

C21e 5/28



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 40284

188.5/28
Kl. 18-b, 16/CI

Vereinigte Österreichische Eisen-und Stahlwerke Aktiengesellschaft *)

Linz, Austria

Sposób wytwarzania stali

Patent trwa od dnia 19 stycznia 1956 r.

Pierwszeństwo: 1 lutego 1955 r. dla zastrz. 1, 3, 5, 6, 8; 8 marca 1955 r. dla zastrz. 4, 7, 9, 11, 12
(Stany Zjednoczone Ameryki)

Wynalazek dotyczy sposobu wytwarzania stali, zwłaszcza sposobu świeżenia surówki do wyrobu stali o właściwościach co najmniej odpowiadających stali martenowskiej.

Stale martenowskie mają przeważnie wysoką jakość i mogą być użyte do różnych celów. Główną niedogodnością przy ich wytwarzaniu jest kosztowna instalacja pieców martenowskich, długi czas trwania wytopu i duże koszty robocizny prowadzenia tego procesu.

Wynalazek dotyczy ekonomicznego sposobu świeżenia surówki w postaci gąsek i żelaza odpadowego w urządzeniu tańszym niż piece martenowskie. Zapewnia on otrzymywanie stali o właściwościach podobnych lub nawet lepszych, niż właściwości stali martenowskiej.

W szczególności sposób według wynalazku

*) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest dr Rudolf Rinesch.

pozwala na świeżenie surówki o różnym składzie chemicznym i zawierającej znaczne ilości fosforu przy stosowaniu zasadniczo czystego tlenu wdmuchiwanego na powierzchnię roztopionego metalu w konwertorze. Sposób umożliwia regulowanie składu chemicznego żużla i jego temperatury w celu usunięcia fosforu i innych zanieczyszczeń bez przerywania procesu oczyszczania tak, aby mógł on być zakończony w stosunkowo krótkim czasie.

Sposób wykonuje się w stosunkowo małych konwertorach o pojemności 2—50 ton, które w porównaniu z piecami martenowskimi są stosunkowo tanie oraz łatwe w wykonaniu i obsłudze.

Główne koszty instalacji dotyczą kosztów urządzenia do wytwarzania zasadniczo czystego tlenu około 99% lub więcej tlenu z pozostałością zasadniczo gazów szlachetnych. Za instalowanie takich dwóch konwertorów po-

zwala na prawie ciągłą produkcję stali, gdyż każdy konwertor wytrzymałe dwieście i więcej wytopów, bez zmiany ich wyłożenia ogniotrwałego. Przy normalnych warunkach pracy oznacza to siedem do dziesięciu dni prawie ciągłej pracy, co pozwala na odstawienie jednego konwertora do remontu, gdy drugi przejmie pracę. W porównaniu z piecami martenowskimi potrzebna jest tu tylko mała obsługa i mała załoga remontowa, a przyrządy kontrolne do prowadzenia procesu są stosunkowo niewielkie i niekosztowne, co umożliwia zainstalowanie wysoko wydajnego urządzenia przy stosunkowo małych kosztach inwestycyjnych, robocizny i naprawy.

Typowy konwertor do wykonywania sposobu według wynalazku posiada zewnętrzny płaszcz stalowy z płyt lub podobny i wyłożenie ogniotrwałe, które może zawierać dwie lub trzy warstwy cegły magnezytowej. Przy użyciu dwóch warstw cegły wskazane jest ułożenie między nimi warstwy dolomitowo-smołowej, którą się ubija tak, aby tworzyła warstwę pośrednią wyłożenia. Wewnętrzna warstwa cegieł i pośrednia warstwa dolomitowa mogą posiadać ten sam skład chemiczny o charakterze alkalicznym. Dolomity magnezytowe mają mniej więcej następujący skład:

MgO	65 do 80%,
CaO	10 — 25%,
SiO ₂	2 — 5%,
Al ₂ O ₃	1%,
Fe ₂ O ₃	4 — 6%,

Strata wypalowa 0,5 — 2%

Skład chemiczny cegieł można zmienić, np. można zastosować cegłę o składzie:

MgO	25 — 40%,
CaO	50 — 70%,
SiO ₂	1 — 5%,
Al ₂ O ₃	0 — 1%,
Fe ₂ O ₃	2 — 6%,

Strata wypalowa 0,5 — 2%

Tworzywo warstwy wewnętrznej i pośredniej wyłożenia konwertora uzyskuje się przez zmieszanie dolomitu z odpowiednią smołą, z którego prasuje się cegły. Warstwa pośrednia ma tę zaletę, że służy ona jako wskaźnik konieczności zastąpienia wyłożenia. Na przykład gdy wewnętrzna warstwa wyłożenia zostanie przepalona, to warstwa pośrednia zostaje odkryta wskazując, że zbliża się czas naprawy, a gdy warstwa pośrednia zostanie zużyta lub wyżarta, zostaje odkryta warstwa zewnętrzna, co wskazuje, że konwertor winien przestać pracować. W ten sposób unika się zniszczenia lub

poważnego uszkodzenia konwertora. Chociaż w tym przypadku używa się wyłożenia zasadowego, zrozumiałe jest, że wyłożenie kwaśne lub inne może być użyte przy świeżeniu surowki innego rodzaju. Cegła magnezytowa może być użyta również do wykonania warstwy wewnętrznej wyłożenia.

Doświadczenie wykazało, że wyłożenie konwertora ma trwałość około siedmiu do dziesięciu dni, praktycznie biorąc ciągłej pracy (200—350 wytopów).

Dla łatwiejszego załadowywania i wyładowywania konwertor jest zmontowany przechylnie. Można go załadowywać surowką za pomocą wsadzarki, topnik np. wapno i kamień wapienny za pomocą odpowiednio rozmieszczonych zsyków.

Przed opisaniem typowego sposobu świeżenia surowki według wynalazku należy podkreślić ważność niektórych przyrządów kontrolnych. A więc w celu utrzymywania odpowiednich warunków utleniania i temperatury należy regulować ilość i ciśnienie wdmuchiwanego tlenu.

Skład chemiczny i temperatura żużła są bardzo ważne, szczególnie przy usuwaniu fosforu z surowki o wysokiej jego zawartości. Stwierdzono, że niska temperatura żużła ułatwia usuwanie fosforu, wobec czego należy utrzymywać temperaturę żużła poniżej temperatury roztopionego metalu. Przez dodatek kamienia wapiennego, wapna lub zimnego żużła w celu ochłodzenia żużła, w chwili gdy on osiągnął temperaturę roztopionego metalu, zapewnia się usunięcie fosforu bez potrzeby przerywania wdmuchiwania tlenu i zmiany żużła. W ten sposób można uzyskać świeżenie kąpieli metalowej w sposób ciągły i zakończyć je przeważnie w ciągu 15—30 minut. Kamień wapienny jest najodporniejszym środkiem chłodzącym, gdyż usuwa on ciepło z szybkością prawie dwukrotnie większą, niż np. wapno palone.

Tlen wdmuchuje się do konwertora przez miedzianą dyszę, zaopatrzoną w płaszcz chłodzony wodą. Dyszę zawieszają na dźwigu lub suwnicy, co pozwala na jej podnoszenie i opuszczenie w celu ustawienia jej wylotu w odpowiedniej odległości od powierzchni roztopionego metalu w konwertorze. Średnica dyszy dla 30-tonowego konwertora wynosi około 27—35 mm.

Tlen wdmuchuje się pod ciśnieniem około 4—12 atm. w ilości 4000—8000 m³ na godzinę. Przy użyciu dyszy o średnicy 33 mm tlen wdmuchuje się pod ciśnieniem 10 atm.

Dla typowego wsadu około 34 ton, zawierającego około 83% surówki i 17% złomu żelaznego czas wdmuchiwania tlenu wynosi około 18 minut przy użyciu około 2000 m³ tlenu. Teoretyczna ilość tlenu, potrzebna do zamiany węgla zawartego w surówce na tlenek węgla, wynosi około 57 m³ na tonę surówki i przy uwzględnieniu tylko nieznaczного nadmiaru.

Typowy sposób według wynalazku wytwarzania odpowiedniej stali można stosować przy użyciu prawie dowolnego rodzaju surówki. Surówka otrzymana z rudy zawierającej aż 2,5% fosforu nadaje się do świeżenia tym sposobem. Typowe są surówki mające mniej więcej następujący skład chemiczny:

C	3,8 — 4,2%,
Si	— 0,2 — 1,5%,
Mn	— 0,6 — 2,8%,
P	— 0,1 — 2,0%,
S	— najwyżej 0,08%.

