

URZĄD PATENTOWY
w WARSZAWIE
OPIS PATENTOWY
H056 3/60

Nr 32450

Kl. 21 h, 15/03

Ajax Electric Company, Inc., Filadelfia, Pensylwania

Piec elektryczny do kąpeli solnej

Zgłoszono 21 lipca 1938

Udzielono 11 grudnia 1943

Pierwszeństwo: 21 lipca 1937 (Stany Zjednoczone Ameryki)

Wynalazek dotyczy konstrukcji pieca elektrycznego do kąpeli solnej z elektrodami zanurzonymi w materiale kąpeli. Według wynalazku elektrody przynajmniej na pewnej części swej długości są umieszczone równolegle i tak blisko względem siebie, aby wytworzyć elektromagnetyczne krążenie materiału kąpeli i uzyskać zasadniczo jednakowe temperatury w kąpeli.

Ponadto według wynalazku elektrody w piecu do kąpeli solnej są tak umieszczone, że posiadają wzajemny odstęp mniejszy od odstępu, przy którym występują miejscowe przegrzania między sąsiednimi elektrodami.

W piecu według jednej z postaci wykonania wynalazku elektrody są umiesz-

czone w ten sposób, aby mogły być przedstawiane w celu wyrównywania zmian odstępów między elektrodami, powstających wskutek zużycia się powierzchni elektrod.

Elektrody w piecu według wynalazku są wykonane np. w ten sposób, że części elektrod zanurzone w kąpeli i umieszczone blisko obok siebie są wykonane z materiału magnetycznego, dzięki czemu skupianie się prądu elektrycznego na powierzchni elektrod jest zwiększone przez zjawisko naskórkowości, co powoduje odpowiedni wzrost ruchu kąpeli.

Według innej postaci wykonania wynalazku elektrody w pobliżu dna kąpeli są umieszczone tuż obok siebie i zasadniczo równolegle, natomiast w górnej części jak również powyżej kąpeli są bardziej od-

dale od siebie; np. sąsiednie równoległe powierzchnie elektrod, powodujące elektromagnetyczne ruchy materiału kąpeli, powinny przy gęstości prądu od 7 do 28 A/cm² być umieszczone we wzajemnym odstępie wynoszącym około 1,3 do 4,0 cm.

Znane są piece do kąpeli solnej, w których ogrzanie materiału kąpeli następuje wskutek prądu przepływającego np. między jedną elektrodą i zbiornikiem przewodzącym albo między jedną elektrodą, zbiornikiem przewodzącym i drugą elektrodą lub między dwiema elektrodami, przy czym prądy przechodzące przez sól są tak przeprowadzane, aby znajdujący się w kąpeli przedmiot metalowy nie znajdował się na drodze prądu grzejnego. W dawniejszych konstrukcjach elektrodowych pieców do kąpeli solnej, które pracowały przy stosunkowo wysokim napięciu między elektrodami, całkowity lub znaczna część prądu grzejnego płynęła przez część kąpeli przewidzianą dla przedmiotu ogrzewanego. Ten sposób pracy wykazywał co prawda tendencję równomiernych temperatur kąpeli, posiadał natomiast tę wadę, że prąd się skupiał i przepływał przez przedmioty obrabiane, wskutek czego zdarzały się miejscowe przegrzania i uszkodzenia zwłaszcza cieńszych przekrojów przedmiotów obrabianych.

Gdy elektrody były osadzone przy bokach zbiornika metalowego lub w pobliżu jednej strony w zbiorniku metalowym albo niemetalicznym, to obrabiane przedmioty znajdowały się poza liniami prądu, a ogrzewanie kąpeli odbywało się między zbiornikiem i elektrodami albo między elektrodami. Temperatura kąpeli w jej częściach oddalonych od drogi prądu elektrycznego stawała się bardziej równomierną, a wyrównanie temperatur odbywało się na skutek naturalnej konwekcji, powodującej wznoszenie się ku górze ogrzanej części soli oraz zastępowania jej przez części chłodniejsze. W mniejszych piecach,

a zwłaszcza w piecach o wysokiej temperaturze albo ze stosunkowo znacznym dopuszczalnym zakresem rozpiętości temperatur, ujednolajnienie temperatury było dostateczne. Odległość i osadzenie elektrod uzależniano na ogół jedynie od tego, aby zapobiec przepływowi prądu przez przedmiot obrabiany. Przez naturalne prądy konwekcyjne oraz powiększanie liczby elektrod umieszczanych w różnych miejscach kąpeli osiągnąć pożądaną ujednolajnienie temperatury. W wielu wcześniejszych konstrukcjach zarzucono bliższe dosuwanie elektrod, które oddalano od siebie dostatecznie daleko, aby zapobiec powstawaniu miejsc gorących, których przyczyną jest to, że część soli nagrzewa się szybciej, niż ciepło może być rozdzielone przez konwekcję naturalną.

Pod naturalną lub zwykłą konwekcją rozumie się przepływ, którego przyczyną są zmiany temperatury i gęstości powstające przez zwykłe ogrzanie materiału, np. za pomocą palnika lub drutu oporowego, umieszczonych poniżej lub wewnątrz tego materiału. Ten przepływ odbywa się zawsze do góry od części ogrzanej, na zewnątrz na górnym końcu i w dół na bokach części ogrzanej. Aby osiągnąć równomierną temperaturę musi być odpowiedni ruch cieczy kąpeli; im silniejszy jest ten ruch, tym bardziej równomierna jest temperatura.

