



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 11.09.1973 (P. 165155)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.04.1975

Opis patentowy opublikowano: 30.08.1977

MKP C21d 1/00
C21d 1/46

Int. Cl.² C21D 1/00

CZYTELNIA

Urząd Patentowy
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Instytut Elektroswarki imieni E. O. Patona, Kijów
(Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

Piec do bezutleniającego nagrzewania elementów metalowych w kąpeli grzejnej

1

Przedmiotem wynalazku jest piec do bezutleniającego nagrzewania elementów metalowych w kąpeli grzejnej, w szczególności piec elektrodowy do obróbki cieplnej w przemyśle metalowym.

Nie ma w zasadzie żadnej gałęzi przemysłu metalowego np. przemysł obrabiarkowy, lotniczy, narzędziowy itd., gdzie nie stosowano by obróbki cieplnej części z różnych metali i ich stopów. Do głównych zabiegów obróbki cieplnej części metalowych należy nagrzewanie do wysokiej temperatury, 700°C i wyższej, przetrzymywanie w tej temperaturze, a następnie schładzanie w wodzie, oleju lub na powietrzu. W wyniku obróbki cieplnej materiału, z którego wykonana jest dana część (element), uzyskuje wymagane własności takie jak twardość, wytrzymałość, trwałość itd. Do nagrzewania części metalowych stosuje się tak zwane piece komorowe lub mufłowe z ogrzewaniem gazowym lub elektrycznym.

Przy nagrzewaniu elementów metalowych w tych piecach następuje utlenianie ich powierzchni, co prowadzi do tworzenia się na nich warstwy tlenków. Obecność zendrów nie pozwala na bezpośrednie wykorzystanie części metalowych, stąd potrzeba usunięcia uszkodzonej warstwy dla nadania powierzchni obrabianej części wymaganej czystości. Osiąga się to przez dodatkowe operacje mechanicznej obróbki powierzchniowej strumieniem śrutu lub piachu, wytrawianie elektryczne lub mechaniczne itp. Dlatego utlenianie się powierzchni czę-

2

ści metalowych przy obróbce cieplnej w wysokiej temperaturze prowadzi do strat surowca metalowego i zwiększenia pracochłonności wykonania tych części (elementów).

Poza tym prędkość nagrzewania w takich piecach jest nieduża, a mechanizacja procesu obróbki cieplnej bardzo utrudniona. Spadek temperatury w takich piecach sięga 30°C i więcej, co prowadzi do nierównomiernego nagrzewania.

Znany jest sposób obróbki cieplnej metalowych części przy użyciu prądów wysokiej częstotliwości, który zapewnia dużą prędkość nagrzewania i umożliwia zmechanizowanie procesu obróbki cieplnej. Jednakże i przy tym sposobie powierzchnia obrabianych części ulega utlenianiu, chociaż w mniejszym stopniu niż przy nagrzewaniu w piecach mufłowych. Natomiast niemożliwe jest nagrzewanie tym sposobem elementów o złożonym kształcie.

W praktyce obróbki cieplnej rozpowszechniony jest szeroko sposób nagrzewania metalowych części w kąpeli grzejnej, w roztopionych metalach lub ich stopach, w różnych solach itp.

Szczególnie powszechnie stosuje się nagrzewanie w roztopionych solach kwasów halogenowodorowych jak BaCl₂, KCl, NaCl i cyjanowodorowych, które pozwalają nagrzewać elementy metalowe z prędkością 6—10 razy większą niż w piecach mufłowych. Nagrzewanie w kąpeli solnej charakteryzuje się prostotą urządzenia, równomiernym rozkładem temperatury w całej objętości stopionej

masy, łatwością pomiaru temperatury i możliwością automatyzacji samego procesu obróbki cieplnej. Jednakże przy nagrzewaniu elementów metalowych w takiej kąpeli grzejnej ich powierzchnia ulega również utlenianiu, chociaż w mniejszym stopniu niż w piecach muflowych.

Poza tym bez względu na swoje zalety kąpiele grzejne mają też istotne wady. Stopione halogenki i cyjanki wydzielają pary i gazy, co wymaga stosowania intensywnej wentylacji do ich usuwania. Wymienione sole stwarzają też niebezpieczeństwo wybuchu, a opadanie kropel wilgoci do stopionej masy wywołuje rozpryski i wybuchy.

Sole reagują też z powierzchnią metali powodując jej odwęglanie i zmniejszanie zawartości pierwiastków stopowych. Prócz tego następuje naruszenie struktury powierzchniowej metalu, przez co pojawiają się płytkie defekty. Prowadzi to do konieczności zwiększenia nadadatków materiału na mechaniczną obróbkę wtórną lub dogładzanie powierzchni obrabianych części (elementów).

Wykończeniowa obróbka mechaniczna (wyglądanie) metalowych części po ich obróbce cieplnej jest bardzo pracochłonna, przez co powierzchnia tych części ma o wiele większą niż w stanie początkowym, często nawet maksymalną twardość.

Roztopione sole zmieniają przy ich eksploatacji swój skład chemiczny, co pogarsza ich własności technologiczne. Dla zapobieżenia temu zjawisku trzeba je systematycznie „odtleniać” przez dodawanie specjalnych składników wstrzymujących ich rozkład.