Surówkę taką załadowuje się do konwertora w stanie roztopionym z dodatkiem około 16—18% złomu żelaznego.

Ilość złomu zależy od zawartości w surówce krzemu i fosforu. Przeważnie złom wrzuca się rynną do przechylonego konwertora w ciągu pierwszych trzech minut procesu. Roztopioną surówkę wprowadza się do konwertora w ilości około 30 ton. Po załadowaniu surówki konwertor wychyla się w pozycję pionową i wyspuje do niego potrzebne topniki. Może być do tego użyte wapno palone o następującym przeciętnym składzie chemicznym:

CaO	86%,
H ₂ O jako Ca (OH) ₂	2%,
CO ₂ (CO) ₃	3%,
MgO	poniżej 4%,
SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃	5%,

Jako topnika można użyć mieszaniny wapna palonego i kamienia wapiennego w postaci małych grudek. Ilość wapna może się wahać w granicach 3—12% w stosunku do ciężaru roztopionego metalu, zależnie od żądanej zawartości krzemu, manganu i fosforu w gotowej stali.

Następnie rozpoczyna się wdmuchiwanie tlenu przy umieszczeniu wylotu dyszy w odległości około 90 cm powyżej powierzchni roztopionego metalu. Tlen dostarcza się do dyszy pod ciśnieniem około 10 atm w ilości około 5000—5500 m³ na godzinę według pomiaru przy ciśnieniu atmosferycznym. Odpowiada to około 160 m³ tlenu na tonę na godzinę. W ciągu około trzech dziesiątych minuty płomień wywołany spalaniem się węgla wsadu i tlenku

węgla podnosi się do 1—2 m ponad wylot konwertora, a przy końcu pierwszej minuty dmuchania płomień dochodzi do 7 m wysokości.

Podczas mniej więcej pierwszych trzech minut trwania procesu wdmuchuje się dostateczną ilość tlenu do jednoczesnego utleniania krzemu i węgla z wytworzeniem ciepła i znacznym podwyższeniem temperatury. Na przykład można wdmuchiwać tlen z 10% nadmiarem w stosunku do ilości teoretycznej. Ogrzewa się kąpiel do temperatury 1650°C, co sprzyja szybkiemu wzrostowi temperatury konwertora.

Podczas dalszych czterech minut procesu ilość wdmuchiwanego tlenu zwiększa się do około 6000—7000 m³ na godzinę (180 m³ na tonę na godzinę).

W celu zapewnienia usunięcia fosforu w stopniu odpowiadającym zawartości fosforu w stalach martenowskich, mniej więcej w ósmej minucie wdmuchiwania tlenu trzeba zacząć dodawanie topników, np. wapna palonego, najkorzystniej kamienia wapiennego w postaci małych granulek lub ziarn, które rozkładając się pod wpływem ciepła, obniżają temperaturę żużla. Kamień wapienny dodaje się w dwuminutowych odstępach aż do mniej więcej czternastej minuty wdmuchiwania tlenu. Przy świeżeniu surówki o bardzo dużej zawartości fosforu, dodatek kamienia wapiennego można kontynuować aż do dwóch minut przed zakończeniem procesu. Głównym celem dodawania topników chłodzących żużel jest stałe utrzymywanie temperatury żużla poniżej temperatury metalu, a najkorzystniej w granicach do 20°C poniżej temperatury roztopionego metalu. Temperatura żużla zbliża się widocznie do temperatury metalu około ósmej minuty wdmuchiwania tlenu, a zdolność żużla zatrzymywania związków fosforowych zmniejsza się z podwyższeniem temperatury żużla. Topników można dodawać w ilości 4—20% ciężaru roztopionego metalu.

Całkowita ilość wytworzonego żużla dla typowego procesu wynosi około 15—17% o następującym składzie chemicznym:

SiO ₂	12 — 17%,
CaO	38 — 44%,
MgO	5 — 10%,
Mn	9 — 12%,
P ₂ O ₅	1,2 — 1,8%,
Fe	12 — 17%,

Kamień wapienny należy dodawać tak szybko, aby stosunek krzemu do wapnia był utrzymany w stosunku 1:2 do 1:3. Dodatek taki na końcu każdego dwuminutowego odstępu cza-

su utrzymuje żużel w temperaturze stosunkowo niskiej, aż stal osiągnie pożądaną temperaturę około 1620°C.