W piecu według wynalazku przez odpowiednie umieszczenie elektrod powoduje się ruch elektromagnetyczny materiału kąpeli, przy czym ruch cieczy powodowany przez konwekcję cieplną zastępuje się ruchem elektromagnetycznym, który znacznie skuteczniej powoduje wymieszanie materiału kąpeli.

Pod ruchem elektromagnetycznym rozumie się przy tym ruch mogący być dowolnie regulowany i kierowany, a polegający na ruchu przewodnika prowadzącego prąd i umieszczonego w polu elektrycz-

nym, podobnie do ruchu powstającego w silniku elektrycznym.

W piecu indukcyjnym Northrupa, opisanym np. w patencie amerykańskim nr 1.286.395, w górnej części stopionej kąpieli metalu ruch w górę odbywa się pośrodku, a w dół na bokach; w środkowej części kąpieli ruch cieczy odbywa się do wewnątrz, natomiast w dolnej części kąpieli ruch w dół odbywa się pośrodku, a wznwyż na bokach.

W piecu oporowym Wyatta, opisanym np. w patencie amerykańskim nr 1.201.671, elektromagnetyczne działanie ruchu wznwyż odbywa się w zewnętrznych pionowych częściach kąpieli, a w dół na wewnętrznych pionowych częściach.

W silniku odpowiednie pole elektromagnetyczne powoduje obracanie się wirnika dookoła jego osi, a w rozwiniętym polu silnikowym odpowiedni narząd poruszać się będzie ruchem prostoliniowym lub też ruchem odpowiadającym kształtowi rozwiniętego pola. Podobnie w piecu według wynalazku siła elektromagnetyczna jest zastosowana do poruszania cieczy kąpieli.

Piec według wynalazku wytwarza nie tylko temperatury równomierne w małej kąpieli o wysokiej temperaturze, lecz umożliwia też stosowanie obróbek cieplnych w solach czułych na temperaturę, np. w cyjanku sodu. Jak wiadomo, przy dosuwaniu do siebie elektrod energia pobierana przez piec z przewodów głównych znacznie wzrasta i w kąpieli wytwarzają się miejsca gorące. Gdy jednak, jak to jest w piecu według wynalazku, przesunąć elektrody jeszcze bardziej do siebie, to ma miejsce nowe zjawisko. Mianowicie miejscowe przegrzania zaczynają się zmniejszać, a ruch cieczy kąpieli odменя się ze zwykłego przepływu konwekcyjnego, powodującego obieg cieczy w górę i na zewnątrz, na obieg elektromagnetyczny, w którym ruch cieczy odbywa się w dół i na

zewnątrz w stosunku do każdej pary lub grupy elektrod. Jak wykazały doświadczenia, ruch cieczy kąpieli w piecu według wynalazku jest bardzo energiczny.

Przykład wykonania wynalazku jest uwidoczniiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój pieca wzdłuż linii $L-L$ na fig. 2, fig. 2 — rzut poziomy pieca według fig. 1 i schemat przewodów, fig. 3 — schemat pieca, służący do wyjaśnienia ruchu kąpieli, fig. 4, 5, 6a i 6b przedstawiają kilka układów elektrod pieca według fig. 1 i 2 oraz ich połączeń przy prądzie wielofazowym, fig. 7 przedstawia górną część elektrod według fig. 1 w celu wyjaśnienia sposobu rozpoczynania topnienia, gdy sól jest stężona, a fig. 8 — dolną część elektrod według fig. 1 w celu wyjaśnienia sposobu rozpoczynania topnienia, gdy sól jest chłodna i ziarnista.

Jeśli elektrody w kąpieli solnej według fig. 1 są umieszczone obok siebie z małym tylko odstępem i są dołączone do napięcia elektrycznego, wówczas prąd płynie od jednej elektrody do drugiej poprzez sól przewodzącą, przy czym działanie grzejne jest zależne od przyłączonego napięcia i od oporu kąpieli. Gdy napięcie przyłączone jest stałe, a sól wykazuje stały opór właściwy, wówczas energia pobierana przez kąpiel na ogół zmienia się odpowiednio do odstępów między elektrodami. Przy dużym odstępem między elektrodami nagrzanie będzie nieznaczne, podczas gdy przy bliższym dosunięciu elektrod do siebie płynie większy prąd, wskutek czego ogrzewanie jest znaczniejsze. Jeśli ogrzać sól znajdującą się między elektrodami, to staje się ona lżejsza, dzięki czemu unosi się na powierzchnię. W ten sposób wytwarza się konwekcyjny ruch cieczy kąpieli, dzięki czemu osiąga się mniej lub więcej równomierną temperaturę. Im wyższa jest temperatura materiału między elektrodami, aż do pewnej grani-

cy, ponad temperaturę pozostałej części kąpieli, tym szybszy jest ruch cieczy kąpieli.