W toku eksploatacji takich kąpeli solnych dostają się do nich tlenki żelaza z powierzchni obrabianych elementów, z elektrod i ścianek tygla, które wchodzi w reakcję z samymi solami i z tlenkiem z powietrza i są wytrącane w postaci nierozpuszczalnego osadu — szlamu. Obecność szlamu w roztopionych solach też pogarsza ich własności technologiczne i dlatego szlam ten trzeba systematycznie usuwać z kąpeli. Dokonuje się tego przez czyszczenie go z kąpeli w wysokiej temperaturze, przez co zmniejsza się współczynnik wykorzystania pieca kąpielowego. Istnienie szlamu zmniejsza znacznie pojemność użytkową wanny piecowej.

Sole roztopia się zwykle w piecach tyglowych przy zastosowaniu ogrzewania gazowego lub elektrycznego. Tygle wykonuje się z żaroodpornych stopów jako lite lub spawane. Trwałość tygla zależy od składu kąpeli, grubości jego ścianek i warunków eksploatacji. Piece tyglowe stosuje się zwykle do pracy w temperaturze nie przekraczającej 900°C, bo przy wyższej temperaturze pracy wkrótce stają się one niezdadne do użycia.

Inne, najbardziej rozpowszechnione urządzenia do solnych kąpeli grzejnych stanowią piece elektrodowe. Wanny takich pieców wykonane są z żaroodpornej cegły i umieszczone są w stalowej obudowie. Wewnątrz pieca znajduje się zagłębienie do stopionej soli. Nagrzewanie kąpeli grzejnej dokonuje się dzięki wykorzystaniu ciepła Jonle'a przy przepływie prądu elektrycznego przez stopioną masę soli znajdującą się między elektrodami okrągłymi lub prostokątnymi. Rozgrzewu kąpeli solnej dokonuje się przez zwarcie elektrod grafitowych

lub metalowych za pomocą pręta lub pomocniczych spirali. Taki pomocniczy pręt rozgrzewa się pod wpływem prądu zwarcia, wokół niego powstaje mieszcza stopionych soli, która z czasem zwiera dwie najbliższe elektrody, co doprowadza do szybkiego rozprzestrzenienia się procesu topnienia soli na całą ich objętość. Przy pracy pieca stopiona sól powoduje powolne niszczenie wykładziny z cegły szamotowej i dlatego roztopia się ją często w metalowym tyglu wstawionym do komory utworzonej przez wyprawę pieca. Takie tygle szybko się jednak utleniają po zewnętrznej stronie i niszczą w miejscach spawów i stąd ich zastosowanie jest ograniczone.

W zależności od rozmiarów wanna pieca może być zaopatrzona w dwie lub więcej elektrod. Piece takie bywają zasilane z jedno- lub trójfazowego transformatora, co jest uzależnione od liczby elektrod. Najbardziej rozpowszechnione są trójfazowe wanny solne z trzema elektrodami.

W czasie pracy pieca elektrody zużywają się tak, że odstęp między nimi znacznie się zwiększa. Powoduje to nierównomierne obciążenie faz źródła zasilania. By przeciwdziałać temu zakłada się do wanny pieca równoległe do elektrod od strony strony roboczej przegrodę metalową, która chroni też elektrody przed zwarcie przez zanurzenie do roztopionej soli obrabianych części metalowych. Taka przegroda przy swych zaletach ma też jednak tę wadę, że zmniejsza pojemność użytkową wanny, a poza tym urządzenia mocujące przegrodę ulegają niszczeniu, co grozi opadnięciu jej do wanny i zwarcie elektrod.

Istotne niedogodności nagrzewania części metalowych w piecach elektrodowych z zastosowaniem kąpeli solnych nakłaniają do poszukiwania innych metod nagrzewania nie wywołujących utleniania lub choćby ograniczających proces utleniania powierzchni obrabianych części. Do takich metod należy nagrzewanie w piecach próżniowych, w osrodku gazów obojętnych (argonu lub tp.) lub w atmosferze ochronnej. Nagrzewanie w próżni stanowi mało wydajny proces wymagający złożonych i ciężkich urządzeń, a prędkość nagrzewania jest mniejsza niż w piecach muflowych. Nagrzewanie w osrodku gazów obojętnych następuje z taką samą prędkością, jak w piecach muflowych, ale jest bardzo niewygodne i nie pozwala uniknąć w pełni utleniania się powierzchni metalowych elementów.

Urządzenia do nagrzewania w atmosferze ochronnej są kapryśne w eksploatacji, wymagają odłuszczenia powierzchni obrabianych części, przy czym ich powierzchnie mogą się nasycić niepożądanymi domieszkami (np. azotem przy nagrzewaniu nierdzewnych stali, co zmniejsza ich odporność na korozję. Prócz tego w metodzie tej nie udaje się zapobiec w pełni utlenianiu się obrabianych części metalowych. Prędkość nagrzewania w atmosferze ochronnej jest taka sama, jak w piecach muflowych.

Atmosferę ochronną stanowi mieszanina zdysocjowanego amoniaku i wodoru oraz produkty rozkładu związków organicznych (spirytusu metylowego itp.). Do uzyskania takich atmosfer konieczne są specjalne stacje wytwarzające mieszaniny gazów o odpowiednim składzie.