W miarę jak postępuje wdmuchiwanie tlenu płomień staje się coraz jaśniejszy, aż temperatura płomienia osiągnie swe maximum między mniej więcej dwunastą i siedemnastą minutą zabiegu wdmuchiwania tlenu. Po około osiemnastu minutach płomień staje się krótszy, mniej jasny i zaczyna mrugać, co wskazuje na koniec okresu reakcji. Wtedy wyciąga się dyszę i zamyka dopływ do niej tlenu. Natychmiast po tym, czyli po upływie 18,3 minutach wdmuchiwania tlenu, bierze się próbki stali, zagęszcza żużel wapnem palonym lub rozkruszonym zimnym żużlem i usuwa żużel znad roztopionego metalu. Następnie wylewa się stal do kadzi odpowiedniej wielkości i odlewa do wlewnic, a wyłożenie konwertora ewentualnie poddaje się natychmiast naprawie masą dolo-mitowo-magnezytową ze smołą. Całkowity czas potrzebny do załadowania, świeżenia i opróżnienia konwertora wynosi w opisanym przypadku około 30 minut, ale może wynosić 30—60 minut. Konwertor może być natychmiast użyty ponownie tak, że w ciągu 24 godzin można w nim wyświeżyć do 45 wsadów. Całkowita więc wydajność dwóch 30-tonowych konwertorów pracujących na zmianę (jeden w pracy, a drugi w naprawie) wynosi około 36000 ton stali na miesiąc.

Zasadniczą zaletą opisanego procesu jest to, że ciśnienie wdmuchiwanego z góry tlenu może być regulowane w stosunkowo szerokich granicach. To daje możliwość dokładnej kontroli wypalania węgla, wobec czego otrzymuje się gotową stal o minimalnej zawartości tlenu, przeważnie nie wymagającą późniejszego odtleniania.

Zgodnie z powyższym, zaleca się według wynalazku obniżyć ciśnienie tlenu przy końcu procesu wdmuchiwania w celu zmniejszenia szybkości przepływu tlenu tak, aby szybkość utleniania węgla w czasie krytycznym ku końcowi jego spalania np. przy jego zawartości 0,15—0,1% była zmniejszona. W ten sposób zapobiega się gwałtownemu zanikowi płomienia węglowego i daje się możliwość dłuższej obserwacji koloru płomienia, jego długości i chwili jego zaniku, wskazujących końcowe wypalanie węgla np. do zawartości 0,05%.

W praktyce powyższą dokładną kontrolę końcowego wypalania węgla otrzymuje się przez zmniejszenie ciśnienia wdmuchiwanego tlenu (mierzone w rurze przed dyszą) w stosunku

do ciśnienia roboczego podczas przeważającej części czasu procesu np. przy zmniejszeniu z 8—12 atm. na 4—8 atm, przy czym zmniejsza się ciśnienie tlenu zależnie od całkowitego czasu wdmuchiwania tlenu określonego dla każdego cyklu, co znów zależy od takich czynników jak skład chemiczny użytej surówki, oraz ilość złomu i innych czynników. Innymi słowy, szybkość wypalania węgla i innych zanieczyszczeń wsadu, jak krzem i fosfor stanowią podstawę do wyboru całkowitego czasu wdmuchiwania tlenu. Czas od chwili, w której należy zmniejszyć ciśnienie wdmuchiwanego tlenu, zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do całkowitego okresu wdmuchiwania, wynoszącym 18—19 minut, ciśnienie zmniejsza się w przybliżeniu na okres około 4 minut przed końcem wdmuchiwania, podczas gdy przy całkowitym czasie wdmuchiwania, wynoszącym 21—23 minut, ciśnienie tlenu zmniejsza się na około 2 minuty przed końcem wdmuchiwania. W każdym razie wskazane jest zmniejszenie ciśnienia w granicach od 2 do 6 minut przed końcem ustalonego czasu wdmuchiwania.

Typowy przykład wykonywania sposobu według wynalazku przy surówce o dużej zawartości fosforu przedstawiono nżej.