W piecu według wynalazku występuje opisane działanie elektrodynamiczne, powodujące ruch cieczy, przy czym działanie to jest jeszcze wspierane zarówno dzięki rozszerzaniu się linii prądu od końców elektrod na zewnątrz jak i przez działanie odpychające, jakie wywierają na siebie prądy o kierunkach odwrotnych. Silniejszy ruch kąpieli zezwala przy pozostałych jednakowych warunkach na stosowanie kąpieli o większych rozmiarach od dotychczas zwykle stosowanych. Dalsze powiększenie tych rozmiarów jest oczywiście możliwe przez zastosowanie więcej jak jednej pary elektrod. Poza tym przedmioty umieszczane w piecu mogą być bez wpływu na jego działanie szybciej wkładane do pieca i wyjmowane zeń, niż to się czyni w piecach stosowanych zwykle dotychczas.

Do kąpieli można doprowadzać tę samą energię przy dużym prądzie, niewielkim napięciu i przy elektrodach osadzonych w niewielkim odstępie od siebie, jak i przy prądzie małym, dużym napięciu i przy elektrodach osadzonych w większym odstępie od siebie, przy czym mały odstęp między elektrodami powoduje skuteczny elektromagnetyczny ruch kąpieli. W tym celu elektrody należy osadzić w niewielkim między sobą odstępie, a mianowicie aż do położenia, w którym występuje przegrzanie i zamiast je wtedy rozsunąć należy je jeszcze bardziej zbliżyć do siebie; wówczas gęstość prądu jest dostateczna, aby wywołać silne działanie elektrodynamiczne. Miejsca gorące znikają i występuje inny rodzaj ruchu kąpieli. Elektromagnetyczny ruch cieczy kąpieli może występować przy różnych odstępach między elektrodami i jest zależny od oporności i od lepkości cieczy kąpieli jak również od przyłączonego napięcia. W szczególności

stwierdzono, że przy użyciu kąpieli z cyjanku sodu w temperaturze wynoszącej 816°C oraz przy zastosowaniu mocy 25 kW o napięciu 10 V i prądzie 2500 A osiągnąć można ruch cieczy kąpieli dostateczny do zapobiegania powstawaniu miejsc gorących, jeżeli elektrody były od siebie oddalone o $3,8\text{ cm}$; przy odległości między elektrodami wynoszącej $6,2\text{ cm}$ nie można było zauważyć elektromagnetycznego ruchu cieczy kąpieli.

Sole zawierające składniki rozkładające się, np. cyjanek sodu, nie powinny być przegrzewane ze względu na szybką stratę materiału, jaka występuje w temperaturach nieco wyższych od punktu krytycznego, wobec czego dotychczas soli takich nie można było stosować w piecach elektrodowych. Natomiast w piecu według niniejszego wynalazku ruch cieczy kąpieli jest tak znaczny, że i takie sole można z korzyścią stosować. Cyjanek sodu topnieje w temperaturze mniej więcej 538°C , a stosuje się go w temperaturze mniej więcej 816°C . Szybki rozkład następuje w temperaturze mniej więcej 927°C .

Każdy przewodnik, przez który przepływa prąd, jeśli znajduje się w polu magnetycznym, usiłuje poruszać się pod kątem prostym względem pola magnetycznego i pod kątem prostym względem kierunku przepływu prądu według znanej reguły lewej ręki. Jeśli regułę tę zastosować do kąpieli solnej według niniejszego wynalazku, to według fig. 3 uzyskuje się co następuje. Elektrody *A* i *B* zanurzają się pionowo i tuż obok siebie w stopionej soli *S*, a między nimi przepływa prąd o kilku tysiącach amperów. Każda elektroda jest otoczona mniej więcej okrągłymi liniami *D* siły. Prąd o gęstości w przybliżeniu równomiernej przepływa między elektrodami we wszystkich punktach od powierzchni kąpieli do ich końców. Jeśli obserwować element prądowy *P* pośrodku między obiema elektrodami w dowolnej odległości od

powierzchni kąpeli, to przy prądzie stałym przepływającym od *A* do *B*, uwzględniając wypadkowe pole elektromagnetyczne między dwiema elektrodami, otrzymamy, że przewodnik albo ciekły, przeprowadzający prąd, element solny, znajdujący się między elektrodami, jest spychany do dołu w kierunku oznaczonym strzałkami. Jeśli na fig. 3 kierunek przepływu prądu będzie odwrotny, to odwraca się samoczynnie także kierunek pola magnetycznego, dzięki czemu ruch jest skierowany również do dołu. Ponieważ niezależnie od biegunowości elektrod siła jest skierowana do dołu, do wywoływania ruchu kąpeli można stosować prąd stały albo prąd zmienny.

Energia ruchu jest największa tam, gdzie elektrody wynurzają się z powierzchni kąpeli; zmniejsza się ona powoli, gdy zwiększa się głębokość zanurzenia elektrod. Wynika to z faktu, że całkowity prąd płynie przez elektrody na ich górnym końcu, a coraz mniejszy przez punkty niżej położone, a mianowicie dzięki przepływowi prądu przez przestrzeń między elektrodami. Dlatego pole linii *D* siły, jak uwidoczniono, jest znacznie silniejsze na górnym niż na dolnym końcu elektrod. Gęstość prądu wzdłuż obu elektrod jest prawie niezmienna, gdyż praktycznie biorąc, można zaniedbać spadek napięcia w elektrodach.

W dawniejszych piecach do kąpeli solnej, w których ruch cieczy był powodowany tylko przez konwekcję, wyrównywanie temperatury przy pojedynczym zespole elektrod było bardzo ograniczone, wobec czego wielkość kąpeli była bardzo ograniczona; aby zwiększyć wielkość trzeba było stosować elektrody dodatkowe.

Kąpiel według niniejszego wynalazku przy zastosowaniu jednego zespołu elektrod jest znacznie większa od kąpeli, w której mieszanie się cieczy polega na czystej konwekcji, a można ją jeszcze powięk-

szyc, jeśli dodać dalsze zespoły elektrod, które można włączać równolegle według fig. 4 i osadzać w różnych punktach kąpeli, dzięki czemu szerokość i długość kąpeli mogą być dużo większe.

W dużych kąpielach stosuje się najkorzystniej prądy wielofazowe, jak uwidoczniono na fig. 5, 6a i 6b. Można zastosować układ według fig. 6a i 6b lub też układ według fig. 5, przy czym ruch cieczy kąpeli jest powodowany przez prąd między dowolnymi dwiema sąsiednimi elektrodami. Zastosowanie pola wielofazowego nie daje specjalnych korzyści. Układy według fig. 6a i 6b można uważać jako odmiany specjalne układu według fig. 5, przy czym każda elektroda według fig. 6a lub 6b jest połączeniem dwu odpowiednich elektrod według fig. 5, a ile chodzi o efekt ruchu cieczy. Np. elektroda 11 fig. 6a odpowiada elektrodom 5 i 10 według fig. 5, elektroda 13 — elektrodom 8 i 9, a elektroda 12 — elektrodom 6 i 7. Trzy elektrody według fig. 6a działają jak trzy pary elektrod pojedynczych, przy czym ruch kąpeli odbywa się np. dzięki przepływowi prądu w kierunku do dołu w elektrodzie 11 i do góry w elektrodzie 13 albo też do dołu w elektrodzie 13 a do góry w elektrodach 11 i 12, zgodnie z chwilowym przepływem prądu w określonych okresach czasu. Fig. 4 uwidacznia rozmieszczenie grup elektrod przy pracy równoległej przy jednej fazie. Na fig. 4—6b uzwojenia wtórne transformatora są oznaczone literami T_1 , T_2 , T_3 i T_4 , a elektrody liczbami 1—16.

Jakkolwiek najkorzystniej jest stosować elektrody o płaskich powierzchniach, umieszczone równolegle względem siebie, to cecha ta nie jest konieczna dla pieca według niniejszego wynalazku. Stwierdzono, że erozja powierzchni jest mniejsza i że osiąga się właściwiej skierowany efekt ruchu cieczy, jeśli elektrody są osadzone w sposób poprzednio opisany. Mimo to efekt ruchu cieczy jest również jeszcze

wybitny, jeśli powierzchnie elektrod nie są równoległe albo jeśli stosuje się inne formy. Np. urządzenie według fig. 6b okazało się skuteczne.

Odstęp między elektrodami nie może być ustalony tak, aby go można było zastosować we wszystkich piecach; odstęp ten musi posiadać wymiar odpowiedni do rodzaju soli, do temperatury kąpieli, do energii pobieranej przez piec i do wymiarów zbiornika. W większości pieców do kąpieli solnej, stosowanej do utwardzania małych narzędzi lub np. kół, których wymiary rzadko przekraczają 90 cm szerokości, 60 cm wysokości i 180 cm długości i których zapotrzebowanie mocy przy trzech parach elektrod nie przekracza 150 kW, stosuje się najkorzystniej odstęp między elektrodami wynoszący od 1,2 do 3,8 cm i gęstości prądu wynoszące mniej więcej 20 A/cm² na bokach elektrod przeciwnych. Dla kąpieli wyżej opisanego rodzaju bardzo odpowiednia długość elektrod wynosi mniej więcej 30 cm; przeprowadzono również z korzyścią próby z elektrodami o długości mniej więcej 18 cm. Elektrody te posiadały przekrój poprzeczny wynoszący mniej więcej 12 cm². Stwierdzono, że przy gęstości prądu wynoszącej 20 A/cm² ruch cieczy w większości kąpieli jest dostateczny. Stwierdzono jednak, że niekiedy i gęstości prądu wynoszące 8 A/cm² są odpowiednie. Z całego zapotrzebowania mocy do ogrzania kąpieli, moc potrzebna dla ruchu cieczy kąpieli stanowi nieznaczną tylko jego część.

Poddawane doświadczeniom temperatury kąpieli wahały się w granicach od 149°C dla azotanów do 1260°C dla chlorku baru i boranów, stosowanych do utwardzania stali szybko tnącej. Dla niskich temperatur kąpieli granice odstępu między elektrodami są znacznie szersze niż dla kąpieli o temperaturach wysokich. Im znaczniejsza jest gęstość prądu, tym większy może być odstęp między elektrodami.

Z istniejącymi gęstościami prądu wypróbowano odstępy między elektrodami aż do 10 cm, przy czym stwierdzono, że większe odstępy między elektrodami nie są tak pożądane jak mniejsze odstępy.

Wynalazek niniejszy znacznie zmienia wymagania stawiane budowie elektrod i ich kształtowi i umożliwia stosowanie korzystnego sposobu przygotowywania topnienia w piecu bądź gdy sól jest chłodna i ziarnista, bądź też gdy jest stężała.

Ze względu na niewielki odstęp między elektrodami i na płynące między nimi silne prądy, zużywanie się elektrod ma miejsce prawie całkowicie na powierzchniach wewnętrznych. Stanowi to wielką zaletę w stosunku do konstrukcyj, w których prąd przepływa przy ścianie lub przez ścianę zbiornika, gdyż w stosunku do kosztów zbiorników elektrody są tanie i można je łatwo wymieniać bez potrzeby unieruchamiania pieca w celu przeprowadzenia reperacji. Ponadto elektrody można od czasu do czasu do siebie zbliżać, a mianowicie w miarę ich zużywania się. W piecach, w których prąd płynie od elektrody do zbiornika przewodzącego, nie można osiągnąć skutecznego elektromagnetycznego ruchu cieczy kąpieli, jakkolwiek istnieją tam niewielkie miejscowe prądy wirowe.

Na fig. 1 i 2 uwidocznione są główne części pieca według niniejszego wynalazku. Elektrody 1 i 2 są zanurzone w cieczy S, umieszczonej w metalowym lub ogniotrwałym naczyniu C. Elektrody są sztywno zamocowane i mogą być regulowane między podporami izolacyjnymi 17, 18 za pomocą trzpieni 19, a kończą się w płytach łącznikowych 20, połączonych z zaciskami wtórnego uzwojenia transformatora T, którego uzwojenie pierwotne jest połączone ze źródłem 22 prądu za pomocą wyłącznika 21. Element cieplny 23 rozrządza urządzeniem regulacyjnym 24, które może otwierać i zamykać wyłącz-

nik 21 w celu utrzymywania pożądaney temperatury kąpeli.

W tych przykładach wykonania elektrody są osadzone w niewielkim odstępie między sobą, a powierzchnie ich są zwrócone do siebie równolegle. Odstęp między powierzchniami elektrod wynosi najkorzystniej od 1,2 do 5 cm; można jednak też stosować każdy inny odstęp, jeśli gęstość prądu i przyłączona moc są dostateczną do wywoływania w kąpeli skutecznego ruchu elektromagnetycznego.

Strzałkami oznaczony jest ruch cieczy kąpeli, jaki powstaje gdy odstęp między elektrodami jest niewielki przy dużym przepływającym prądzie. Ruch ten odbywa się w kierunku na dół między elektrodami, na zewnątrz przy dolnych końcach elektrod i w kierunku do góry na bokach kąpeli. Częstokroć ruch cieczy kąpeli jest tak znaczny, że na powierzchni cieczy powstaje mała wklęsłość, jak uwidoczniono na rysunku liczbą 25.

Najkorzystniej jest, gdy powyżej powierzchni kąpeli, przy niej i nieco poniżej tej powierzchni elektrody są umieszczone w większym odstępie niż wewnątrz kąpeli, jak to uwidoczniono na fig. 1, na której uwidoczniono lekkie zwiększenie odstępu między przeciwległymi powierzchniami 26, 27 elektrod poniżej powierzchni kąpeli. To samo ma miejsce i przy trzech elektrodach (fig. 6a i 6b) i służy do uzupełniania elektrod dodatkowym metalem przy zużywających się powierzchniach i do zapobiegania gromadzeniu się zanieczyszczeń, żużli, skroplonych par z kąpeli, które znajdują się w tej części elektrod na powierzchni kąpeli. Gdy elektrody rozszerzają się powyżej kąpeli (fig. 1), wówczas zapobiega się uszkodzeniom elektrod, jakie mogłyby powstać na skutek przewodzącego pomostu z żużli lub zanieczyszczeń między elektrodami powyżej powierzchni kąpeli. Również i moc całkowita pobierana przez kąpiel mało zmienia

się, jeśli poziom kąpeli podniesie się ponad tę część elektrod, w której znajdują się one w niewielkim odstępie od siebie. Podczas pracy przy zanurzaniu przedmiotu w kąpeli poziom kąpeli podnosi się odpowiednio do objętości przedmiotu i kąpeli; uwidoczniony kształt elektrod zapobiega jednak znacznej zmianie mocy na skutek zmian poziomu cieczy.

Jak uwidoczniono na rysunku, elektrody są zamocowane między podporami izolacyjnymi 17 i 18 i mogą być regulowane, dzięki czemu odległość między nimi można regulować tak, aby występował pożądaný ruch cieczy kąpeli; powierzchnie elektrod można też bardziej do siebie zbliżyć, jeśli na skutek zużycia się ich zmniejszyła się moc pobierana.

Właściwe elektrody mogą być wykonane z każdego odpowiedniego materiału; ze względu jednak na niewielki odstęp i na silne prądy dobór materiału winien być dokonany jak najstaranniej. Należy unikać stosowania materiałów magnetycznych na części elektrod powyżej powierzchni kąpeli jak również materiałów wchodzących w działanie wymienne z cieczą kąpeli. Z dużą korzyścią można stosować elektrody ze stali austenitowych lub nierdzewnych, a także elektrody składane. W przypadkach szczególnych można używać elektrody z grafitu i innych materiałów niemetalicznych. Stopy niemagnetyczne stosuje się najkorzystniej na części elektrod powyżej powierzchni kąpeli, gdyż przez te części przechodzą prądy silne, zwykle prądy zmienne, a materiał magnetyczny bardzo potęguje zjawisko naskórkowości. Przy stosowaniu materiałów niemagnetycznych prąd jest lepiej rozłożony w przekroju elektrody i nawet przy większym oporze właściwym opór rzeczywisty może być mniejszy niż przy stosowaniu elektrod z materiału magnetycznego. Ciepło (J^2R) powstające w górnych częściach elektrod

stanowi stratę i zmniejsza sprawność kąpieli.

Podczas gdy stosowanie magnetycznych materiałów na części elektrod powyżej powierzchni kąpieli jest niekorzystne, to ich stosowanie poniżej powierzchni kąpieli może być korzystne. Ponieważ ciepło ($J^{\circ}R$) wytworzone w dolnej części elektrod jest wykorzystywane do ogrzewania kąpieli, przewodnictwo powierzchniowe w tej części elektrody nie odgrywa żadnej roli, jeśli chodzi o ogrzewanie; wobec tego materiały do tych części elektrod można stosować jedynie odpowiednio do odporności na zużywanie się. Przewodnictwo powierzchniowe można tu uważać jako zaletę, gdyż niezależnie od gromadzenia się prądu w zewnętrznych częściach elektrod niewielki odstęp między elektrodami powoduje dodatkowe zwiększenie gęstości prądów przy przyległych bokach elektrod, co potęguje siły powodujące ruch cieczy kąpieli. Podczas gdy przewodnictwo powierzchniowe i zwiększenie gęstości prądu przy przeciwległych bokach elektrod w elektrodach z materiałów niemagnetycznych są znaczne, są one obydwa bardzo silnie zwiększone przy stosowaniu materiałów magnetycznych.

Magnetyczne stopy żelaza są zwykle tańsze od stopów niemagnetycznych, wobec czego stosowanie elektrod złożonych może być korzystne. W tych elektrodach dolną część z materiału magnetycznego, czyli tańszego, można połączyć przez spawanie lub też przylutować do górnej części z materiału austenitowego czyli droższego, przy czym dolną część można od czasu do czasu wymieniać zależnie od zużywania się. Dalszą zaletę elektrod składowanych stanowi to, że część wymienną może stanowić stosunkowo prosty i tani odlew, podczas gdy jednolitą elektrodę stanowi zwykle odlew drogi i bardziej skomplikowany.

Jeśli kąpiel solną uruchamia się np. w temperaturach wynoszących mniej więcej 1093°C , wówczas zanurzona część elektrody złożonej może być wykonana ze zwykłego stopu chromu i żelaza, a górna część z niemagnetycznego stopu niklu i żelaza chromowego. Obydwa te materiały dają się łatwo spawać, dzięki czemu w razie potrzeby można nowe części z żelaza chromowego połączyć z górnymi częściami z niklu i żelaza chromowego. Elektrody według fig. 1 są ze sobą połączone w miejscu oznaczonym na rysunku liczbą 28; połączenie to można też wykonać w dowolnym innym miejscu powyżej powierzchni kąpieli.

Choć stopy magnetyczne są korzystne, o ile chodzi o ruch cieczy kąpieli, to trzeba jednak podkreślić, że korzyść ta znika w kąpielach o wysokiej temperaturze, wówczas gdy temperatura leży powyżej magnetycznego punktu przekształcania stosowanych stopów żelaza.

Niewielki odstęp między elektrodami w piecach według niniejszego wynalazku umożliwia stosowanie znanego sposobu przygotowywania topnienia. Jest rzeczą znaną, że sól w stanie chłodnym jest złym przewodnikiem prądu i że nie można przez nią przeprowadzać dostatecznej ilości prądu, aby topnienie się rozpoczęło. W tym celu należy usunąć sól stężoną lub ziarnistą albo przesunąć ją w dół, jak to uwidoczniło na fig. 7 w miejscu oznaczonym liczbą 29. Powstałe wydrążenie wypełnia się węglem ziarnistym lub innym podobnym materiałem 30, dzięki czemu między elektrodami ustanowiony zostaje pomost; ponieważ materiały te są lepszymi przewodnikami, to między elektrodami przepłynie dostateczna ilość prądu, aby spowodować topnienie. Po rozpoczęciu topnienia soli, stopiona część soli staje się przewodzącą, tak że od tego miejsca rozprzestrzenia się ogrzewanie i topnienie całej kąpieli. Materiały przewodzące prąd,

stosowane do rozpoczęcia topnienia, pływają na powierzchni, skąd mogą być usunięte, np. za pomocą łyżki, albo też opadają na spód zbiornika. Rozpoczęcia topnienia można też dokonać bez opisanego wyżej wydrążenia, a mianowicie tak, że materiały przewodzące prąd kładzie się między elektrodami na powierzchni kąpieli.

Powyżej opisano jedynie zasadniczy sposób umieszczenia elektrod, jaki można stosować z korzyścią w piecach według wynalazku. Z objaśnień wynika jednak, że skuteczny elektromagnetyczny ruch cieczy kąpieli można również osiągnąć przy stosowaniu innych sposobów umieszczania elektrod. Np. elektrody mogą wchodzić do kąpieli pod różnymi kątami, z boków lub od spodu kąpieli; elektrody mogą też przebiegać na spodzie ukośnie względem siebie albo też ukośnie na ich górnym końcu. Ponadto elektrody mogą być zgięte pod pewnym kątem albo wygięte według krzywej, dzięki czemu osiąga się skutek mieszania różny, lecz w niektórych przypadkach praktyczny. Oczywiście w kąpielach głębokich elektrody nie potrzebują przebiegać równolegle i z niedużym odstępem między sobą od górnego końca do spodu, co spowodowałoby zły podział ciepła i złe regulowanie mocy. Mogą one posiadać duży odstęp na górnym końcu i mogą przebiegać równolegle w odpowiednim odstępie i na odpowiedniej długości w środkowej lub dolnej części kąpieli. Oczywiście, że przy tego rodzaju rozmieszczeniu elektrod części ich bardziej oddalone od siebie biorą nieznaczny tylko udział w zapotrzebowaniu ogólnej mocy. Gdyby w anormalnie głębokiej kąpieli elektrody były umieszczone przez całą swoją długość równolegle, wówczas aby utrzymać potrzebną wielkość prądu napięcie przyłożone musiałoby być tak niskie, że wynikająca z tego konstrukcja nie nadawałaby się do użytku.

W piecu według wynalazku o takiej głębokiej kąpieli ciecz jest skutecznie podgrzewana i wprowadzana w ruch w pobliżu spodu, a temperatura kąpieli jest jednakowa w całej masie. Skłonność do wytwarzania się na spodzie miejsc chłodnych nie istnieje.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Piec elektryczny do kąpieli solnej z elektrodami zanurzonymi w materiale kąpieli, znamieny tym, że elektrody, równoległe względem siebie przynajmniej na części swej długości, są umieszczone w tak małych odstępach od siebie, aby przy danym natężeniu prądu wytworzyć elektromagnetyczne krążenie materiału kąpieli i uzyskać zasadniczo jednakową temperaturę w kąpieli.

2. Piec według zastrz. 1, znamieny tym, że sąsiednie elektrody są umieszczone względem siebie w odstępie mniejszym od odstępu, przy którym występuje miejscowe przegrzewanie materiału kąpieli między sąsiednimi elektrodami.

3. Piec według zastrz. 1, 2, znamieny tym, że czynna długość elektrod, tj. ta długość elektrod, która powoduje elektromagnetyczny ruch materiału kąpieli, jest większa od około 15 cm oraz że powierzchnie elektrod, znajdujące się względem siebie w odstępie wymaganym do wytworzenia elektromagnetycznych ruchów materiału kąpieli, są zasadniczo równoległe względem siebie poniżej zwierciadła materiału kąpieli na odcinku elektrod o długości przynajmniej 15 cm, przy czym przed i za tym odcinkiem elektrody posiadają korzystnie znacznie większy odstęp wzajemny.

4. Piec według zastrz. 3, znamieny tym, że przy gęstości prądu wynoszącej od 7 do 28 A/cm² powierzchni elektrod, sąsiednie równoległe powierzchnie elektrod, znajdujące się względem siebie w odstępie

wymagany do wytworzenia elektromagnetycznych ruchów materiału kąpiel, są umieszczone w odstępie wynoszącym od 1,3 do 4,0 cm.

5. Piec według zastrz. 1—4, znamieny tym, że elektrody są umieszczone przedstawnie np. w celu wyrównywania zmiany odstępu wskutek zużycia się pracujących powierzchni elektrod.

6. Piec według zastrz. 1—5, znamieny tym, że jest zaopatrzony w elektrody, których jedna część, znajdujaca się powyżej

powierzchni kąpiel, jest wykonana z materiału odpornego na zżeranie, niemagnetycznego i odpornego na gorąco, a część elektrody sięgająca do kąpiel i połączona z górną częścią bądź rozłącznie, bądź przez lutowanie lub spawanie jest wykonana z materiału magnetycznego, wykazującego dużą odporność na zużycie.

A j a x E l e c t r i c C o m p a n y , I n c .
Zastępcą: inż. J. Wyganowski
rzecznik patentowy

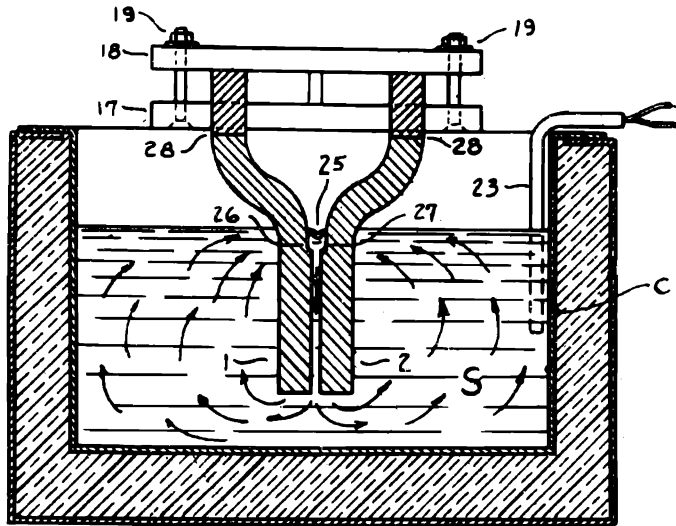


FIG. 1

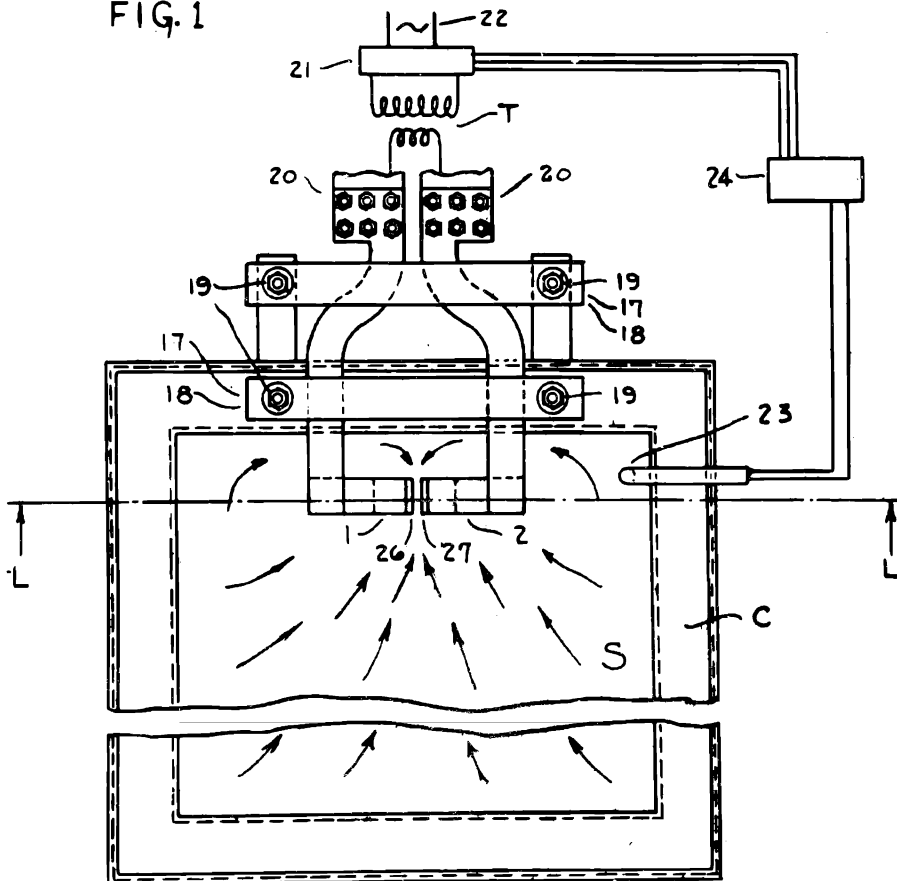


FIG. 2

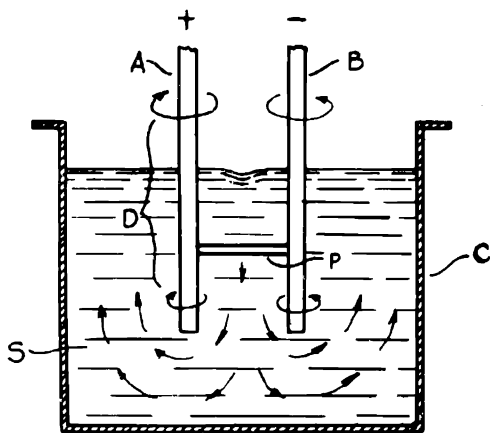


FIG. 3

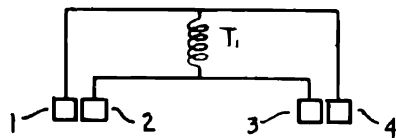


FIG. 4

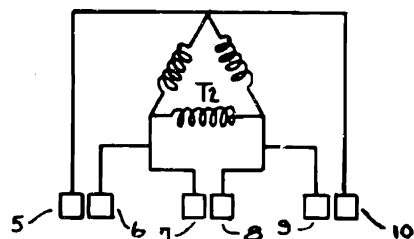


FIG. 5

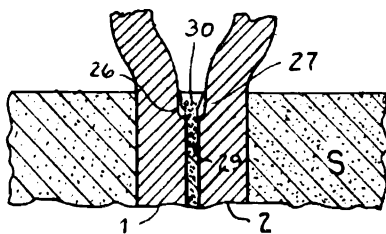


FIG. 7

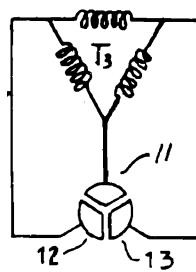


FIG. 6a

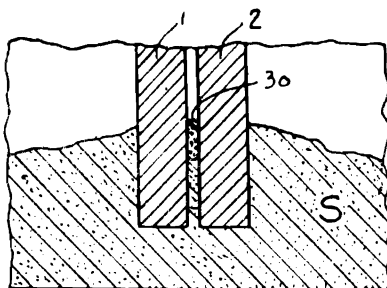


FIG. 8

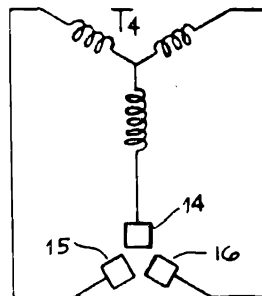


FIG. 6b