Poszukiwania za rozwiązaniami pozwalającymi zastąpić roztopione sole innymi ciekłymi czynnikami grzejnymi prowadzone są od dawna. Proponowano nagrzewać elementy metalowe w stopionym szkłe jonowym. Znane są też zestawy specjalnych materiałów szklanych Starolda (USA). Jednakże wszystkie te sposoby nie dały należytego rozwiązania odpowiadającego w pełni wymaganiom stawianym ciekłemu czynnikowi grzejnemu, który by pozwalał prowadzić bezutleniające nagrzewanie metalowych elementów i chronić ich powierzchnię przed utlenianiem się przy przenoszeniu tych elementów do kąpieli hartowniczej. Taki czynnik grzejny powinien odpowiadać następującym wymaganiom: dobrze zwilżać powierzchnię metali, mieć dobrą przewodność elektryczną, charakteryzować się lepkością w granicach 1 + 6 pausów, nie wchodzić w reakcję z nagrzany metalami, przejawiać małą przenikliwość dla tlenu itp.

W 1968 r. w Instytucie Spawalnictwa Elektrycznego im. E. O. Patona Akademii Nauk Ukraińskiej SRR opracowano specjalne żużle syntetyczne do stosowania jako ciekły czynnik grzejny do bezutleniającego nagrzewania metalowych części w procesie hartowania. Opracowane żużle (szkła boranowe) stosowane są przy temperaturach w granicach 760—900°C i 900—1100°C i w zasadzie odpowiadają warunkom stawianym ciekłemu czynnikowi grzejnemu. Nie wydzielają one szkodliwych gazów ani dymu, a opadanie do nich wody nie powoduje rozprysków ani wybuchów, gdyż woda ta wprost odparowuje. Powierzchnia obrabianych elementów metalowych pozostaje bez zmian nawet przy długotrwałym nagrzewaniu, nie odwęgla się i nie zmniejsza zawartości pierwiastków stopowych. Zastosowanie takiego czynnika grzejnego zapewnia dobrą zwilżalność powierzchni tak, że przy wyjmowaniu obrabianej części z kąpieli pokryta jest ona warstwą żużla skutecznie ochraniającą jej powierzchnię przed utlenianiem tlenem z powietrza podczas przenoszenia jej do ośrodka hartowniczego. Po ostudzeniu do temperatury, w której nie następuje już utlenianie metalu, warstwę żużla można łatwo usunąć. Uzyskanie przy hartowaniu gładkiej i czystej powierzchni obrabianych części pozwala w istotnym stopniu zmniejszyć, a często nawet zaniechać wtórnej obróbki mechanicznej (dogładzania) lub wykluczyć operację śrutowania czy piaskowania.

Wymienione żużle nie zmieniają swojego składu chemicznego podczas ich eksploatacji, nie wymagają żadnych dodatków odtleniających, nie tworzą szlamu i w rezultacie odpada konieczność regularnego czyszczenia wanny, przez co zwiększa się współczynnik jej wykorzystania. Jednakże stopione żużle wchodzi w reakcję ze wszystkimi znanymi rodzajami wykładzin żaroodpornych powodując ich rozpuszczanie. Dlatego zwykle piece elektrodowe, stosowane do kąpieli solnych, są tu nieprzydatne. Do żużli tego rodzaju można używać piece tyglowe z ogrzewaniem gazowym lub elektrycznym. Można też stosować piece elektrodowe kąpielowe ze wstawnym tygłem metalowym. Wady właściwe obu tym rodzajom pieców nie pozwalają jednak na wykorzystywanie ich przez dłuższy okres. Poza tym stopione żużle rozpuszczają intensywnie tlenki że-

laza i chromu. Dlatego w opisanym dalej urządzeniu występują „wżery” w ścianach tygla na linii styku żużla z powietrzem.

Przy zastosowaniu w piecach elektrodowych z roztopionym żużlem elektrod w tradycyjnym rozwiązaniu będą na tych elektrodach występować „wżery” przy powierzchni żużla. Dlatego trwałość tygli i elektrod w dotychczasowym rozwiązaniu ulega znacznemu zmniejszeniu zwłaszcza przy pracy w temperaturze 900—1100°C. Takie niszczenie elementów metalowych pieca i tygla wyjaśnia się tym, że same te elementy nagrzewają się do temperatury kąpieli grzejnej.

Przy powierzchni żużla następuje intensywne utlenianie cieplne wymienionych elementów. Sam zaś stopiony żużel rozpuszcza tworzące się tlenki, które przechodzą do kąpieli. W taki sposób na linii styku żużla z powietrzem następuje ciągły proces tworzenia się tlenków metali i ich rozpuszczania. W rezultacie w tych partiach elementów metalowych pieca zmniejsza się ich grubość. Poza tym przenikanie do kąpieli grzejnej tlenków żelaza i chromu jest zjawiskiem skądinąd niepożądanym. Doprowadza to bowiem do nasycenia stopionego żużla tlenkami, co pogarsza zdolność oddzielania żużla od powierzchni obrabianych elementów po ich ostudzeniu. Aby uniknąć utleniania elektrod i metalowego tygla przy powierzchni kąpieli grzejnej, jak też po zewnętrznej stronie tygla, koniecznym jest przeciwdziałać ich nadmiernemu rozgrzewaniu się.

Niniejszy wynalazek pozwala uniknąć wymienionych wyżej wad pieców kąpielowych.