Konwertor 30-tonowy opisanego typu załadowano 5 tonami złomu i 26 tonami surówki o składzie chemicznym:

C	— 3,8%,
Si	— 1,5%,
Mn	— 1,9%,
P	— 0,25%,
S	— 0,05%

oraz dodano 2 tony wapna palonego.

Tlen wdmuchiowano do konwertora przez dyszę o średnicy 33 mm z szybkością 160 m³ o ciśnieniu atmosferycznym na tonę surówki na godzinę z odległości 91,5 cm od powierzchni roztopionego metalu. Po pierwszych trzech minutach wdmuchiwania ilość wdmuchiwanego tlenu zwiększono do 180 m³ na tonę na godzinę.

W ósmej minucie wdmuchiwania temperatura żużla była zbliżona do temperatury roztopionego metalu; rozpoczęto dodawanie kamienia wapiennego w celu ochłodzenia żużla. Kamień wapienny dodawano porcjami po 250 kg co 2 minuty, poczynając od ósmej i kończąc na czternastej minucie zabiegu wdmuchiwania tlenu. Z końcem piętnastej minuty wdmuchiwania zmniejszono ilość tlenu do 160 m³ na tonę na godzinę, utrzymując ją aż do czasu skrócenia płomienia i rozpoczęcia jego migania, wreszcie płomień zanika wskazując koniec

procesu świeżenia. W danym przykładzie płomień począł zanikać w osiemnastej minucie wdmuchiwanego tlenu, wówczas dyszę wycofano i zamknięto dopływ tlenu po upływie 18,5 minutach od rozpoczęcia wdmuchiwanego.

Otrzymano stal o następującym składzie chemicznym:

C	— 0,06%,
P	— 0,020%,
S	— 0,025%,
Mn	— 0,37%,

Zawartość manganu w wytwarzanej stali jest zależna od zawartości manganu w użytej surowce oraz od ilości i rodzaju żużla i temperatury świeżenia. Na przykład surowka zawierająca 1,4—1,8% manganu może być wyświeżona w powyższy sposób na stal o zawartości 0,30—0,35% manganu, podczas gdy z surowki zawierającej 2,0—2,20% manganu można otrzymać stal o zawartości 0,40—0,45% manganu. Jeżeli zależy na otrzymaniu stali o dużej zawartości manganu, wówczas można dodać do kadzi żelazo-manganu.

Zawartość fosforu w stali może być według wynalazku zmniejszona do 0,005—0,04%, lub do zawartości około 0,02% nawet w przypadku użycia surowki o zawartości fosforu do 0,175% lub większej. Kontrola temperatury żużla przez dodawanie środków ochładzających żużel wpływa na zmniejszenie zawartości fosforu w stali bez potrzeby przerywania wdmuchiwanego tlenu w celu usuwania żużla.

Zawartość siarki w roztopionym metalu również zmniejsza się do około 50% jej zawartości pierwotnej. Stal zawierająca 0,028—0,012% siarki można otrzymać z surowki zawierającej 0,045% siarki.

Zawartość azotu w stali jest również mała, ponieważ wdmuchuje się zasadniczo czysty tlen. Zawartość azotu w wyprodukowanej stali wynosi około 0,002—0,006%, a przeważnie 0,003%.

Zawartość krzemu w surowce decyduje o ilości dodatku złomu stalowego do konwertora. Zwykła surowka wyżej wymienionego gatunku wymaga dodatku około 5—30% złomu i wynosi przeciętnie 16—20%.

Zawartość węgla w stali może być również regulowana i można otrzymać różne gatunki stali, np. stal niskowęglową zawierającą 0,03—0,20% węgla, na pół uspokojoną o zawartości do 0,24% węgla, uspokojoną zawierającą do 0,25% lub więcej węgla, a stale konstrukcyjne i inne, zawierające do 1,5% manganu lub innych składników stopowych, mogą być wytwa-

rzane według wynalazku przez dodatek FeMn, FeCr lub innych składników, jak również węgla do konwertora lub kadzi.

