalurgicznej różnymi metodami zawarte jest na rys. 5.

Struktura wlewków elektrożużlowych jest drobnoziarnista i jednorodna pod względem składu chemicznego. Charakteryzuje się także równomiernym rozkładem węglików na całym przekroju. Takiej struktury nie można uzyskać konwencjonalnymi metodami metalurgicznymi.

Uzyskanie wysokiej czystości metalurgicznej, korzystnej krystalizacji, drobnoziarnistej struktury i jednorodności korzystnie wpływa na własności mechaniczne i specjalne a szczególnie na:

- ogólne polepszenie plastyczności i udarności,
- znaczne polepszenie własności w kierunku poprzecznym, to jest zmniejszenie anizotropii własności mechanicznych,
- polepszenie własności przy podwyższonych temperaturach,
- polepszenie spawalności,
- poprawę przeróbki plastycznej na gorąco,
- zmniejszenie minimalnego stopnia przerobu,
- wzrost jednorodności własności użytkowych na różnych elementach wykonanych z tej samej partii materiału.

W celu sprostania zadaniom jakościowym stawianym przez przemysł krajowy, Huta Baildon wyposażona jest w trzy urządzenia do elektrożużlowego przetapiania. Z tego dwa urządzenia jednokolumnowe z krystalizatorami stałymi i jedno urządzenie dwukolumnowe z krystalizatorem ruchomym.

Urządzenia z krystalizatorami stałymi przystosowane są do przetapiania wlewków elektrożużlowych o przekroju poprzecznym kw. 320 mm i kw. 410 mm i długości odpowiednio 1100 i 1700mm. Urządzenie z krystalizatorem ruchomym przystosowane jest do przetapiania wlewków elektrożużlowych o przekroju poprzecznym Ø 300 mm, kw. 350 mm i Ø 600 mm i maksymalnej długości do 4500 mm.

Urządzenie z krystalizatorem ruchomym przeznaczone jest przede wszystkim do przetapiania stali wrażliwych na pęknięcia termiczne, gdyż istnieje możliwość regulowanego studzenia skrzepniętej części wlewka, a także do przetapiania wlewków dla kuźni o ściśle określonych długościach.

Do podstawowych stali produkowanych w Hucie Baildon w procesie elektrożużlowym należą: stale dla lotnictwa, motoryzacji, energetyki, na walce do pracy na zimno i gorąco, na matryce do pracy na gorąco, szybkotnące i inne stale narzędziowe.

## 6. ARGONOWANIE STALI W KADZI

Argonowanie stali w kadzi jest jednym z najprostszych zabiegów metalurgicznych, mających na celu poprawę czystości i homogenizacji składu chemicznego stali.

Zabieg ten wykonuje się w Hucie Baildon w kadzi o wyłożeniu zasadowym podobnej konstrukcji jak do procesu POT, względnie PAR.

Stal przeznaczoną do argonowania w kadzi wytapia się w piecu według technologii stosowanej dla wytopów konwencjonalnych z tym, że temperatura spustu winna być o 15-20°K wyższa.

Po dokonaniu spustu kadź ze stalą transportuje się na stanowisko argonowania, gdzie podłącza się przewód argonowy do kształtki porowatej kadzi i przystępuje się do przedmuchiwania kąpieli argonem. Czas argonowania wynosi 6-10 minut, przy intensywności przepływu argonu 30-50 l/min. Po zakończeniu argonowania odpina się przewód doprowadzający argon do kadzi, kadź ze stalą transportuje się na stanowisko odlewania i przystępuje się do odlewania wytopu.

Intensywność doprowadzania argonu reguluje się tak, aby nie następowało zawirowanie żużla do metalu oraz, aby kąpiel nie wykazywała gwałtownych wyrzutów.

W wyniku argonowania stali w kadzi uzyskuje się zmniejszenie zawartości wtrąceń niemetalicznych o 20-40% i tlenu 20-40% w zależności od gatunku stali i pierwotnej ich zawartości (rys. 2 i 5). Ponadto zmianie ulega struktura i postać wtrąceń niemetalicznych.

Dla zabezpieczenia strumienia stali z procesów POT i PAR przed wtórnym utlenianiem w Hucie Baildon przeprowadzono próby zastosowania osłony agronowej strumienia stali wypływającego z kadzi do leja syfonowego.

We wlewnicach płynna stal chroniona jest przed wtórnym utlenianiem za pomocą zasypki samosmarującej.

Odlewanie stali w osłonie argonowej pozwala utrzymać wysoką czystość stali we wlewkach, uzyskaną w procesach metalurgii pozapiecowej.

## 7. DYSKUSJA OMAWIANYCH METOD

Omawiane sposoby metalurgii pozapiecowej tworzą kompleksowy zespół metod pozwalający na produkcję stali wysokiej czystości metalurgicznej i pozwalają na produkcję szerokiego asortymentu stali stopowych ze zróżnicowanymi wymaganiami jakościowymi.

Proces POT pozwala na produkcję stali wysokostopowych o dużej zawartości chromu i bardzo małych zawartościach węgla. Proces PAR pozwala na produkcję stali konstrukcyjnych i narzędziowych o dużym stopniu odwodorowania i wysokiej czystości. Ponadto pozwala na regulację temperatury i składu chemicznego dla wszystkich klas stali.

Proces EŻP pozwala na produkcję wszystkich klas stali, zapewniając wysoką czystość i poprawę własności mechanicznych szczególnie na próbach poprzecznych.

Proces argonowania pozwala na poprawę czystości wszystkich klas stali, homogenizację składu chemicznego i temperatury. Ochrona strumienia stali argonem w czasie odlewania jest niezbędnym czynnikiem dla zachowania czystości stali w czasie odlewania wlewków. Wybór technologii pozapiecowej uwarunkowany jest wymaganiami stawianymi stali na określone przeznaczenie oraz możliwościami metalurgicznymi poszczególnych procesów.

LITERATURA

[1] Terlecki T., Wojtasz J.: Nie publikowana praca badawcza Huta "Baildon".

ПРИМЕНЕНИЕ ВНЕПЕЧЕВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ "БАИЛЬДОН"

Р е з ю м е

В статье рассматриваются методы внепечевой металлургии,применяемые на металлургическом заводе "Баильдон" процесс вакуумного обезуглероживания кислородом, процесс вакуумной аргоновой рафинации, процесс электрошлаковой переплавки и рафинации жидкой стали аргоном в ковше. Приводятся преимущества,а также выгоды отдельных методов внепечевой металлургии получаемых для отдельных сортов отали на металлургическом заводе "Баильдон".

THE UTILIZATION OF THE OUT-OF-THE-FURNACE METALLURGY IN THE "BAILDON" STEELWORK

S u m m a r y

The methods of the otu-of-the-furnace metallurgy have been discussed (the vacuum oxigen decarbonizing process, the vacuum argon refining process, the electro-slag melting process, and the liquid steel argon refining process). The benefits of particular methods have been presented, used for particular kinds of steel in the "Baildon" steelwork.