Zadaniem wynalazku jest skonstruowanie takiego pieca elektrodowego do bezutleniającego nagrzewania elementów metalowych w kąpieli grzejnej, którego konstrukcja przewidywałaby ochronę przed utlenianiem elektrod i ścian metalowego tygla zarówno przy powierzchni czynnika grzejnego, jak też po zewnętrznej jego stronie, co zapewniałoby dużą trwałość pieca, a usytuowanie elektrod sprzyjałoby intensywnemu mieszaniu stopionego czynnika grzejnego celem osiągnięcia prędkości jego nagrzewania równej prędkości nagrzewania kąpieli solnej.

Głównym celem wynalazku jest skonstruowanie pieca do bezutleniającego nagrzewania przedmiotów metalowych w kąpieli grzejnej charakteryzującego się większą trwałością od znanych pieców tego typu dzięki zabezpieczeniu elektrod i ścian metalowego tygla przed utlenianiem się przy powierzchni czynnika grzejnego i po zewnętrznej stronie tygla.

Innym celem wynalazku jest skonstruowanie pieca zapewniającego intensywne mieszanie stopionego czynnika grzejnego dla uzyskania prędkości jego nagrzewania równej prędkości nagrzewania kąpieli solnej.

Te i inne cele osiąga się dzięki temu, że piec według wynalazku do bezutleniającego nagrzewania elementów metalowych w kąpieli grzejnej ma wannę chłodzoną w sposób sztuczny, w której umieszczony jest tygiel metalowy z kąpieli grzejną tak, że tworzy w stosunku do wanny wolną przestrzeń zapełnioną czynnikiem grzejnym, przy czym do tygla założone są równoległe do jego osi głów-

nej elektrody zakończone płaskimi odgiętymi równoległe do płaszczyzny dna tygla częściami w celu spowodowania wydzielania się między nimi największej ilości ciepła i jednakowego skierowania prądów konwekcyjnych i sił elektrodynamicznych oddziałujących na ciekły czynnik dla równomiernego rozprowadzania ciepła w całej objętości kąpieli grzejnej.

Ciekłe czynniki grzejne — jak na przykład żużle syntetyczne — do bezutleniającego nagrzewania elementów metalowych, jakie wykorzystuje się w piecach według wynalazku wchodzą w reakcję ze stosowanymi materiałami ogniotrwałymi i rozpuszczają je. Dlatego zastosowanie znanych pieców elektrodowych, spotykanych powszechnie do kąpieli solnych, nie jest tu możliwe. Nieprzydatne są też piece tyglowe lub piece elektrodowe z wstawionym tygłem metalowym, stosowane aktualnie do tychże celów. Ścianki tygli do kąpieli solnych nagrzewają się poniżej jej zwierciadła do temperatury kąpieli i dlatego ulegają utlenianiu. A że czynniki grzejne do bezutleniającego nagrzewania rozpuszczają intensywne tlenki żelaza i chromu, dlatego zastosowanie pieców wymienionych typów do kąpieli grzejnych jest niemożliwe. Można je jednak wykorzystać do tych celów pod warunkiem, że wanna pieca wykonana z metalu będzie w całości chłodzona. Ścianki takiej wanny nie będą się nagrzewać do temperatury wyższej, niż temperatura czynnika chłodzącego i dlatego nie będą się utleniać. Poza tym nie będą się one stykać bezpośrednio z kapielą grzejną, gdyż między tą kapielą a ściankami wanny wytworzy się warstwa zastygłego czynnika grzejnego. W tym przypadku nie ma potrzeby stosowania jakiegokolwiek wykładziny, co wpływa decydująco na przedłużenie okresu eksploatacji pieca.

Stopnione żużle wykorzystywane jako ciekły czynnik grzejny mają lepkość o kilka stopni większą niż stopione sole i dlatego konieczne jest ich intensywne mieszanie, aby uzyskać prędkość nagrzewania taką samą, jak w przypadku kąpieli solnych. Zastosowanie elektrod o konstrukcji spotykanej w konwencjonalnych warunkach solnych nie pozwala na właściwe rozwiązanie tego problemu. Do tego, aby spowodować intensywne mieszanie roztopionego czynnika grzejnego i wyrównanie temperatury w całej objętości kąpieli, konieczne jest zrównać kierunki prądów konwekcyjnych i sił elektrodynamicznych działających na czynnik grzejny przy przepływie prądu. Można to osiągnąć przez to, że strefa wydzielania największej ilości ciepła będzie się znajdować przy dnie tygla. Uzyskuje się to w taki sposób, że elektrody mają odgięte równoległe do płaszczyzny dna tygla płaskie końce. Odstęp między sąsiednimi elektrodami i ich odgiętymi końcami powinien zawierać się w granicach 15—40 mm. Związane to jest z tym, że przy mniejszym odstępie następuje szybkie zużycie elektrod, a przy większym odstępnie niedostateczne jest mieszanie kąpieli grzejnej.

Najkorzystniej jest, kiedy w wannie pieca umieszczony jest co najmniej jeden zespół trzech elektrod umieszczonych równoległe względem siebie w

jednej płaszczyźnie pionowej, przy czym odgięty płasko w stosunku do dna tygla koniec pośredniej elektrody ma kształt litery U.

Piece omówionego typu mogą być wyposażone niezależnie od objętości w jeden lub kilka zespołów elektrod, przy czym jeden taki zespół powinien składać się z trzech elektrod. Warunkowane to jest dążeniem do zmniejszenia objętości zajmowanej przez elektrody, a tym samym do zwiększenia pojemności użytkowej pieca. Pośrednia elektroda ma koniec wygięty w kształcie litery U, gdyż pozwala to rozprowadzić wydzielające się między elektrodami ciepło równomiernie w całej objętości kąpieli. Poza tym przy takim ukształtowaniu elektrod czynnik grzejny nagrzewając się w międzyelektrodowej strefie unosi się ku górze, a taki też kierunek mają siły elektrodynamiczne, dzięki czemu intensywność mieszania kąpieli znacznie wzrasta. Gęstość prądu w takich elektrodach nie przekracza 20 A/cm².

Wadą pieca, którego wanna chłodzi się w całości wodą, jest większe zużycie wody i energii elektrycznej w porównaniu ze zużyciem energii elektrycznej w wannach solnych. Można jednak zmniejszyć zużycie wody i energii elektrycznej do poziomu zużycia w piecach elektrodowych w dotychczasowym rozwiązaniu przez wykorzystanie wymienionych już pożytecznych własności stopionych żużli lub podobnych czynników grzejnych, dzięki temu, że nie reagują one z metalem zanurzonym w całości w kapieli grzejnej i nie tworzą skorupy na chłodzonych częściach pieca. Osiąga się to w piecach skonstruowanych według wynalazku. Taki piec wyposażony jest w wewnętrzny tygiel metalowy z tym, że jego górna krawędź znajduje się poniżej poziomu ciekłego czynnika grzejnego lub roztopionego żużla. Tygiel otoczony jest przez metalową wannę pieca. Między wewnętrznym tygłem i tą wanną pozostaje wolna przestrzeń, którą zapełnia się tym samym czynnikiem grzejnym, jaki stapia się w tyglu. W taki sposób wewnętrzny tygiel chroniony jest przed utlenianiem z zewnątrz i od wewnątrz przez roztopiony żużel.

Ciekły czynnik grzejny znajdujący się między ścianami tygla i wanny pieca nagrzewa się do temperatury kąpieli tylko przy ścianie tygla. Im dalej od ściany tygla w kierunku ścian wanny pieca, czynnik grzejny szybko zmienia swą zdolność przewodzenia ciepła. Przy ścianie wanny chłodzonej węzownicą wodną czynnik grzejny jest w stanie zestalonym. W taki sposób czynnik grzejny znajdujący się w przestrzeni między ścianami tygla i obudowy pieca nie tylko chroni ściany tygla przed utlenianiem, ale też stanowi izolację cieplną, tj. spełnia rolę wykładziny. Na zewnątrz wymienionej wanny piec wyposażony jest w obudowę metalową. W odróżnieniu od stosowanych aktualnie pieców, w których temperatura obudowy wynosi 70—100°C, temperatura zewnętrznych ścian pieca według wynalazku nie przekracza 30—35°C. Zużycie energii elektrycznej w takim piecu jest praktycznie takie samo, jak w konwencjonalnych piecach elektrodowych, a zużycie wody przy tem-

peraturze pracy 1100°C i objętości 90 l kąpieli żużlowej wynosi 3 m³/godz.

Korzystne jest w praktyce chłodzić wannę pieca według wynalazku węzownicą wodną założoną na zewnętrznej jej powierzchni. Zużycie wody i energii elektrycznej w piecu według wynalazku chociaż pomniejszone przez wykorzystanie tygla wstawionego do wanny pieca z pozostawieniem wolnej przestrzeni w stosunku do jego ścian i dna jest wciąż jeszcze duże w porównaniu z wannami solnymi. Toteż dla zmniejszenia tego zużycia wody i energii elektrycznej do poziomu zużycia w konwencjonalnych wannach solnych, a także dla uproszczenia konstrukcji pieca według wynalazku konieczne jest chłodzić jego obudowę za pomocą węzownicy założonej na zewnętrznej powierzchni obudowy. Do chłodzenia pieca według wynalazku najbardziej ekonomiczne i przydatne jest stosować wodę.

W piecach według wynalazku o szerokości i głębokości nie przekraczających 250 mm korzystne jest dla maksymalnego wykorzystania ich pojemności stosować elektrody w postaci płyt ustawionych równolegle względem siebie i do jednej z bocznych ścian wanny, przy czym płyta po stronie strefy roboczej ma wykonane otwory do cyrkulacji ciekłego czynnika grzejącego wywołujące jego mieszanie.

Roztopiony żużel nagrzewając się w strefie międzyelektrodowej przepływa z dużym ciśnieniem przez wymienione otwory w elektrodzie, co właśnie wywołuje mieszanie roztopu. Taka konstrukcja elektrod zapewnia lepsze mieszanie kąpieli niż cylindryczna. Wreszcie najbardziej praktyczne i korzystne jest zapewnić dla wszystkich części pieca znajdujących się przy powierzchni roztopionego czynnika grzejącego, by były chłodzone sztucznie. Metalowe części pieca zanurzone często w kąpeli grzejnej nie utleniają się w strefie zanurzenia, natomiast nad poziomem kąpieli nagrzewają się do jej temperatury i utleniają na skutek reakcji z tlenem z powietrza. Ciekłe czynniki grzejne do bezutleniającego nagrzewania, na przykład na bazie bezwodnika borowego, rozpuszczają intensywnie tlenki żelaza i chromu, które dostają się do kąpieli grzejnej, co jest przyczyną szybkiego niszczenia części metalowych pieca przy powierzchni kąpieli.

W piecach według wynalazku z wstawionym tygłem i chłodzoną wanną konieczne jest dlatego zastosować na całym obwodzie kąpieli grzejnej pierścień chłodzony, który pozwala podwyższyć poziom kąpieli ponad brzeg wstawionego tygla. Pierścień ten powinien być zamocowany nad tygłem tak, aby między jego dolną krawędzią a brzegiem tygla istniała pewna szczelina. Jest ona niezbędna do tego, aby w procesie rozgrzewu czynnika grzejącego do tej samej temperatury nagrzewał się też tygiel z uwzględnieniem jego rozszerzalności cieplnej. Dlatego wielkość szczeliny powinna przekraczać rozszerzenie się tygla przy rozgrzewie pieca, ale nie więcej niż 2—10 mm. Jeśliby wielkość szczeliny była większa ciekły czynnik grzejny będzie się przedostawał z tygla do wolnej przestrze-

ni między ścianami tygla i wanny pieca pogarszając jej chłodzenie w zewnętrznej części.

Ustalono, że w piecach według wynalazku najkorzystniej jest jako czynnik grzejny stosować szkło, na przykład borowosodowe. W dalszym ciągu przedmiot wynalazku wyjaśniony jest szczegółowo w opisie konkretnego wykonania pieca zobrazowanego na załączonych rysunkach, które przedstawiają: fig. 1 — ogólny widok pieca według wynalazku do bezutleniającego nagrzewania elementów metalowych w rzucie aksonometrycznym z częściowym przekrojem, fig. 2 — ogólny widok pieca wyposażonego w elektrody płytowe według wynalazku w rzucie aksonometrycznym z częściowym przekrojem, fig. 3 — rzut boczny pieca z pokrywą i podstawą częściowo w przekroju, fig. 4 — schematyczny widok kolektora rozdzielczego regulującego zużycie wody do chłodzenia pieca.

Przedstawiony piec (fig. 1) do bezutleniającego nagrzewania metalowych elementów w kąpeli grzejnej składa się z chłodzonej sztucznie metalowej wanny 1 wykonanej z niskowęglowej stali. Do wanny 1 pieca zamocowany jest zespół trzech elektrod 2. Elektrody 2 te są ustawione swoją długością prostopadle do dna obudowy, przy czym każda z nich ma odgięty płasko koniec 3 równoległy do dna obudowy pieca z tym, że środkowa elektroda 2 ma swój koniec 4 ukształtowany w postaci litery U. Do wanny 1 pieca wstawiony jest spawany tygiel 5 metalowy wykonany z niskowęglowej lub żaroodpornej stali, wewnątrz którego zawarta jest strefa robocza pieca. Między wanną 1 pieca, a tygłem 5 występuje wolna przestrzeń, którą wypełnia się czynnikiem grzejnym roztopiającym się przy pracy pieca, przez co chroni on zewnętrzną powierzchnię tygla przed utlenianiem. Górna krawędź 7 tygla 5 znajduje się przy pracy pieca w roztopionym czynniku grzejnym jako, że jest on całkowicie w tym czynniku zanurzony. Taki spawany tygiel 5 stosuje się przy częściowym chłodzeniu wanny 1 pieca. Przy takim częściowym chłodzeniu wanny 1 pieca, na jej zewnętrznej powierzchni zamocowana jest węzownica 8. Chłodzenie wanny pieca i innych jego części najracjonalniej jest dokonywać przy użyciu wody jako czynnika chłodzącego.

W piecach o szerokości strefy roboczej do 250 mm i takiej samej głębokości można stosować elektrody 9 płaskie (fig. 2). Takie elektrody 9 wykonuje z płyt i ustawia równoległe względem siebie i jednej ze ścian wanny 1 pieca. Przy tym elektroda 9 od strony strefy roboczej pieca ma wykonane otwory 10 pozwalające na cyrkulację czynnika grzejącego. Jako czynnik grzejny wykorzystuje się znów sodowy czynnik opracowany w Instytucie Spawalnictwa Elektrycznego im. E.O. Patona Akademii Nauk Ukraińskiej SRR. Po to, aby nie następowało nagrzewanie i utlenianie się części pieca znajdujących się przy powierzchni roztopionego czynnika grzejącego, są one ochładzane. Dokonuje się tego za pośrednictwem pierścienia 11 założonego nad górną krawędzią 7 tygla 5. Pierścień 11 ten chroni też ściany wanny 1 pieca przed kontaktem z roztopionym czynnikiem grzej-

nym i zapobiega przedostawaniu się tego czynnika do przestrzeni 6 między tygłem 5 i wanną 1 pieca. Do elektrod 9 w ich górnej części przyłączone są rury 12 o przekroju okrągłym lub prostokątnym doprowadzające czynnik chłodzący.

Ochłodzony pierścień 11 przytwierdzony jest do górnej płyty 13 nałożonej na wannę 1 pieca. Sama wanna pieca przy jej częściowym chłodzeniu składa się z oddzielnych ścian i dna złączonych na śruby 14 (fig. 3). Dla utworzenia wolnej przestrzeni 6 między dnem tygla 5 i wanną 1 pieca stosuje się przekładki 15. Wanna 1 pieca jest w całości ustawiona na podstawie 16 osłoniętej z dwóch stron pokrywami 17 z żaluzjami 18. Wanna 1 pieca otoczona jest obudową 19 metalową. Elektrody 9 zaopatrzone są w płytki zaciskowe, do których przyłącza się przewody prądowe od (nie pokazanego na rysunku) źródła zasilania.

W celu ochrony elektrod 9 przed zwarciami przez opadające części ponad nimi umieszczona jest metalowa siatka 21 ochronna zamocowana na wsporniku 22 opierającym się na dnie 23 tygla 5. Dla zabezpieczenia obsługi przed promieniowaniem cieplnym z powierzchni rozgrzanej kąpieli zastosowano pokrywę 24 przymocowaną na śruby 26 za pośrednictwem wsporników 25 do górnej płyty 13 pieca. Wysięgniki 28 przymocowane na śruby 29 do pokrywy 24 osadzone na osi 27 pozwalają na zajęcie przez nią położenia poziomego lub pionowego. Czynnik chłodzący doprowadzany jest do pokrywy 24 za pośrednictwem gumowego giętkiego węża 30 nasadzonego na króciec 31. Do równoważenia pokrywy 24 służą przeciwwagi 32 założone symetrycznie po obu stronach.

Wstępny nagrzew czynnika grzejnego następuje przez spiralę 33 grzejną wykonaną z żaroodpornego stopu oporowego i przyspawaną do dwóch doprowadzeń 34 prądowych przykręconych do płytek 13 zaciskowych skrajnych elektrod 9. Do zamocowania tych doprowadzeń 34 prądowych w ściśle określonym położeniu służą specjalne płytki 36, do których przytwierdzone są dwa metalowe uchwyty 37 pozwalające na łatwy montaż i demontaż spirali 33 grzejnnej. Płytki 36 zamocowane są do zewnętrznej powierzchni górnej płyty 13 pieca izolując uchwyty 37 i nagrzewane elementy od wanny 1 pieca. Do zalewania ciekłego czynnika grzejnego z tygla 2 służy lej 38 spustowy, a dzięki użyciu korka 39 i układu 40 dźwigniowego zapobiega się wyciekaniu czynnika grzejnego podczas pracy pieca. Ciekły czynnik grzejny zlewa się do chłodzonej wlewnicy 41 znajdującej się pod dnem pieca i łatwo wysuwanej spod niego. Na zewnątrz wanny 1 pieca na specjalnym stojaku 42 (fig. 4) zamocowany jest kolektor 43 rozdzielczy rozprawiający wodę chłodzącą do wszystkich chłodzonych części pieca i regulujący jej zużycie za pomocą zaworów 44, 45 poprzez króćce 46 i zlewkę 47 połączoną za pośrednictwem tulejki 48 i rurą odpływową.

Do kontroli temperatury wody chłodzącej w miejscu jej odprowadzenia założone są czujniki 49 ciepłe sygnalizujące wzrost temperatury powyżejadanego poziomu. W miejscu przyłączenia kolektora 43 rozdzielczego do sieci wodociągowej za-

kłada się czujnik przepływu, który powoduje odcięcie źródła zasilania, jeśli ciśnienie w przewodzie wodnym spadnie poniżej wymaganego poziomu.

5 Instalowanie pieca i przygotowanie go do pracy odbywa się następująco: Piec ustawia się w wybranym miejscu. Wyjmuje się elektrody 2 lub 9, wykręca śruby 14 mocujące górną płytę 13 i pokrywę 24 do wanny pieca i zdejmuje się je. Do wolnej 10 przestrzeni 6 między wanną 1 i tygłem 5 pieca wysypuje się rozdrobniony czynnik grzejny i ubija się go. Ustawia się kolektor 43 rozdzielczy na zewnątrz wanny 1 pieca. Przyłącza się go do sieci wodociągowej i zlewki. Przyłącza się do niego 15 ochłodzone części pieca za pomocą gumowych węży. Zakłada się górną płytę 13, elektrody 2, 9 i pokrywę 24 i przyłącza do nich instalację chłodzenia wodnego. Przyłącza się źródło prądu do zaciskowych płytek 20 elektrod 9. Połączenie to najlepiej jest wykonywać kablami chłodzonymi wodą, co pozwala odsunąć źródło zasilania od pieca i stworzyć pewniejsze warunki eksploatacji niż w przypadku zastosowania przewodów szynowych. Wstawia się do pieca siatkę 21 ochronną. Do tygla 25 zakłada się pomocniczą spiralę 33 grzejną i przyłącza do płytek 20 zaciskowych elektrod 9. Zatyka się lej spustowy korkiem 39 i zabezpiecza go za pomocą układu 40 dźwigniowego. Po wykonaniu wszystkich tych czynności piec jest gotów do pracy. 30 Jeśli wanna 1 pieca jest w całości chłodzona wodą, czynności wymienionych w punktach 1 i 3 nie wykonuje się.

Rozgrzew pieca i praca przy nim wymaga następujących zabiegów: Przed rozgrzewem pieca należy sprawdzić, czy elektrody 2, 9 są prawidłowo 35 założone. Powinny one być zamocowane tak, aby odstęp między ich końcami 3, 4 równoległymi do dna 23 tygla zawierał się w granicach 15—50 mm (w zależności od charakterystyki źródła prądu). Należy sprawdzić działanie czujnika przepływu; przy 40 włączonej sieci wodociągowej źródło zasilania nie powinno się wyłączyć. Reguluje się niezbędne zużycie wody do wszystkich chłodzonych części pieca. Wysypuje się czynnik grzejny do tygla 5 tak, aby całkowicie zakrywał pomocniczą spiralę 33, grzejną. Włącza się źródło zasilania. Pod wpływem nagrzewania się spirali 33 grzejnnej czynnik grzejny topi się i ścieka na dno 23 tygla 5 zajmując tam nieduży obszar. W miarę dalszego topnienia 45 czynnika grzejnego obszar ten stopniowo narasta powodując nagrzewanie równoległych do dna tygla końców 3, 4 elektrod 2, 9 i zwierając je, w wyniku czego powstaje łuk elektryczny. Poziom stopionego czynnika grzejnego dochodzi wreszcie do powierzchni siatki 21. Należy wtedy uważać, aby 50 spirala 33 była zawsze zanurzona w czynniku grzejnym. Następnie wyjmuje się tę pomocniczą spiralę 33 grzejną z tygla 5 z tym, że na czas wyjmowania jej należy wyłączyć źródło prądu. Po tej 60 czynności włącza się go z powrotem i uzupełnia czynnik grzejny w tyglu. Poziom ciekłego czynnika grzejnego można doprowadzić aż do górnej płyty 13 pieca, nie może on natomiast wypadać niżej od krawędzi chłodzonego wodą pierścienia 11. W 65 miarę nagrzewania się ścian tygla 5 znajdujący

się w przestrzeni 6 między ścianami tygla 5 i wanny 1 pieca czynnik grzejny topi się zabezpieczając tygiel przed utlenianiem. W pobliżu ścian wanny 1 pieca czynnik grzejny pozostaje w stanie zestalonym, to znaczy temperatura czynnika grzejnego wykazuje na szerokości omawianej przestrzeni 6 znaczny spadek. Zmniejsza to znacznie przewodność cieplną tego czynnika tak, że spełnia on rolę izolacji cieplnej. Po osiągnięciu przez stopiony czynnik grzejny wymaganego poziomu i żądanej temperatury piec jest przygotowany do pracy. Pomiaru temperatury kąpieli grzejnej dokonuje się za pomocą termopary chromelowo — aluminiowej, a jej regulację — przy użyciu zwykłych urządzeń termoregulacyjnych.

W celu zlewania stopionego czynnika grzejnego do wlewnicy 41 należy ją wysunąć spod pieca. Następnie wyjmuje się korek 39 z leja 38 spustowego. Jeśli czynnik grzejny nie wycieka z leja 38, należy przełamać tworzącą się w nim zeskorupiałą warstwę.

Zastrzeżenia patentowe

1. Piec do bezutleniającego nagrzewania elementów metalowych w kąpieli grzejnej, składający się z wanny wykonanej z materiału żaroodpornego

umieszczonej w stalowej obudowie, tygla oraz elektrod, **znamienny tym**, że w chłodzonej w sposób wymuszony wannie (1) umieszczony jest metalowy tygiel (5) na kapiel grzejną w taki sposób, że między ścianami tygla i wanny pozostaje wolna przestrzeń (6), którą wypełnia się ciekłym czynnikiem grzejnym, przy czym w tyglu (5) usytuowany jest równoległy do jego osi głównej co najmniej jeden zespół elektrod (2) z odgiętymi płasko końcami (3) równoległe do dna tygla (5).

2. Piec według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zespół elektrod złożony jest z ustawionych równoległe względem siebie w jednej płaszczyźnie pionowej trzech elektrod (2), przy czym odgięty koniec (4) środkowej elektrody ma kształt litery U.

3. Piec według zastrz. 2, **znamienny tym**, że elektrody mają postać płyt (9) i są usytuowane w tyglu (5) równoległe względem siebie i do jednej ze ścian bocznych tygla z odpowiednimi odstępami, z przesunięciem ku ścianie tygla dla wytworzenia strefy roboczej, przy czym w płycie elektrody (9) od strony tej strefy roboczej wykonane są otwory (10) dla spowodowania cyrkulacji ciekłego czynnika grzejnego.

4. Piec według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wanna (1) pieca po jej zewnętrznej stronie chłodzona jest za pomocą wężownicy (8) na czynnik chłodzący.

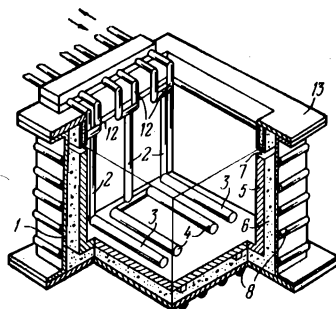


FIG. 1

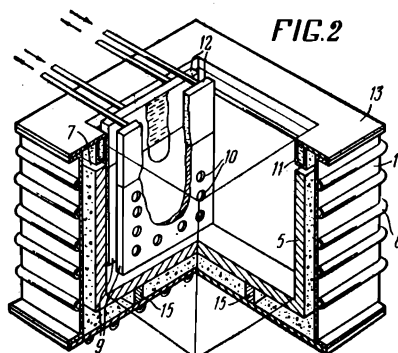


FIG. 2