Wynalazek pozwala na dużą elastyczność w wytwarzaniu stali wysokiej jakości i na otrzymywanie stali nawet często o lepszych właściwościach niż stale martenowskie, bez dużych kosztów inwestycyjnych związanych z produkcją stali procesem martenowskim. Sposób według wynalazku nadaje się szczególnie korzystnie do świeżenia surowki o stosunkowo dużej zawartości fosforu i może być z korzyścią stosowany w okolicach, gdzie są trudności w otrzymywaniu złomu stalowego. Koszty produkcji sposobem według wynalazku czynią stal wytworzoną tym sposobem konkurencyjną w cenie ze stalą wytworzoną w piecach martenowskich, a mniejsze koszty inwestycyjne są konkurencyjnie korzystne.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania stali, znamieny tym, że złom stalowy i roztopioną surowkę wielkopieczową, zawierającą węgiel, krzem, mangan, siarkę i 0,12—2,00% fosforu, wprowadza się do konwertora o wyłożeniu zasadowym, a na powierzchnię roztopionego metalu wdmuchuje się czysty tlen w celu wypalenia znajdującego się w surowce węgla, przy czym tlen wdmuchuje się aż do zaniku płomienia w celu wytworzenia stali, która jest prawie pozbawiona fosforu, azotu i siarki.
2. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że żużel utrzymuje się w temperaturze niższej, niż temperatura roztopionego metalu w celu zmniejszenia zawartości fosforu w żelazie.
3. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że do strefy reakcji konwertora wprowadza się wapno w celu wytworzenia żużla zasadowego, a na roztopiony metal wdmuchuje się strumień zasadniczo czystego tlenu z przeciętną szybkością około 180 m³ na godzinę na tonę wsadu, przy czym tlen kieruje się na powierzchnię wsadu pod ciśnieniem i z szybkością trochę większą, niż wymagana do wprowadzenia tlenu w kontakt z powierzchnią roztopionego metalu.
4. Sposób według zastrz. 1—3, znamieny tym, że w czasie wdmuchiwanego tlenu dodaje się do roztopionego metalu topnika zasadowego w celu utrzymywania temperatury żużla poniżej temperatury roztopionego metalu.

- 5.. Sposób według zastrz. 1—4, znamienne tym, że tlen wdmuchuje się w ilości 180 m³ na godzinę na tonę wsadu w ciągu około pierwszych trzech minut w celu utlenienia krzemu i części węgla zawartych w surówce i utrzymywania stosunkowo niskiej temperatury w strefie reakcji, po czym tlen wdmuchuje się w większej ilości, najlepiej w ilości około 180 m³ na godzinę na tonę wsadu w celu utlenienia pozostałego węgla i innych zanieczyszczeń.
6. Sposób według zastrz. 1—5, znamienne tym, że w czasie wdmuchiwanie tlenu dodaje się wapno.
7. Sposób według zastrz. 1—6, znamienne tym, że w czasie wdmuchiwanie tlenu dodaje się kamień wapienny.
8. Sposób według zastrz. 1—7, znamienne tym, że w celu ochłodzenia żużla w strefie reakcji i ułatwienia wydzielania się fosforu z metalu dodaje się zimnego żużla.
9. Sposób według zastrz. 1—8, znamienne tym, że tlen wdmuchuje się w ciągu 15—30 minut, a w celu utrzymywania żużla w temperaturze niższej, niż temperatura roztopionego metalu dodaje się środków chłodzących, aż roztopiony metal osiągnie temperaturę około 1620°C.
10. Sposób według zastrz. 7, znamienne tym, że jako topnika dodaje się granulowanego kamienia wapiennego w odstępach około dwóch minut, zaczynając około ósmej minuty wdmuchiwanie tlenu i stosując topnik w ilości wystarczającej do utrzymywania stosunku żużla do wapna pomiędzy 1:2 a 1:3.
11. Sposób według zastrz. 10, znamienne tym, że topnika dodaje się w całkowitej ilości około 17% ciężaru roztopionego metalu.
12. Sposób według zastrz. 1—11, znamienne tym, że tlen wdmuchuje się w sposób ciągły na powierzchnię roztopionego metalu w ciągu około 18 minut, a środek chłodzący żużel dodaje się mniej więcej w dwuminutowych odstępach czasu od ósmej do czternastej minuty wdmuchiwanie tlenu w ilościach takich, aby temperatura żużla była utrzymywana poniżej temperatury roztopionego metalu.

Vereinigte Österreichische
Eisen- und Stahlwerke
Aktiengesellschaft

Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych